

## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **1.1 Proyecto**

#### **1.1.1 Nombre del Proyecto**

Cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.

#### **1.1.2 Ubicación del proyecto**

El sitio considerado en el presente estudio, se localiza en el Municipio de San Pedro Totolápam, las 2 áreas sujetas a cambio de uso de suelo tendrán una superficie total de 226,377.05 metros cuadrados (22.64 hectáreas).

La ruta más corta para llegar al sitio del proyecto partiendo desde la ciudad de Oaxaca de Juárez, es transitar por la carretera federal número 190, en su tramo Oaxaca – San Pedro Totolápam, a la altura del kilómetro 70, donde se entronca con la entrada de terracería que conduce al Rancho *El Jabalí* y se recorren 1.5 kilómetros hasta llegar al polígono 2 de 2.31 hectáreas y continuando a 3.00 kilómetros se llega al polígono 2 de 20.33 hectáreas.

#### **1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (año o meses).**

20 años

#### **1.1.4 Presentación de la documentación legal.**

Los 2 polígonos en los cuales se va a instalar el proyecto, son terrenos comunales pertenecientes a San Pedro Totolápam, contando con copia certificada de la carpeta básica de la comunidad y acta de asamblea en donde se aprueba la relación del proyecto.

Anexo 1.1. Carpeta básica del promovente.

### **1.2 Datos del promovente.**

#### **1.2.1 Nombre o razón social**

Comisariado de Bienes Comunales San Pedro Totolápam.

Anexo 1.3. Acta de Nombramiento del comisariado de Bienes Comunales

#### **1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.**

#### **1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.**

No aplica.

Lo testado corresponde al RFC, domicilio, teléfono y correo electrónico, datos personales con Fundamento en el Artículo 116, párrafo primero de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP) y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

**1.2.4. Dirección de los promoventes o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.**

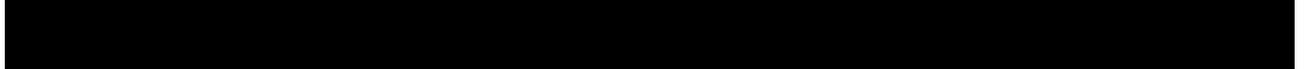


**1.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.**

**1.3.1 Nombre o Razón Social**

Biogeomatica

**1.3.2 Registro Federal de Contribuyente o CURP**



**1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

Biol. Francisco Ramírez Leyva

**1.3.4 Dirección del responsable del estudio.**



Lo testado corresponde al RFC, domicilio, teléfono y correo electrónico, datos personales con Fundamento en el Artículo 116, párrafo primero de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAI) y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **II.1 Información general del proyecto.**

#### **II.1.1 Naturaleza de proyecto.**

El presente proyecto en evaluación se ejecuta en base lo establecido en la LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA), artículo 28, numeral VII.- CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ARIDAS.

Así mismo en lo establecido en el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL:

Artículo 5, inciso O), CAMBIOS DE USO DE SUELO DE AREAS FORESTALES, ASI COMO EN SELVAS Y ZONAS ARIDAS.

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

De acuerdo a lo señalado en el párrafo VI del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y que hace referencia al concepto del cambio de uso de suelo en terreno forestal, el proyecto consiste en la remoción total de la vegetación forestal, la cual se encuentra actualmente distribuida en dos polígonos que suma un total 22.64 hectáreas (226,377.05 metros cuadrados), que de acuerdo a la información vectorial del INEGI en su serie VII Uso de Suelo y Vegetación, es el polígono 1 con 20.33 hectáreas presenta una vegetación de Bosque de Encino y el Polígono 2 con una superficie de 2.31 hectáreas presenta una vegetación Secundaria arbustiva de Selva baja Caducifolia. El cambio de uso de suelo, será para convertir el terreno actualmente forestal y otros usos para el establecimiento del “Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca”

El Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos (CIRRSU) surge como una estrategia de solución metropolitana basada en la solución de problemas que rebasan la capacidad municipal para que en organizaciones integradas por el estado y municipios se busquen sinergias que permitan resolver los problemas de ellos a menor costo, respetando siempre la autonomía municipal.

El Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos (CIRRSU) es un proyecto que resolverá de manera integral la problemática del manejo de residuos sólidos urbanos en la Zona

Metropolitana de Oaxaca y cuya falta de atención ha representado desde hace varios años un gran riesgo ambiental y a la salud pública de la población.

El proyecto consiste en la construcción y operación de tres instalaciones principales, una planta de separación, una planta de biofertilizantes y un relleno sanitario. La planta de separación generará cuatro corrientes de productos: materia orgánica, materia inorgánica vendible, combustible derivado de residuos y un rechazo.

La materia orgánica obtenida en la planta de separación o recolectada de manera diferenciada, será enviada a la planta para fabricación de biofertilizantes, los inorgánicos vendibles serán comercializados al mayoreo, los combustibles derivados serán vendidos a la industria cementera para ser usados en sus hornos de fabricación y el rechazo será dispuesto en el relleno sanitario.

En la planta de biofertilizantes la materia orgánica será procesada para generar biofertilizante que será utilizado en los programas gubernamentales destinados al campo.

En el relleno sanitario se dispondrá el rechazo de ambas plantas, el cual estará compuesto principalmente por inorgánicos finos o que no puedan ser comercializados por el momento.

Se tiene planeado que para la ZMO ambas plantas serán construidas en su totalidad en un periodo de 1.5 años y que el relleno podría estar operando en tres meses a través de la construcción de una celda de emergencia.

Ambas plantas estarán confinadas en edificios cerrados a fin de aislar completamente los procesos no obstante de que, al no haber almacenamiento de residuos, combustión o uso de agua, no hay emisiones de gases de combustión, contaminación de suelo y descarga de aguas residuales; ya que las que se generen en los sanitarios y cocina serán tratadas (PTAR) para reusarse.



Figura II. 1 Imágenes esquemáticas de la planta de separación y de la planta de biofertilización

El concepto del CIRRSU es muy flexible ya que permite incorporar tanto procesos de revalorización como sea económica y ambientalmente factible como el tratamiento de escombros, la producción de combustibles a partir de plástico, etc.; ya que se convierte en un espacio que permite la

instalación de diferentes procesos de transformación. El CIRRSU tendrá una capacidad instalada de 850 ton/día, provenientes de los Municipios de la Zona Metropolitana de Oaxaca. Se generarán 400 empleos formales diarios, ocupará un predio de 30 Ha y estará integrado principalmente por la siguiente infraestructura: camino de acceso, área de control, caminos internos, patios de maniobra, planta de separación, planta de biofertilizantes, oficinas, sanitarios, comedor, laboratorio, almacenamiento, estacionamientos, áreas de circulación y relleno sanitario.

Considerando la evaluación de impactos ambientales, las afectaciones al ambiente serán moderados en un 52% e Irrelevantes en 48%, por lo que se considera que el proyecto generara los impactos mayores en la etapa de Cambio de uso de suelo y en la Construcción del mismo, que con las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas se busca minimizar el impacto que se genere.

Un aspecto a considerar en el proyecto es el económico, ya que en cada una de las etapas de proyecto se hará la contratación de mano de obra general y calificada, lo que repercutirá en la mejora del ingreso económico local del municipio de San Pedro Totolápam.

### **Justificación**

El presente proyecto tiene como justificación el obtener la autorización en materia de impacto ambiental en base a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con referencia al Artículo 28: La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente, en sus incisos: **VII.** Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

Por su parte en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Material de Evaluación del Impacto Ambiental, se basa en el **Artículo 5, Inciso O) Cambios** de uso de suelo en área forestales, así como en selvas y zonas áridas.

### **Objetivo general:**

Obtener la autorización en materia de impacto ambiental en el área donde se ejecutará el cambio de uso de suelo en los polígonos con Vegetación de Bosque de encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en una superficie proyectada de 22.64 hectáreas (226,377.05 metros cuadrados) para el desarrollo del proyecto “Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca”:

**II.1.2 Selección del sitio.**

Posterior a la evaluación de diversas propuestas para el establecimiento del proyecto, se determinaron los polígonos en comento, ya que cumple con diversas especificaciones ambientales, sociales, legales; para el establecimiento del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU), en terrenos comunales pertenecientes a San Pedro Totolápam, contando con copia certificada de la carpeta básica de la comunidad y acta de asamblea en donde se aprueba la relación del proyecto.

Anexo 1. Carpeta básica del promovente.

Anexo 1.2. Acta de asamblea de autorización de cambio de uso de suelo

**II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.**

Según el levantamiento topográfico, el polígono se encuentra en las coordenadas geográficas que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro II. 1. Datos generales del predio

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del promovente</b>  | COMISARIADO DE BIENES COMUNALES DE SAN PEDRO TOTOLÁPAM  |
| <b>Superficie total de los predios (m2)</b>                                 | 226,377.05 (22.63 HECTAREAS)  |
| <b>Superficie sujeta a CUSTF (predio) m2</b>                                | 202,979.99 (20.29 HECTAREAS)  |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | 179,927.28.   |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | 23,052.71   |
| <b>Régimen de Propiedad</b>   | Bienes Comunales  |
| <b>Tipo de documento legal</b>  | Acta de asamblea de autorización de cambio de uso de suelo y el acta de Nombramiento del comisariado de Bienes comunales de San Pedro Totolápam |
| <b>Municipio</b>  | San Pedro Totolápam   |
| <b>Tipo de vegetación</b>   |   |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino.  |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.  |
| <b>Afectación temporal o permanente con y sin sellamiento de suelo (m2)</b> |   |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | 179,927.28  |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | 23,052.71   |

Cuadro II. 2. Relación de polígonos sujetos a cambio de Uso de Suelo.

| POLIGONO     | SUPERFICIE TOTAL  |              | SUPERFICIE DE CUS |              |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|              | M2                | HECTAREAS    | M2                | HECTAREAS    |
| POLIGONO 1   | 203,324.34        | 20.33        | 179,927.28        | 17.99        |
| POLIGONO 2   | 23,052.71         | 2.31         | 23,052.71         | 2.31         |
| <b>TOTAL</b> | <b>226,377.05</b> | <b>22.64</b> | <b>202,979.99</b> | <b>20.29</b> |

Cuadro II. 3. Coordenadas de construcción del Polígono 1 sujeto a cambio de Uso de Suelo.

POLIGONO 1

| DATUN | WGS84          |              |
|-------|----------------|--------------|
| ZONA  | 14 Q           |              |
| PUNTO | COORDENADAS    |              |
|       | Y              | X            |
| 1     | 1,853,384.5020 | 786,989.8310 |
| 2     | 1,853,020.5220 | 786,862.2020 |
| 3     | 1,853,064.5310 | 786,602.9390 |
| 4     | 1,853,186.5400 | 786,402.1990 |
| 5     | 1,853,329.8210 | 786,381.2350 |
| 6     | 1,853,365.6660 | 786,488.9340 |
| 7     | 1,853,453.9170 | 786,552.2570 |
| 8     | 1,853,531.5210 | 786,641.8550 |
| 9     | 1,853,482.5770 | 786,810.5400 |
| 1     | 1,853,384.5020 | 786,989.8310 |
| AREA  | 203,324.338 M2 |              |

En el polígono 1, con una superficie total de 203,324.3387 metros cuadrados (23.33 hectáreas) se tiene al interior del mismo un camino de acceso con una superficie de 1,875.58 metros cuadrados (0.1875 hectáreas), el cual no requiere cambio de uso de suelo, debido a que ya es un camino existente de años atrás, así mismo se determinó dejar un área de conservación y amortiguamiento de 21,521.48 metros cuadrados (2.15 hectáreas), debido a que en esta área se reporta un relicto de vegetación de pino y además esta parte del predio colinda con el municipio vecino de San Baltazar Guelavía.

Cuadro II. 4 Relación de áreas que conforman el Polígono 1.

| AREA                                   | M2                | HECTAREAS    |
|--|-------------------|--------------|
| SUPERFICIE TOTAL                       | 203,324.34        | 20.33        |
| CAMINO INTERNO                         | 1,875.58          | 0.19         |
| AREA DE CONSERVACION Y AMORTIGUAMIENTO | 21,521.48         | 2.15         |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>179,927.28</b> | <b>17.99</b> |

Cuadro II. 5 Coordenadas del camino interno polígono 1.

| CAMINO INTERNO POLIGONO 1 |                |              |
|---------------------------|----------------|--------------|
| DATUN                     | WGS84          |              |
| ZONA                      | 14 P           |              |
| PUNTO                     | COORDENADAS    |              |
|                           | Y              | X            |
| 1                         | 1,853,101.6660 | 786,541.8412 |
| 2                         | 1,853,113.1140 | 786,568.4930 |
| 3                         | 1,853,116.4130 | 786,579.4340 |
| 4                         | 1,853,118.4970 | 786,582.1160 |
| 5                         | 1,853,121.4230 | 786,583.5840 |
| 6                         | 1,853,126.9030 | 786,586.6590 |
| 7                         | 1,853,130.2790 | 786,587.6220 |
| 8                         | 1,853,113.7220 | 786,587.7310 |
| 9                         | 1,853,137.6380 | 786,587.7310 |
| 10                        | 1,853,142.2180 | 786,586.7810 |
| 11                        | 1,853,146.1310 | 786,586.8230 |
| 12                        | 1,853,149.6670 | 786,588.0270 |
| 13                        | 1,853,156.5530 | 786,592.3940 |
| 14                        | 1,853,160.2040 | 786,594.2850 |
| 15                        | 1,853,164.3700 | 786,594.9890 |
| 16                        | 1,853,169.8460 | 786,595.3660 |
| 17                        | 1,853,182.8880 | 786,590.7590 |
| 18                        | 1,853,208.5990 | 786,578.6360 |
| 19                        | 1,853,217.2500 | 786,575.3200 |
| 20                        | 1,853,222.6950 | 786,573.4000 |
| 21                        | 1,853,238.1400 | 786,572.3740 |
| 22                        | 1,853,252.1060 | 786,572.0110 |
| 23                        | 1,853,258.1460 | 786,571.0440 |
| 24                        | 1,853,264.2740 | 786,571.0440 |
| 25                        | 1,853,269.8340 | 786,572.6870 |
| 26                        | 1,853,279.2490 | 786,578.4370 |
| 27                        | 1,853,282.7870 | 786,581.2000 |
| 28                        | 1,853,294.4150 | 786,588.8430 |
| 29                        | 1,853,300.5170 | 786,590.1890 |
| 30                        | 1,853,315.9850 | 786,590.6400 |
| 31                        | 1,853,324.0040 | 786,592.0750 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|    |                |              |
|----|----------------|--------------|
| 32 | 1,853,330.7360 | 786,593.5950 |
| 33 | 1,853,341.7640 | 786,595.4780 |
| 34 | 1,853,350.2650 | 786,597.2450 |
| 35 | 1,853,360.4790 | 786,598.8370 |
| 36 | 1,853,372.0120 | 786,600.5600 |
| 37 | 1,853,377.3970 | 786,600.9740 |
| 38 | 1,853,387.6900 | 786,603.3840 |
| 39 | 1,853,391.8760 | 786,604.2220 |
| 40 | 1,853,398.9710 | 786,607.1880 |
| 41 | 1,853,415.0110 | 786,614.4000 |
| 42 | 1,853,425.7710 | 786,619.4230 |
| 43 | 1,853,430.4860 | 786,620.2050 |
| 44 | 1,853,436.7470 | 786,619.9090 |
| 45 | 1,853,439.8670 | 786,618.5040 |
| 46 | 1,853,443.3110 | 786,616.1670 |
| 47 | 1,853,451.5520 | 786,608.6030 |
| 48 | 1,853,462.8160 | 786,601.2670 |
| 49 | 1,853,476.1510 | 786,596.2730 |
| 50 | 1,853,479.0670 | 786,595.6990 |
| 51 | 1,853,496.4490 | 786,605.7290 |
| 52 | 1,853,507.1228 | 786,613.6860 |
| 53 | 1,853,631.5210 | 786,641.8550 |
| 54 | 1,853,530.9980 | 786,643.6575 |
| 55 | 1,853,518.6850 | 786,628.4910 |
| 56 | 1,853,507.1460 | 786,618.1730 |
| 57 | 1,853,500.5720 | 786,613.8790 |
| 58 | 1,853,494.0020 | 786,608.6860 |
| 59 | 1,853,484.2270 | 786,603.1650 |
| 60 | 1,853,480.5210 | 786,601.3400 |
| 61 | 1,853,478.1530 | 786,601.1700 |
| 62 | 1,853,471.6640 | 786,602.4990 |
| 63 | 1,853,465.9910 | 786,605.8840 |
| 64 | 1,853,461.1400 | 786,608.2920 |
| 65 | 1,853,445.0580 | 786,619.4410 |
| 66 | 1,853,437.5850 | 786,623.6300 |
| 67 | 1,853,433.4990 | 786,624.2650 |
| 68 | 1,853,430.1700 | 786,623.8580 |
| 69 | 1,853,424.7950 | 786,622.4300 |
| 70 | 1,853,397.3450 | 786,609.6740 |
| 71 | 1,853,390.1790 | 786,607.1390 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|      |                |              |
|------|----------------|--------------|
| 72   | 1,853,381.5570 | 786,605.4810 |
| 73   | 1,853,370.7210 | 786,604.0090 |
| 74   | 1,853,336.1530 | 786,598.2690 |
| 75   | 1,853,315.2695 | 786,594.1325 |
| 76   | 1,853,304.0450 | 786,593.5610 |
| 77   | 1,853,297.7750 | 786,592.5980 |
| 78   | 1,853,291.0330 | 786,590.4860 |
| 79   | 1,853,282.5780 | 786,585.0990 |
| 80   | 1,853,271.1100 | 786,578.2220 |
| 81   | 1,853,260.2694 | 786,575.1250 |
| 82   | 1,853,247.4560 | 786,576.6850 |
| 83   | 1,853,222.5310 | 786,577.6860 |
| 84   | 1,853,215.3820 | 786,579.6270 |
| 85   | 1,853,181.1950 | 786,595.8630 |
| 86   | 1,853,169.1690 | 786,599.5390 |
| 87   | 1,853,158.6860 | 786,597.7980 |
| 88   | 1,853,147.4160 | 786,591.8410 |
| 89   | 1,853,144.8320 | 786,590.8780 |
| 90   | 1,853,141.0500 | 786,590.5400 |
| 91   | 1,853,136.9590 | 786,591.5800 |
| 92   | 1,853,132.7010 | 786,591.9370 |
| 93   | 1,853,122.4140 | 786,589.8910 |
| 94   | 1,853,114.1920 | 786,585.3050 |
| 95   | 1,853,112.2020 | 786,581.5410 |
| 96   | 1,853,103.5580 | 786,555.7380 |
| 97   | 1,853,099.0042 | 786,546.2206 |
| 1    | 1,853,101.6660 | 786,541.8412 |
| AREA | 1,875.584 M2   |              |

Cuadro II. 6 Coordenadas de construcción del área de conservación y amortiguamiento.

| AREA DE CONSERVACION Y AMORTIGUAMIENTO |                |              |
|--|----------------|--------------|
| DATUN                                  | WGS84          |              |
| ZONA                                   | 14 P           |              |
| PUNTO                                  | COORDENADAS    |              |
|  | Y              | X            |
| 1                                      | 1,853,530.9980 | 786,643.6575 |
| 2                                      | 1,853,482.5770 | 786,810.5400 |
| 3                                      | 1,853,384.5020 | 786,989.8310 |
| 4                                      | 1,853,363.5865 | 786,982.4970 |
| 5                                      | 1,853,388.7000 | 786,925.4600 |
| 6                                      | 1,853,381.9200 | 786,915.6700 |
| 7                                      | 1,853,377.8900 | 786,900.9900 |
| 8                                      | 1,853,375.9600 | 786,874.9800 |
| 9                                      | 1,853,367.7500 | 786,854.2800 |
| 10                                     | 1,853,377.4900 | 786,841.9400 |
| 11                                     | 1,853,392.0400 | 786,838.7600 |
| 12                                     | 1,853,400.2400 | 786,829.5400 |
| 13                                     | 1,853,402.6900 | 786,814.9500 |
| 14                                     | 1,853,399.6200 | 786,803.0300 |
| 15                                     | 1,853,383.5400 | 786,785.4200 |
| 16                                     | 1,853,399.3600 | 786,760.2800 |
| 17                                     | 1,853,393.7100 | 786,746.7800 |
| 18                                     | 1,853,399.0700 | 786,736.7100 |
| 19                                     | 1,853,424.0100 | 786,726.0300 |
| 20                                     | 1,853,436.5900 | 786,701.8000 |
| 21                                     | 1,853,454.5500 | 786,686.3700 |
| 22                                     | 1,853,498.6000 | 786,710.4800 |
| 23                                     | 1,853,514.4800 | 786,630.5800 |
| 24                                     | 1,853,516.1682 | 786,626.2405 |
| 25                                     | 1,853,518.6850 | 786,628.4910 |
| 1                                      | 1,853,530.9980 | 786,643.6575 |
| AREA                                   | 21,521.482 M2  |              |

Cuadro II. 7 Coordenadas de construcción del Polígono 2 sujeto a cambio de Uso de Suelo.

**POLIGONO 2**

| <b>DATUN</b> | <b>WGS84</b>       |              |
|--------------|--------------------|--------------|
| <b>ZONA</b>  | <b>14 P</b>        |              |
| <b>PUNTO</b> | <b>COORDENADAS</b> |              |
|              | <b>Y</b>           | <b>X</b>     |
| 1            | 1,852,613.5884     | 786,148.1947 |
| 2            | 1,852,685.1359     | 786,224.9722 |
| 3            | 1,852,631.7320     | 786,280.9130 |
| 4            | 1,852,598.2037     | 786,328.2070 |
| 5            | 1,852,514.2353     | 786,385.3949 |
| 6            | 1,852,495.0512     | 786,403.0315 |
| 7            | 1,852,483.7219     | 786,433.4678 |
| 8            | 1,852,436.9324     | 786,460.2579 |
| 9            | 1,852,418.4203     | 786,478.1297 |
| 10           | 1,852,386.8514     | 786,498.7462 |
| 11           | 1,852,357.9016     | 786,516.8665 |
| 12           | 1,852,350.8631     | 786,520.0407 |
| 13           | 1,852,371.6769     | 786,502.7695 |
| 14           | 1,852,381.4936     | 786,493.6833 |
| 15           | 1,852,396.4859     | 786,462.6848 |
| 16           | 1,852,416.1109     | 786,433.7242 |
| 17           | 1,852,436.0464     | 786,407.8913 |
| 18           | 1,852,447.3104     | 786,385.1501 |
| 19           | 1,852,453.5382     | 786,372.3363 |
| 20           | 1,852,461.5954     | 786,364.5929 |
| 21           | 1,852,468.9716     | 786,359.2102 |
| 22           | 1,852,478.2983     | 786,356.4766 |
| 23           | 1,852,489.5666     | 786,354.2970 |
| 24           | 1,852,500.6673     | 786,349.5276 |
| 25           | 1,852,510.5146     | 786,339.6544 |
| 26           | 1,852,520.2528     | 786,326.2589 |
| 27           | 1,852,528.4847     | 786,311.5263 |
| 28           | 1,852,549.0308     | 786,284.7731 |
| 29           | 1,852,559.6872     | 786,276.0962 |
| 30           | 1,852,569.7997     | 786,260.9427 |
| 31           | 1,852,578.8451     | 786,240.6969 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*  
*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|      |                |              |
|------|----------------|--------------|
| 32   | 1,852,582.5160 | 786,225.5976 |
| 33   | 1,852,586.0579 | 786,209.4269 |
| 34   | 1,852,589.4901 | 786,185.6548 |
| 35   | 1,852,589.0361 | 786,167.4082 |
| 36   | 1,852,590.5371 | 786,160.0090 |
| 37   | 1,852,594.8834 | 786,155.1658 |
| 38   | 1,852,605.6931 | 786,150.0262 |
| 1    | 1,852,613.5884 | 786,148.1947 |
| AREA | 23,052.708 M2  |              |

Anexo 2.2. Plano topográfico



Figura II. 2 Ubicación micro regional del área del proyecto.

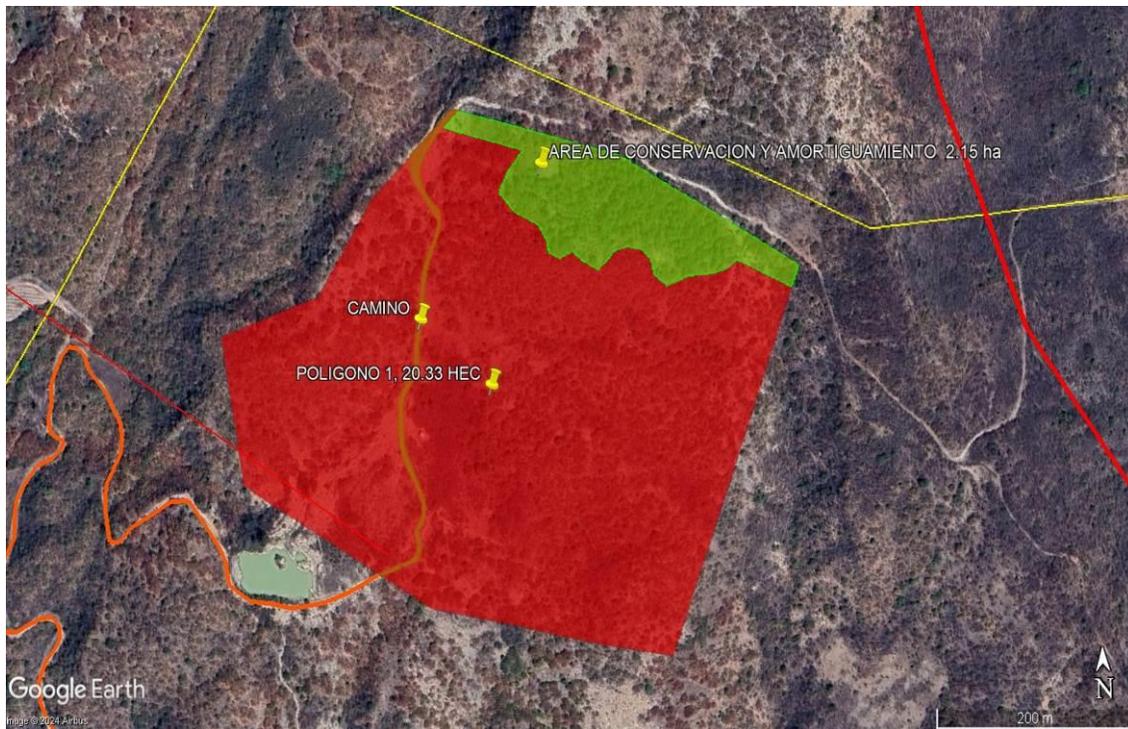


Figura II. 3. Plano de ubicación del área de conservación y del camino interno del Polígono 1.

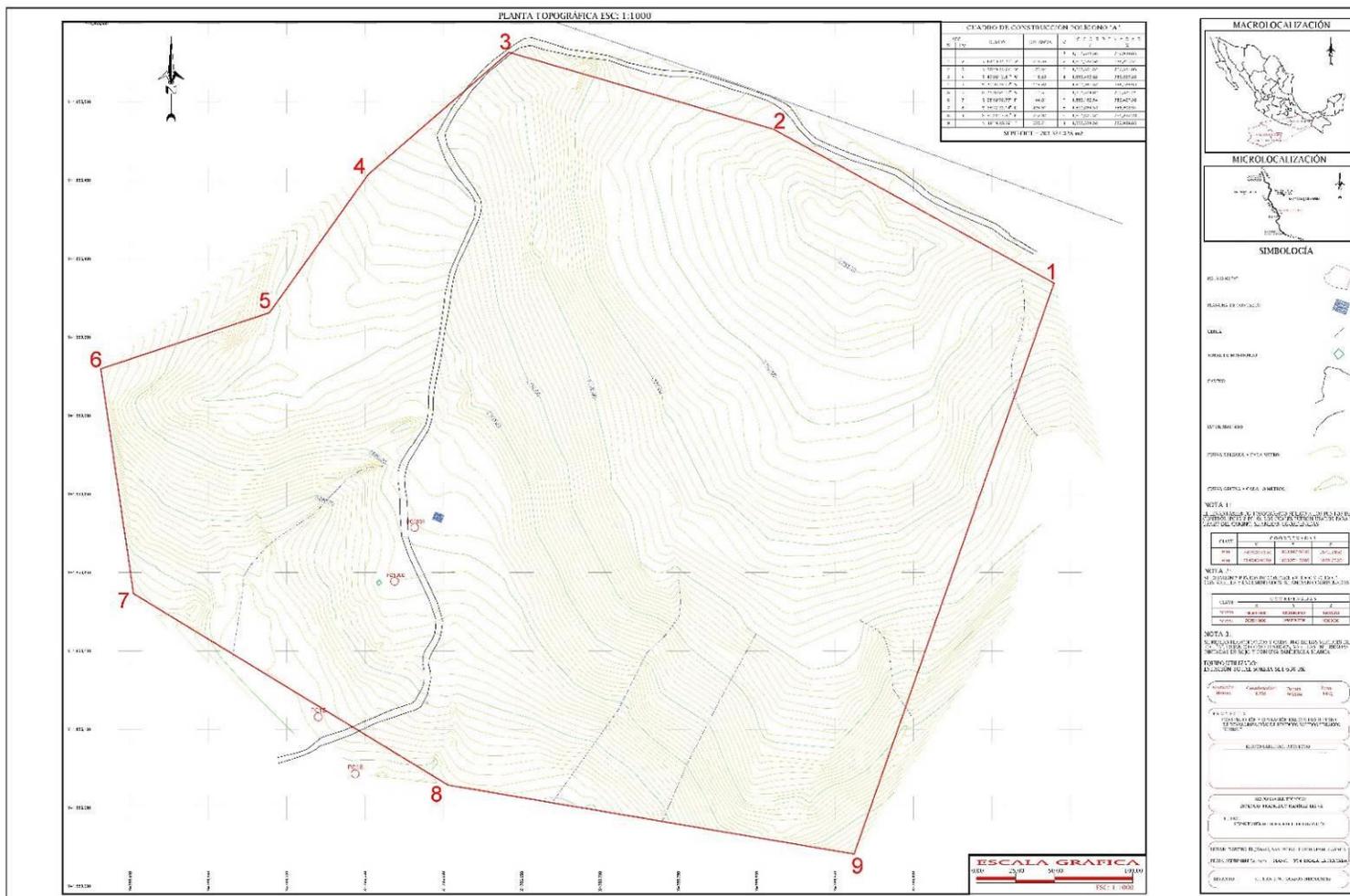


Figura II. 4. Plano Topográfico del polígono 1.

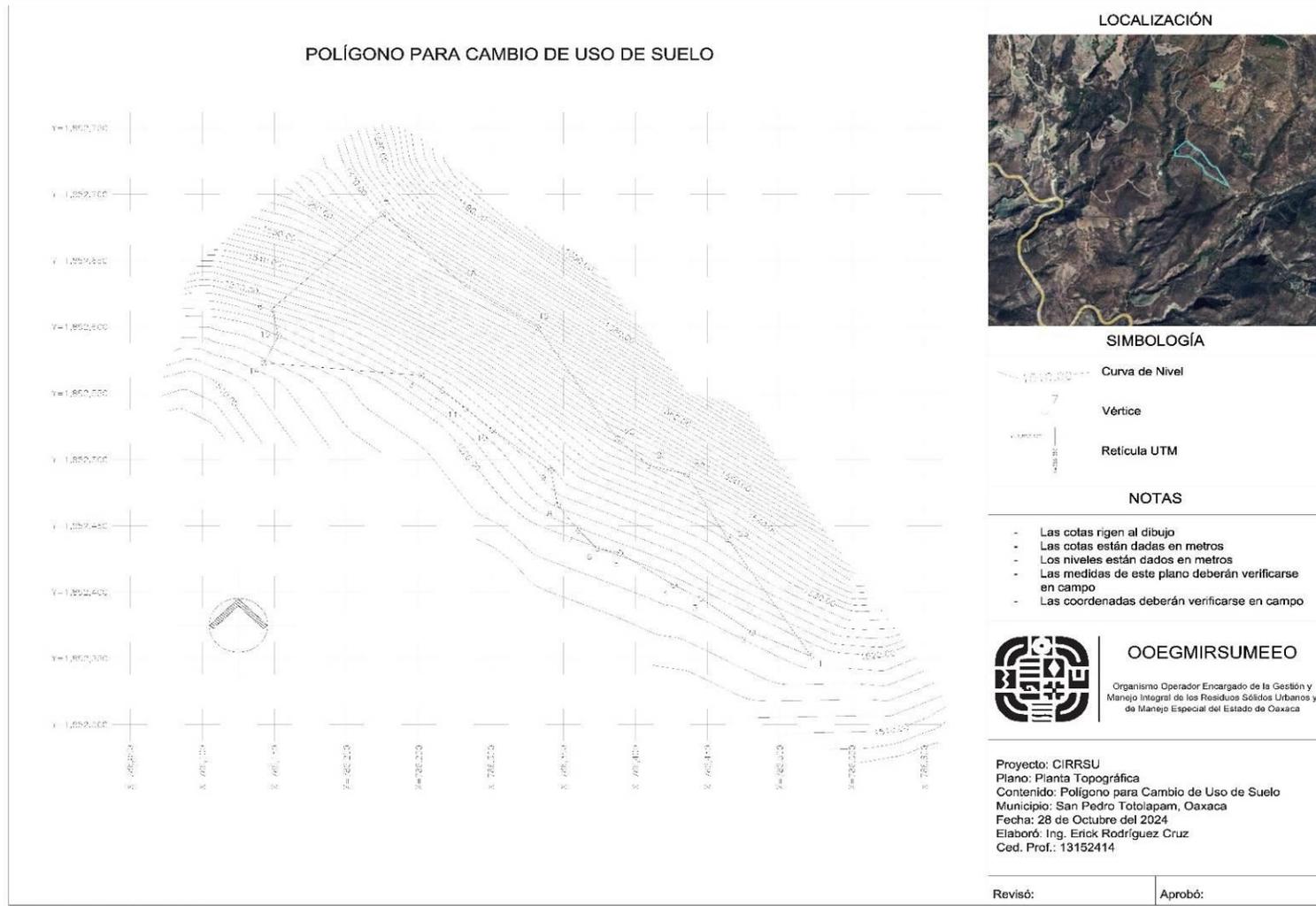


Figura II. 5. Plano topográfico del polígono 2.

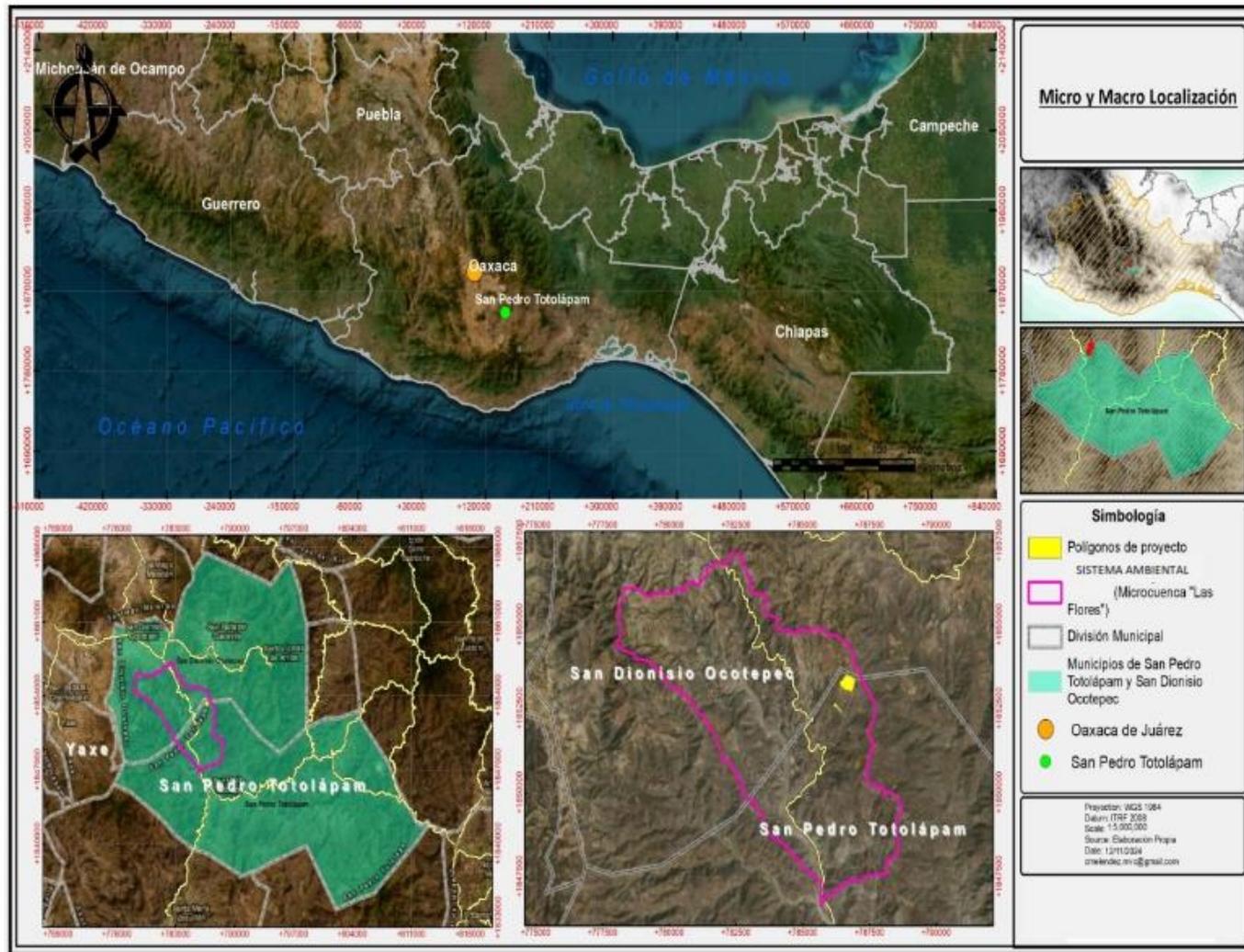


Figura II. 6. Macro y micro localización sitio del proyecto.

#### II.1.4 Inversión requerida.

Se reserva el dato.

#### II.1.5 Dimensiones del Proyecto.

Las áreas sujetas de cambio de uso de suelo son terrenos comunales pertenecientes a la comunidad de San Pedro Totolápam, se cuenta con el acta de asamblea de autorización de cambio de uso de suelo y el acta de Nombramiento del comisariado de Bienes comunales de san Pedro Totolápam.

Anexo 1.3. Acta de asamblea de autorización de cambio de uso de suelo.

Anexo 1.6. Acta de Nombramiento del comisariado de Bienes Comunales.

Cuadro II. 8 Datos generales del predio

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del promovente</b>  | COMISARIADO DE BIENES COMUNALES DE SAN PEDRO TOTOLAPAM  |
| <b>Superficie total de los predios (m2)</b>                                 | 226,377.05 (22.63 HECTAREAS)  |
| <b>Superficie sujeta a CUSTF (predio) m2</b>                                | 202,979.99 (20.29 HECTAREAS)  |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | 179,927.28.   |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | 23,052.71   |
| <b>Régimen de Propiedad</b>   | Bienes Comunales  |
| <b>Tipo de documento legal</b>  | acta de asamblea de autorización de cambio de uso de suelo y el acta de Nombramiento del comisariado de Bienes comunales de san Pedro Totolápam |
| <b>Municipio</b>  | San Pedro Totolápam   |
| <b>Tipo de vegetación</b>   |   |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino.  |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.  |
| <b>Afectación temporal o permanente con y sin sellamiento de suelo (m2)</b> |   |
| <b>Polígono 1 (m2)</b>  | 179,927.28  |
| <b>Polígono 2 (m2)</b>  | 23,052.71   |

Cuadro II. 9. Relación de polígonos sujetos a cambio de Uso de Suelo.

| POLIGONO     | SUPERFICIE TOTAL  |              | SUPERFICIE DE CUS |              |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|              | M2                | HECTAREAS    | M2                | HECTAREAS    |
| POLIGONO 1   | 203,324.34        | 20.33        | 179,927.28        | 17.99        |
| POLIGONO 2   | 23,052.71         | 2.31         | 23,052.71         | 2.31         |
| <b>TOTAL</b> | <b>226,377.05</b> | <b>22.64</b> | <b>202,979.99</b> | <b>20.29</b> |

Cuadro II. 10. Clasificación de superficies para e proyecto,

| <b>CLASIFICACION DE SUPERFICIES PARA PROYECTOS QUE REQUIEREN EL CAMBIO DE USO DE SUELO.</b> |   |                    |          |
|---|---|--------------------|----------|
| <b>ZONAS</b>  | <b>CLASIFICACIONES</b>  | <b>SUP. EN HA.</b> | <b>%</b> |
| ZONAS DE CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO RESTRINGIDO   | Áreas naturales protegidas  | 0                  | 0        |
|   | Superficie arriba de los 3,000 MSNM   | 0                  | 0        |
|   | Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°   | 0                  | 0        |
|   | Superficie con vegetación de Manglar o Bosque Mesófilo de montaña.                          | 0                  | 0        |
|   | Superficie con vegetación de galería.   | 0                  | 0        |
| ZONA DE PRODUCCION.   | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta.  | 0                  | 0        |
|   | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable media. | 20.29              | 100      |
|   | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja.  | 0                  | 0        |
|   | Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas.   | 0                  | 0        |
|   | Terrenos adecuados para realizar forestaciones.   | 0                  | 0        |
| ZONAS DE RESTAURACION.  | Terrenos con degradación alta.  | 0                  | 0        |
|   | Terrenos con degradación media.   | 0                  | 0        |
|   | Terrenos con degradación baja.  | 0                  | 0        |
|   | Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.   | 0                  | 0        |

#### II.1.6 Uso actual del suelo.

Los 2 polígonos en los cuales se va a instalar el proyecto son terrenos comunales pertenecientes a San Pedro Totolápam, los usos son:

- **Polígono 1 de 20.33 hectáreas**, en base a la Cartografía del INEGI se presenta una vegetación de Bosque de encino, por lo que su uso es forestal, se tiene al interior del mismo un camino de acceso son una superficie de 1,875.58 metros cuadrados (0.1875 hectáreas) , el cual no requiere cambio de uso de suelo, debido a que ya es un camino existente de años atrás, así mismo se determinó dejar un área de conservación y amortiguamiento de 21,521.48 metros cuadrados (2.15 hectáreas), debido a que en esta área se reporta un relicto de vegetación de pino y además esta parte del predio colinda con el municipio vecino de San Dionisio Ocotepec.



Figura II. 7 Vegetación existente en polígono 1.



Figura II. 8 Vegetación existente en el Polígono 1

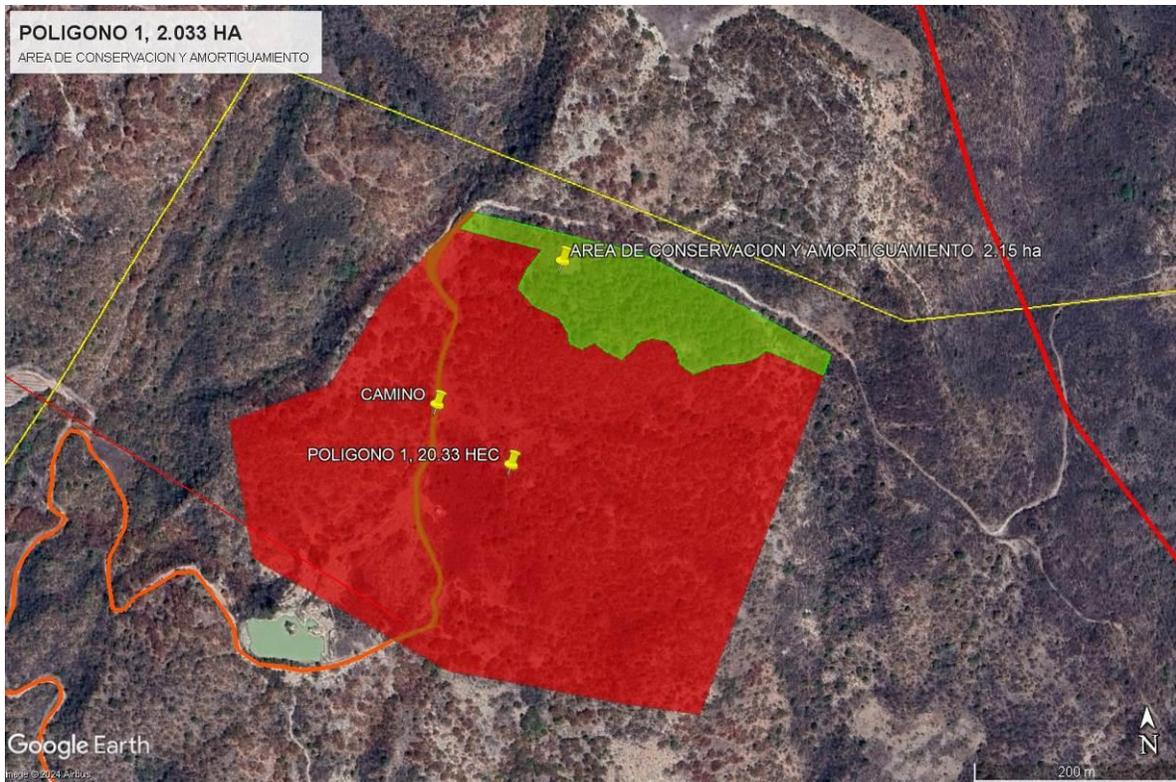


Figura II. 9 Área de conservación y amortiguamiento al interior del Polígono 1.



Figura II. 10 Vegetación del área de conservación y amortiguamiento, Polígono 1.



Figura II. 11 Vegetación del área de conservación y amortiguamiento, Polígono 1.



Figura II. 12 Vegetación del área de conservación y amortiguamiento, Polígono 1.

- **Polígono 2 de 2.31 hectáreas**, en base a la Cartografía del INEGI se presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, por lo que su uso es forestal, al interior del predio no se presentan obras, caminos ni zonas de conservación.

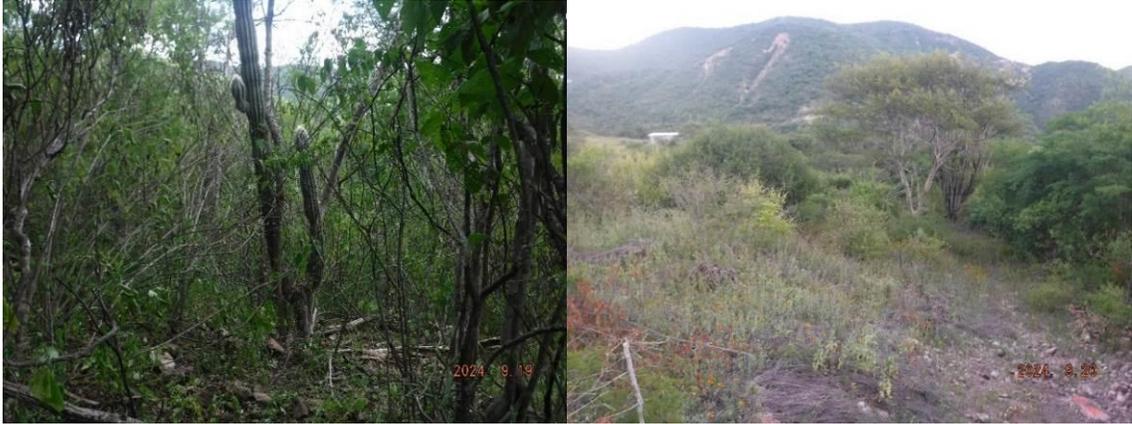


Figura II. 13 Vegetación existente en el Polígono 2



Figura II. 14 Vegetación existente en el Polígono 2.



Figura II. 15 Vegetación existente en el Polígono 2.

### **II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

- a) La **ruta de acceso** para llegar al sitio del proyecto es partiendo desde la ciudad de Oaxaca de Juárez, se toma la carretera federal número 190, en su tramo Oaxaca – San Pedro Totolapan, a la altura del kilómetro 70, se entronca con la entrada de terracería que conduce al Rancho el Jabalí, al recorrer 1.5 kilómetros se llega al polígono número 2 de 2.31 hectáreas y continuando a 3.00 kilómetros se llega al polígono 2 de 20.33 hectáreas.
- b) Para cubrir la demanda de **energía eléctrica** durante la etapa de cambio de uso de suelo y construcción, se contará con plantas generadoras de luz con motor de combustión interna con una capacidad de generación de 750kW, debido a que es una zona no se cuenta con energía por medio del suministro de CFE.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, la **energía eléctrica** provendrá de una fuente renovable, mediante paneles solares, para reducir la dependencia de fuentes no renovables y disminuir la huella de carbono del centro. La energía generada, se utilizará tanto para el alumbrado de las instalaciones, como para el funcionamiento de equipos de fuerza motriz en las plantas de separación y producción de biofertilizantes.

- c) El **combustible** requerido para el funcionamiento de maquinarias y equipos será adquirido en la gasolinera más cercana ubicada en el Municipio de San Pedro Totolápam y/o en el Municipio de Santiago Matatlán, o será transportado desde la Ciudad de Oaxaca. El combustible será transportado por medio de vehículos utilitarios habilitados para dicha función (vehículos orquestas). La cantidad de combustible a utilizar, será variable, calculando un volumen de 170,000 a 200,000 litros de diésel y de 100,000 a 120,000 litros de gasolina por el tiempo que dure el proyecto.
- d) Toda el **agua** requerida en esta etapa del proyecto será comprada por medio de pipas a proveedores locales, almacenándose en tinacos cisterna para su uso diario.
- e) Durante la etapa de cambio de uso de suelo y construcción, la generación de **aguas residuales**, por el uso de servicios sanitarios portátiles, serán recolectadas y dispuestas por la empresa contratada que preste el servicio y que cuente con la autorización correspondiente. Para la etapa de operación y mantenimiento, se instalará una **planta de tratamiento** de aguas residuales que permitirá reutilizar el agua, disminuyendo así la presión sobre este recurso.

### **II.2.- Características particulares del proyecto.**

El proyecto requiere de:

#### **a) Instalaciones provisionales**

##### **Construcción de bodega.**

Con la finalidad de tener un lugar para almacenar todo tipo de herramientas y materiales, se hará la construcción de una bodega con materiales de madera y lamina, la cual estará en funcionamiento por todo el periodo que dure la obra.

### **Construcción de cerco perimetral.**

Se utilizarán materiales como madera, mamparas de triplay, lamina o cualquier otro material que sirva para la delimitación física del predio en construcción, con la finalidad de evitar el paso a personal no autorizado y proteger a los peatones.

### **Colocación de baños portátiles.**

Se colocarán baños móviles (uno por cada 25 personas), por medio de la contratación de alguna compañía especializada en este tipo de servicio.

### **b) Preparación del sitio, cambio de uso de suelo.**

En la preparación del sitio del polígono 1 y 2 se realizará el desmonte, deshierbe y despalme de la vegetación existente, que consiste en:

Para la ejecución del cambio de uso de suelo, se solicita un de hasta 24 meses, durante este tiempo solicitado los responsables de la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán concluir con las actividades de remoción de la vegetación forestal, así como dar cumplimiento a las actividades de rescate de la flora y fauna silvestre, lo mismo que aplicar conforme avances las medidas de mitigación ambiental en cada una de las actividades del proyecto finalizando en este período con la limpieza del sitio una vez concluido y finiquitado el proyecto en mención.

#### **1. Actividades preliminares**

De manera previa a cualquier actividad relacionada con el cambio de uso de suelo, se deberán realizar recorridos de forma conjunta entre el personal que decida contratar el responsable del proyecto y su encargado de obra o en su caso por el mismo promovente, para el caso del personal profesional, este deberá tener y acreditar la experiencia necesaria en manejo de flora y fauna silvestre, así como en manejo ambiental; los recorridos iniciales tendrán como finalidad la delimitación del área del proyecto, la identificación y localización dentro del área de las especies de flora silvestre susceptibles de ser rescatadas, posibles nichos ecológicos de la fauna silvestre y sobre todo marcar de forma correcta el área con la finalidad de evitar daños a la vegetación y zonas aledañas.

#### **2. Rescate de flora y fauna**

**Flora:** esta actividad consiste, en la participación de forma directa del personal técnico contratado, el personal encargado por parte del promovente y en su caso del mismo responsable del proyecto, en actividades de localización, extracción, acarreo y trasplante de las especies de flora silvestre señaladas como propicias para su rescate, para su resguardo en sitios temporales de almacenamiento y rehabilitación, con la finalidad de que una vez garantizada la recuperación de la planta, esta sea transportada a los sitios destinados para su reubicación.

Esta actividad, debe ser planeada con días de anticipación a las actividades de derribo, toda vez que las plantas rescatadas deben de estar en óptimas condiciones en el sitio de extracción y sin daños físicos

que pudieran causar el inicio de los derribos sobre todo en individuos de alturas mayores a los cuatro metros. Una vez obtenida la meta propuesta en cuanto a número de individuos rescatados por especie, se dará por concluida la acción del rescate de flora silvestre.

**Fauna:** de acuerdo a lo evaluado durante los recorridos de campo para la caracterización física y biológica del área del sitio solicitada al CUSTF, se localizaron tres grupos de fauna silvestre y que corresponden a mamíferos, reptiles y aves, sin presencia de anfibios en el lugar, siendo el grupo de aves los de mayor presencia.

Para el caso del rescate de mamíferos y réptiles, se harán recorridos en la zona del proyecto con el equipo de captura idóneo, que consiste en pinzas y ganchos herpetológicos, bolsas de manta, cajas transportadoras de uso veterinario y la localización de individuos será por medio de la revisión de nidos, nichos ecológicos, con la finalidad de capturar las especies presentes en su momento. Se pondrá a consideración del responsable del proyecto, la colocación de trampas Sherman y Tomahawk durante los horarios nocturnos, con la finalidad de poder realizar captura utilizando métodos de trampeo y colocación de cebos.

Esta actividad debe de ser planificada por el asesor ambiental, por lo menos con dos semanas de anticipación antes de llevar a cabo actividades relacionadas con el derribo de árboles, en caso de ser necesario estas actividades continuaran durante el derribo de árboles por medio de la liberación de superficies conforme se dé el avance en la remoción de la vegetación.

### **3. Desmante (Remoción de la vegetación)**

Esta actividad consiste en la remoción de la vegetación forestal, la acción de derribo de árboles se realizará de manera gradual, ésta actividad se hará de forma ascendente, es decir se iniciará liberando el suelo del estrato herbáceo, posteriormente se hará la remoción del estrato arbustivo y para finalizar se hará el derribo de forma direccional del estrato arbóreo; se propone esta secuencia en la remoción del arbolado, ya que así, se facilitará el retiro de la misma al ser de forma ordenada y de igual forma disminuirá riesgos de daños a la vegetación aledaña y accidentes al personal responsable de esta actividad por el mal manejo de los residuos vegetales generados.

### **4. Despalme**

Considerando el tipo de proyecto al que se hace referencia, el despalme se hará de forma gradual y conforme se avance en las actividades de construcción del inmueble, cabe mencionar que el despalme solo se hará en las áreas destinadas a la construcción de los edificios proyectados en el proyecto arquitectónico, y solo donde sea necesaria la nivelación del terreno considerando que las pendientes van de un rango de 0 a 20% en promedio, el producto del despalme será esparcido o distribuido en una zona de almacenamiento temporal para posteriormente ser reutilizado para el establecimiento de áreas verdes.

## **5. Limpieza**

Consiste en retirar todos los residuos vegetales (incluyendo ramas, hojas, cortezas hierbas y malezas) que no tengan uso doméstico; estos serán almacenados en áreas específicas para su reincorporación al suelo, donde se llevarán a cabo las obras de conservación y retención de suelo.

Para evitar la erosión del suelo se triturará toda la materia orgánica y se pondrá en las plantas que no hayan sido removidas para favorecer su estancia en el sitio del proyecto para la generación de sombra y en algunos casos mejorar la vista escénica.

Si los responsables del proyecto lo deciden, el producto maderable obtenido del cambio de uso de suelo, será donado a la población para su uso doméstico y en caso de su comercialización, se solicitará la documentación legal necesaria ante la SEMARNAT, para su transporte legal.

## **6. Construcción.**

Una vez que se tenga el trazo y nivelación del terreno, se dará inicio con la Etapa de Construcción de las obras civiles, las cual contempla de manera general cortes y excavaciones, cimentación, albañilerías, instalación de redes hidráulica, pluvial, sanitaria y eléctrica.

## **7. Operación y mantenimiento.**

Durante la etapa de operación, el proyecto contará con una capacidad instalada para procesar 850 ton/día de residuos sólidos. Su proceso permitirá la generación de 4 corrientes: 357 ton/día de materia orgánica, 212.5 ton/día de valorizables y 280.5 de residuos no valorizables. Estos últimos, se dividen en dos categorías: residuos con potencial de aprovechamiento energético y residuos de rechazo. Entre los productos finales del CIRRSU se incluirán biofertilizantes, materiales con valor comercial, combustibles derivados de residuos (CDR's) y residuos de rechazo que serán destinados a la celda de disposición final (relleno sanitario).

El relleno sanitario se construirá, operará y clausurará con base en la NOM-083- SEMARNAT-2003. En una primera etapa y se construirá una celda de emergencia a fin de disponer de manera temporal el 100 % de residuos que lleguen al CIRRSU en una superficie de 4.7 ha, con lo cual se calcula que tenga una vida útil de 3 años, tiempo razonable para disponer los residuos en tanto se construyen las plantas de procesamiento.

Una vez construidas las plantas, el relleno sanitario se diseñará para disponer el rechazo por un tiempo de 20 años.

La celda contará con un desplante impermeable a base de geomembrana de PAD de 1mm de espesor, contando con pendientes para la recolección de lixiviados y su posterior recirculación a los residuos sólidos para acelerar su estabilización. Además, contará con pozos para la extracción pasiva del biogás generado para su control y evitar su fuga a la atmosfera.

Durante la operación de la celda se conformarán las celdas diarias de residuos, que serán compactadas hasta alcanzar una densidad de 0.900 ton/m<sup>3</sup>, y serán cubiertas de con material terreo diariamente. Una vez alcanzada la vida útil, tanto de la celda de emergencia como del relleno sanitario, serán clausurados.

Como parte de la operatividad del proyecto con la finalidad brindar un buen servicio al público general, se tiene contemplado realizar el mantenimiento preventivo de manera periódica en instalaciones y equipos, así como y mantenimiento correctivo si fuese necesario dentro de la vida útil. En el desarrollo del proyecto en etapa de operación y mantenimiento, uno de los objetivos es la generación de fuentes de empleo temporal y permanente en la zona, de acuerdo al promovente, la puesta en marcha y operación de la tienda, generará una base de trabajadores de alrededor de 100 empleados, considerándose directos e indirectos., desde puestos gerenciales, administrativos, operativos, vigilancia, personal operativo de la planta. La vida útil del proyecto es de 20 años, considerando las siguientes etapas:

**II.2.1 Programa general de trabajo**

En el cuadro II.11, se presenta el programa general de trabajo correspondiente a las actividades que forman parte del presente proyecto y el tiempo durante el cual serán ejecutadas.

Cuadro II. 11 Programa general de trabajo.

| Actividades   | Año |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|--|--|--|--|--|
|   | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4 al 20 |  |  |  |  |  |
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |         |  |  |  |  |  |
| 1. PREPARACION DEL SITIO  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Desmante  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Deshierbe   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Despalme  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Actividades provisionales   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 2.- CONSTRUCCION  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Terracerías   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Cimentaciones y estructura  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Techumbres  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Albañilería   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Muros   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Plafones  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Acabados y recubrimientos   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Pinturas  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Instalaciones (hidrosanitarias y de purificación, red contra incendio, eléctrica, hidráulicas y especiales) |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 3.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Operación de la obra  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Mantenimiento general de las instalaciones  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Limpieza y aseo diario de las instalaciones   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 4. ABANDONO DEL SITIO   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Abandono del sitio (desmantelamiento y restauración)  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |

### **II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.**

Para la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, fue necesario llevar a cabo trabajos de campo y gabinete, con la finalidad de delimitar los polígonos de interés y su sistema ambiental, en donde se realizaron los estudios que dieron a conocer los aspectos bióticos y abióticos, de los cuales derivan la toma de decisión para la ejecución del cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la gestión de los residuos sólidos generados en la zona metropolitana de Oaxaca.

A continuación, se mencionan los estudios realizados.

#### **a) Estudio de flora.**

Con la finalidad de tener un panorama de las condiciones actuales de la vegetación del Sistema Ambiental que permita realizar una comparación con la vegetación presente en el área del Proyecto, se llevó a cabo la caracterización de ambos sitios aplicando la siguiente metodología.

El muestreo aplicado fue *simple aleatorio*, el cual consistió en la toma de muestras de vegetación presente en un área del sistema ambiental y en los dos polígonos que forman parte del área del proyecto. Esta metodología se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse. En cuanto a la forma y tamaño de los sitios de muestreo, para el muestreo del estrato arbóreo se emplearon sitios de 200 m<sup>2</sup> cada uno, donde se midieron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (1.3 m)  $\geq$  5.0 cms. En esta misma superficie se contabilizaron los arbustos existentes en un área de 25 m<sup>2</sup> (5x5 m), considerando como tal a aquellos individuos con ramificación desde la base y de consistencia leñosa. Las hierbas fueron muestreadas en cuadros de 1m<sup>2</sup>.

#### **Sistema Ambiental.**

Para la realización del estudio de flora en el Sistema Ambiental de estudio, se determinó realizar:

- 20 sitios de muestreo en **Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino**, para un total de 4,000 metros cuadrados.
- 5 sitios de muestreo en **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia**, para un total de 1,000 metros cuadrados.

Esto debido a que estos dos tipos de vegetación, son los presentes en los 2 Polígonos en estudio, con la finalidad de homogenizar los datos de estudio

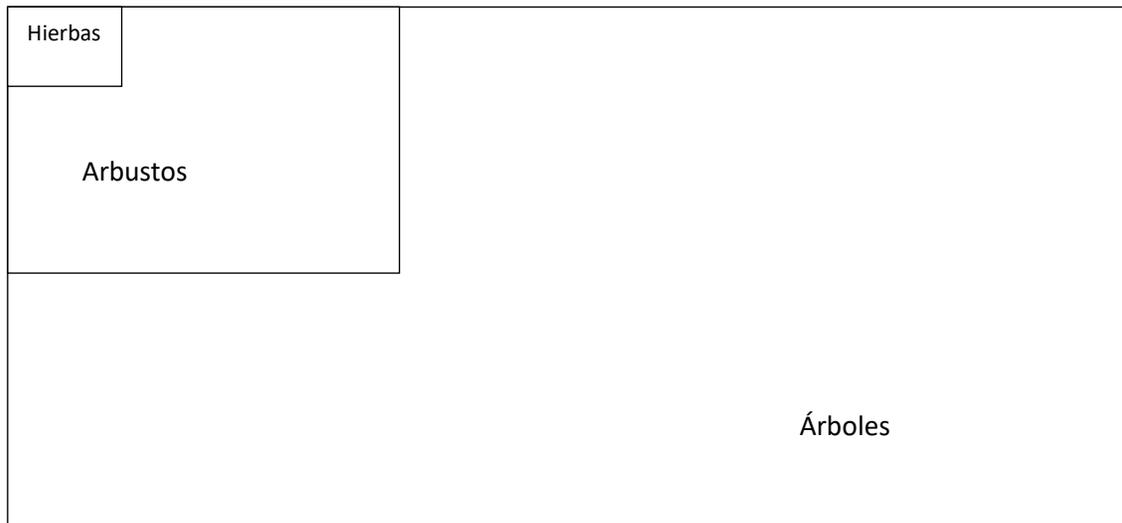


Figura II. 16 Esquema de los sitios de muestreo (1: sitio de 1 m<sup>2</sup> para el muestreo de las hierbas)

Los parámetros que se tomaron para las plantas fueron los siguientes:

- Identidad taxonómica (en caso de no conocer la especie, se asignó un nombre de morfoespecie, alusivo a alguna característica morfológica de la planta, que permitiera reconocerla posteriormente durante el muestreo). En caso de no reconocer la especie, se hicieron las colectas botánicas para su posterior determinación taxonómica.
- Altura (m). Se midió desde el nivel del suelo hasta la copa.
- Diámetro a la altura del pecho (1.3m) (DAP)(cms) (solo para árboles).
- Cobertura de copa (diámetro mayor y su perpendicular) (solo para arbustos).

A continuación, se presentan las coordenadas de los 20 sitios de Muestreo ubicados en Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino.

Cuadro II. 12 Coordenadas de los sitios de muestreo 1 y 2, VSa/BQ.

| ZONA CARTOGRAFICA            |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
|------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| BANDA                        |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 1 (Coordenadas UTM)    |            |              | SITIO 2 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                      |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                     | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                           | 786,251.12 | 1,852,935.12 | V1                        | 786,376.93 | 1,852,887.31 |
| V2                           | 786,251.10 | 1,852,944.09 | V2                        | 786,383.02 | 1,852,886.95 |
| V3                           | 786,269.80 | 1,852,942.57 | V3                        | 786,377.51 | 1,852,868.38 |
| V4                           | 786,270.51 | 1,852,937.04 | V4                        | 786,370.89 | 1,852,868.74 |
| ARBUSTIVO                    |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                           | 786,251.12 | 1,852,935.12 | V1                        | 786,376.93 | 1,852,887.31 |
| V2                           | 786,251.92 | 1,852,939.11 | V2                        | 786,380.82 | 1,852,884.04 |
| V3                           | 786,255.95 | 1,852,940.72 | V3                        | 786,380.10 | 1,852,881.93 |
| V4                           | 786,254.72 | 1,852,937.27 | V4                        | 786,375.20 | 1,852,880.98 |
| HERBACEO                     |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                           | 786,251.12 | 1,852,935.12 | V1                        | 786,376.93 | 1,852,887.31 |

Cuadro II. 13 Coordenadas de los sitios de muestreo 3 y 4, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 3 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 4 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,414.85 | 1,852,734.78 | V1                        | 786,462.50 | 1,852,888.14 |
| V2                                    | 786,423.55 | 1,852,738.11 | V2                        | 786,469.81 | 1,852,891.56 |
| V3                                    | 786,421.12 | 1,852,720.35 | V3                        | 786,476.32 | 1,852,875.92 |
| V4                                    | 786,412.20 | 1,852,717.24 | V4                        | 786,465.59 | 1,852,872.45 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,414.85 | 1,852,734.78 | V1                        | 786,462.50 | 1,852,888.14 |
| V2                                    | 786,417.81 | 1,852,736.59 | V2                        | 786,467.69 | 1,852,890.53 |
| V3                                    | 786,417.00 | 1,852,733.26 | V3                        | 786,468.48 | 1,852,887.33 |
| V4                                    | 786,412.97 | 1,852,731.76 | V4                        | 786,462.85 | 1,852,885.71 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,414.85 | 1,852,734.78 | V1                        | 786,462.50 | 1,852,888.14 |

Cuadro II. 14 Coordenadas de los sitios de muestreo 5 y 6, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 5 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 6 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,467.69 | 1,853,049.01 | V1                        | 786,367.30 | 1,853,102.58 |
| V2                                    | 786,475.05 | 1,853,056.75 | V2                        | 786,369.24 | 1,853,092.97 |
| V3                                    | 786,485.80 | 1,853,043.39 | V3                        | 786,349.99 | 1,853,088.73 |
| V4                                    | 786,477.99 | 1,853,036.52 | V4                        | 786,347.59 | 1,853,092.68 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,467.69 | 1,853,049.01 | V1                        | 786,367.30 | 1,853,102.58 |
| V2                                    | 786,470.62 | 1,853,053.04 | V2                        | 786,367.61 | 1,853,095.28 |
| V3                                    | 786,474.49 | 1,853,050.65 | V3                        | 786,364.43 | 1,853,094.02 |
| V4                                    | 786,471.11 | 1,853,048.39 | V4                        | 786,361.94 | 1,853,096.42 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,467.69 | 1,853,049.01 | V1                        | 786,367.30 | 1,853,102.58 |

Cuadro II. 15 Coordenadas de los sitios de muestreo 7 y 8, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 7 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 8 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,329.54 | 1,853,093.66 | V1                        | 786,379.79 | 1,853,015.26 |
| V2                                    | 786,334.51 | 1,853,088.96 | V2                        | 786,388.02 | 1,853,014.05 |
| V3                                    | 786,330.70 | 1,853,071.30 | V3                        | 786,385.26 | 1,852,997.62 |
| V4                                    | 786,324.76 | 1,853,076.09 | V4                        | 786,377.05 | 1,852,996.73 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,329.54 | 1,853,093.66 | V1                        | 786,379.79 | 1,853,015.26 |
| V2                                    | 786,333.77 | 1,853,088.84 | V2                        | 786,385.59 | 1,853,012.46 |
| V3                                    | 786,332.71 | 1,853,088.05 | V3                        | 786,382.63 | 1,853,010.65 |
| V4                                    | 786,329.90 | 1,853,090.56 | V4                        | 786,379.43 | 1,853,010.27 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,329.54 | 1,853,093.66 | V1                        | 786,379.79 | 1,853,015.26 |

Cuadro II. 16 Coordenadas de los sitios de muestreo 9 y 10, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 9 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 10 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,372.31 | 1,853,229.56 | V1                         | 786,740.37 | 1,853,557.69 |
| V2                                    | 786,381.53 | 1,853,225.92 | V2                         | 786,749.11 | 1,853,558.26 |
| V3                                    | 786,379.84 | 1,853,208.73 | V3                         | 786,748.73 | 1,853,539.20 |
| V4                                    | 786,368.06 | 1,853,212.12 | V4                         | 786,738.92 | 1,853,538.96 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,372.31 | 1,853,229.56 | V1                         | 786,740.37 | 1,853,557.69 |
| V2                                    | 786,377.57 | 1,853,226.64 | V2                         | 786,744.44 | 1,853,556.64 |
| V3                                    | 786,374.96 | 1,853,222.84 | V3                         | 786,744.28 | 1,853,552.76 |
| V4                                    | 786,370.99 | 1,853,224.34 | V4                         | 786,739.89 | 1,853,554.03 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,372.31 | 1,853,229.56 | V1                         | 786,740.37 | 1,853,557.69 |

Cuadro II. 17 Coordenadas de los sitios de muestreo 11 y 12, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 11 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 12 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,552.83 | 1,853,546.63 | V1                         | 786,525.07 | 1,853,634.85 |
| V2                                    | 786,561.81 | 1,853,545.31 | V2                         | 786,529.64 | 1,853,628.38 |
| V3                                    | 786,557.36 | 1,853,527.42 | V3                         | 786,511.39 | 1,853,612.85 |
| V4                                    | 786,551.05 | 1,853,528.44 | V4                         | 786,508.09 | 1,853,619.89 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,552.83 | 1,853,546.63 | V1                         | 786,525.07 | 1,853,634.85 |
| V2                                    | 786,558.01 | 1,853,542.60 | V2                         | 786,524.53 | 1,853,627.20 |
| V3                                    | 786,558.58 | 1,853,539.62 | V3                         | 786,521.12 | 1,853,626.71 |
| V4                                    | 786,554.40 | 1,853,541.00 | V4                         | 786,519.05 | 1,853,630.01 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,552.83 | 1,853,546.63 | V1                         | 786,525.07 | 1,853,634.85 |

Cuadro II. 18 Coordenadas de los sitios de muestreo 13 y 14, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 13 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 14 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,345.69 | 1,853,604.18 | V1                         | 786,218.51 | 1,853,611.33 |
| V2                                    | 786,352.19 | 1,853,612.69 | V2                         | 786,228.26 | 1,853,608.36 |
| V3                                    | 786,365.17 | 1,853,599.91 | V3                         | 786,220.70 | 1,853,591.53 |
| V4                                    | 786,360.04 | 1,853,592.42 | V4                         | 786,212.22 | 1,853,594.85 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,345.69 | 1,853,604.18 | V1                         | 786,218.51 | 1,853,611.33 |
| V2                                    | 786,349.59 | 1,853,607.56 | V2                         | 786,222.30 | 1,853,607.39 |
| V3                                    | 786,353.36 | 1,853,605.28 | V3                         | 786,223.21 | 1,853,603.08 |
| V4                                    | 786,349.55 | 1,853,602.35 | V4                         | 786,220.63 | 1,853,604.49 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,345.69 | 1,853,604.18 | V1                         | 786,218.51 | 1,853,611.33 |

Cuadro II. 19 Coordenadas de los sitios de muestreo 15 Y 16, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 15 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 16 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,222.62 | 1,853,931.21 | V1                         | 786,573.34 | 1,853,055.53 |
| V2                                    | 786,231.70 | 1,853,930.34 | V2                         | 786,581.60 | 1,853,052.54 |
| V3                                    | 786,224.14 | 1,853,912.96 | V3                         | 786,570.58 | 1,853,038.88 |
| V4                                    | 786,214.23 | 1,853,912.05 | V4                         | 786,564.13 | 1,853,042.23 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,222.62 | 1,853,931.21 | V1                         | 786,573.34 | 1,853,055.53 |
| V2                                    | 786,225.84 | 1,853,929.15 | V2                         | 786,576.68 | 1,853,053.03 |
| V3                                    | 786,224.63 | 1,853,924.26 | V3                         | 786,575.75 | 1,853,050.91 |
| V4                                    | 786,222.06 | 1,853,925.11 | V4                         | 786,572.20 | 1,853,053.52 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,222.62 | 1,853,931.21 | V1                         | 786,573.34 | 1,853,055.53 |

Cuadro II. 20 Coordenadas de los sitios de muestreo 17 Y 18, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 17 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 18 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,677.62 | 1,852,990.27 | V1                         | 786,741.97 | 1,852,966.23 |
| V2                                    | 786,686.71 | 1,852,988.96 | V2                         | 786,750.89 | 1,852,969.23 |
| V3                                    | 786,680.04 | 1,852,969.04 | V3                         | 786,753.66 | 1,852,953.76 |
| V4                                    | 786,668.93 | 1,852,970.33 | V4                         | 786,745.38 | 1,852,950.77 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,677.62 | 1,852,990.27 | V1                         | 786,741.97 | 1,852,966.23 |
| V2                                    | 786,680.67 | 1,852,986.00 | V2                         | 786,747.64 | 1,852,965.53 |
| V3                                    | 786,679.32 | 1,852,983.43 | V3                         | 786,747.78 | 1,852,963.09 |
| V4                                    | 786,674.94 | 1,852,983.48 | V4                         | 786,743.42 | 1,852,961.60 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,677.62 | 1,852,990.27 | V1                         | 786,741.97 | 1,852,966.23 |

Cuadro II. 21 Coordenadas de los sitios de muestreo 19 y 20, VSa/BQ.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 19 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 20 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,862.22 | 1,852,959.33 | V1                         | 786,880.69 | 1,853,005.65 |
| V2                                    | 786,871.51 | 1,852,958.24 | V2                         | 786,886.90 | 1,853,011.60 |
| V3                                    | 786,868.54 | 1,852,941.36 | V3                         | 786,902.38 | 1,852,995.31 |
| V4                                    | 786,861.19 | 1,852,940.82 | V4                         | 786,896.27 | 1,852,989.91 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,862.22 | 1,852,959.33 | V1                         | 786,880.69 | 1,853,005.65 |
| V2                                    | 786,864.70 | 1,852,956.93 | V2                         | 786,885.37 | 1,853,006.49 |
| V3                                    | 786,866.89 | 1,852,953.19 | V3                         | 786,890.36 | 1,853,000.80 |
| V4                                    | 786,861.55 | 1,852,953.67 | V4                         | 786,888.15 | 1,852,998.22 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,862.22 | 1,852,959.33 | V1                         | 786,880.69 | 1,853,005.65 |

Cuadro II. 22 Coordenadas de los sitios de muestreo 1 y 2, VSa/SBC.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 1 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 2 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 785,843.00 | 1,852,494.00 | V1                        | 786,625.00 | 1,852,481.00 |
| V2                                    | 785,855.00 | 1,852,492.00 | V2                        | 786,633.00 | 1,852,485.00 |
| V3                                    | 785,853.00 | 1,852,475.00 | V3                        | 786,647.00 | 1,852,471.00 |
| V4                                    | 785,844.00 | 1,852,477.00 | V4                        | 786,638.00 | 1,852,469.00 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 785,843.00 | 1,852,494.00 | V1                        | 786,625.00 | 1,852,481.00 |
| V2                                    | 785,849.00 | 1,852,494.00 | V2                        | 786,631.00 | 1,852,485.00 |
| V3                                    | 785,849.00 | 1,852,487.00 | V3                        | 786,634.00 | 1,852,480.00 |
| V4                                    | 785,846.00 | 1,852,489.00 | V4                        | 786,633.00 | 1,852,480.00 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 785,843.00 | 1,852,494.00 | V1                        | 786,625.00 | 1,852,481.00 |

Cuadro II. 23 Coordenadas de los sitios de muestreo 3 y 4, VSa/SBC.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 3 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 4 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,560.00 | 1,852,545.00 | V1                        | 786,494.00 | 1,852,673.00 |
| V2                                    | 786,560.00 | 1,852,538.00 | V2                        | 786,500.00 | 1,852,675.00 |
| V3                                    | 786,545.00 | 1,852,533.00 | V3                        | 786,501.00 | 1,852,660.00 |
| V4                                    | 786,543.00 | 1,852,540.00 | V4                        | 786,496.00 | 1,852,659.00 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,560.00 | 1,852,545.00 | V1                        | 786,494.00 | 1,852,673.00 |
| V2                                    | 786,563.00 | 1,852,539.00 | V2                        | 786,497.00 | 1,852,674.00 |
| V3                                    | 786,562.00 | 1,852,540.00 | V3                        | 786,499.00 | 1,852,670.00 |
| V4                                    | 786,558.00 | 1,852,544.00 | V4                        | 786,498.00 | 1,852,671.00 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,560.00 | 1,852,545.00 | V1                        | 786,494.00 | 1,852,673.00 |

Cuadro II. 24 Coordenadas de los sitios de muestreo 5, VSa/SBC.

| <b>COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO</b> |            |                 |
|--|------------|-----------------|
| <b>PROYECCION</b>                            |            | <b>UTM</b>      |
| <b>DATUM</b>                                 |            | <b>WGS1984</b>  |
| <b>ZONA CARTOGRAFICA</b>                     |            | <b>14 NORTE</b> |
| <b>BANDA</b>                                 |            | <b>Q</b>        |
| <b>DIRECCION DE LAS</b>                      |            | <b>HORARIA</b>  |
| <b>SITIO 5 (Coordenadas UTM)</b>             |            |                 |
| <b>ARBOREO</b>                               |            |                 |
| <b>Vértices</b>                              | <b>X</b>   | <b>Y</b>        |
| V1   | 785,829.00 | 1,852,347.00    |
| V2   | 785,829.00 | 1,852,342.00    |
| V3   | 785,810.00 | 1,852,335.00    |
| V4   | 785,810.00 | 1,852,343.00    |
| <b>ARBUSTIVO</b>                             |            |                 |
| V1   | 785,829.00 | 1,852,347.00    |
| V2   | 785,826.00 | 1,852,344.00    |
| V3   | 785,824.00 | 1,852,341.00    |
| V4   | 785,824.00 | 1,852,344.00    |
| <b>HERBACEO</b>                              |            |                 |
| V1   | 785,829.00 | 1,852,347.00    |

**Área de estudio.**

Para la realización del estudio en el área de estudio, se determinó realizar:

- Polígono 1: 20 sitios de muestreo en Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, para un total de 4,000 metros cuadrados.
- Polígono 2: 5 sitios de muestreo en Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, para un total de 1,000 metros cuadrados.

A continuación, se presentan las coordenadas del polígono 1 ubicados en Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino

Cuadro II. 25 Coordenadas del sitio de muestreo 1,2,3 y 4 Polígono 1.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 1 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 2 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,644.27 | 1,853,499.36 | V1                        | 786,652.76 | 1,853,463.82 |
| V2                                    | 786,652.08 | 1,853,490.27 | V2                        | 786,661.26 | 1,853,466.03 |
| V3                                    | 786,641.82 | 1,853,475.74 | V3                        | 786,660.92 | 1,853,451.74 |
| V4                                    | 786,634.56 | 1,853,483.61 | V4                        | 786,649.93 | 1,853,452.15 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,644.27 | 1,853,499.36 | V1                        | 786,652.76 | 1,853,463.82 |
| V2                                    | 786,646.88 | 1,853,495.74 | V2                        | 786,652.79 | 1,853,469.46 |
| V3                                    | 786,646.91 | 1,853,493.75 | V3                        | 786,653.70 | 1,853,464.71 |
| V4                                    | 786,642.19 | 1,853,495.46 | V4                        | 786,649.63 | 1,853,466.54 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,644.27 | 1,853,499.36 | V1                        | 786,652.76 | 1,853,463.82 |
| SITIO 3 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 4 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,776.66 | 1,853,367.70 | V1                        | 786,581.91 | 1,853,439.82 |
| V2                                    | 786,788.24 | 1,853,363.32 | V2                        | 786,594.60 | 1,853,440.55 |
| V3                                    | 786,783.24 | 1,853,346.42 | V3                        | 786,592.91 | 1,853,423.36 |
| V4                                    | 786,770.83 | 1,853,348.69 | V4                        | 786,582.89 | 1,853,422.45 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,776.66 | 1,853,367.70 | V1                        | 786,581.91 | 1,853,439.82 |
| V2                                    | 786,786.94 | 1,853,365.08 | V2                        | 786,589.61 | 1,853,438.27 |
| V3                                    | 786,783.71 | 1,853,359.38 | V3                        | 786,590.17 | 1,853,436.50 |
| V4                                    | 786,783.05 | 1,853,360.37 | V4                        | 786,584.09 | 1,853,436.53 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,776.66 | 1,853,367.70 | V1                        | 786,581.91 | 1,853,439.82 |

Cuadro II. 26 Coordenadas del sitio de muestreo 5,6, 7, 8,9 y 10 Polígono 1.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                                   |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|-----------------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                               |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                           |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                          |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                                 |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                           |            |              |
| <b>SITIO 5 (Coordenadas UTM)</b>      |            |              | <b>SITIO 6 (Coordenadas UTM)</b>  |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,733.11 | 1,853,344.97 | V1                                | 786,793.92 | 1,853,306.81 |
| V2                                    | 786,737.69 | 1,853,337.83 | V2                                | 786,798.88 | 1,853,302.67 |
| V3                                    | 786,713.22 | 1,853,332.29 | V3                                | 786,796.84 | 1,853,288.02 |
| V4                                    | 786,712.39 | 1,853,338.59 | V4                                | 786,787.83 | 1,853,291.22 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,733.11 | 1,853,344.97 | V1                                | 786,793.92 | 1,853,306.81 |
| V2                                    | 786,734.13 | 1,853,340.55 | V2                                | 786,796.19 | 1,853,304.62 |
| V3                                    | 786,727.82 | 1,853,341.46 | V3                                | 786,797.29 | 1,853,302.09 |
| V4                                    | 786,724.70 | 1,853,343.63 | V4                                | 786,791.96 | 1,853,301.35 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,733.11 | 1,853,344.97 | V1                                | 786,793.92 | 1,853,306.81 |
| <b>SITIO 7 (Coordenadas UTM)</b>      |            |              | <b>SITIO 8 (Coordenadas UTM)</b>  |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,905.00 | 1,853,343.00 | V1                                | 786,902.01 | 1,853,283.35 |
| V2                                    | 786,915.00 | 1,853,346.00 | V2                                | 786,910.16 | 1,853,287.56 |
| V3                                    | 786,916.00 | 1,853,327.00 | V3                                | 786,915.35 | 1,853,274.90 |
| V4                                    | 786,906.00 | 1,853,327.00 | V4                                | 786,905.16 | 1,853,270.99 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,905.00 | 1,853,343.00 | V1                                | 786,902.01 | 1,853,283.35 |
| V2                                    | 786,910.00 | 1,853,344.00 | V2                                | 786,903.66 | 1,853,287.58 |
| V3                                    | 786,910.00 | 1,853,341.00 | V3                                | 786,907.23 | 1,853,283.65 |
| V4                                    | 786,906.00 | 1,853,340.00 | V4                                | 786,902.44 | 1,853,282.92 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,905.00 | 1,853,343.00 | V1                                | 786,902.01 | 1,853,283.35 |
| <b>SITIO 9 (Coordenadas UTM)</b>      |            |              | <b>SITIO 10 (Coordenadas UTM)</b> |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,543.43 | 1,853,349.82 | V1                                | 786,610.99 | 1,853,270.00 |
| V2                                    | 786,547.10 | 1,853,354.52 | V2                                | 786,620.54 | 1,853,265.70 |
| V3                                    | 786,559.92 | 1,853,337.97 | V3                                | 786,609.79 | 1,853,248.28 |
| V4                                    | 786,549.62 | 1,853,333.96 | V4                                | 786,600.55 | 1,853,252.69 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,543.43 | 1,853,349.82 | V1                                | 786,610.99 | 1,853,270.00 |
| V2                                    | 786,544.11 | 1,853,354.81 | V2                                | 786,615.95 | 1,853,266.41 |
| V3                                    | 786,548.10 | 1,853,351.77 | V3                                | 786,613.53 | 1,853,263.39 |
| V4                                    | 786,543.66 | 1,853,349.05 | V4                                | 786,608.70 | 1,853,265.87 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,543.43 | 1,853,349.82 | V1                                | 786,610.99 | 1,853,270.00 |

Cuadro II. 27 Coordenadas del sitio de muestreo 11,12,13,14,15 y 16 Polígono 1.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                                   |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|-----------------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                               |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                           |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                          |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                                 |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                           |            |              |
| <b>SITIO 11 (Coordenadas UTM)</b>     |            |              | <b>SITIO 12 (Coordenadas UTM)</b> |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,710.21 | 1,853,239.89 | V1                                | 786,786.08 | 1,853,223.53 |
| V2                                    | 786,719.15 | 1,853,241.45 | V2                                | 786,797.93 | 1,853,222.81 |
| V3                                    | 786,715.97 | 1,853,224.13 | V3                                | 786,791.25 | 1,853,204.11 |
| V4                                    | 786,707.83 | 1,853,226.02 | V4                                | 786,781.94 | 1,853,206.31 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,710.21 | 1,853,239.89 | V1                                | 786,786.08 | 1,853,223.53 |
| V2                                    | 786,714.44 | 1,853,242.16 | V2                                | 786,789.96 | 1,853,220.93 |
| V3                                    | 786,713.65 | 1,853,237.94 | V3                                | 786,790.24 | 1,853,215.84 |
| V4                                    | 786,708.41 | 1,853,238.87 | V4                                | 786,788.09 | 1,853,216.69 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,710.21 | 1,853,239.89 | V1                                | 786,786.08 | 1,853,223.53 |
| <b>SITIO 13 (Coordenadas UTM)</b>     |            |              | <b>SITIO 14 (Coordenadas UTM)</b> |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,875.40 | 1,853,222.97 | V1                                | 786,530.96 | 1,853,285.64 |
| V2                                    | 786,883.11 | 1,853,220.64 | V2                                | 786,537.53 | 1,853,289.61 |
| V3                                    | 786,876.44 | 1,853,201.39 | V3                                | 786,542.92 | 1,853,277.16 |
| V4                                    | 786,868.70 | 1,853,205.71 | V4                                | 786,533.29 | 1,853,271.61 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,875.40 | 1,853,222.97 | V1                                | 786,530.96 | 1,853,285.64 |
| V2                                    | 786,881.19 | 1,853,220.61 | V2                                | 786,533.81 | 1,853,287.89 |
| V3                                    | 786,878.05 | 1,853,216.47 | V3                                | 786,535.34 | 1,853,285.48 |
| V4                                    | 786,872.46 | 1,853,219.50 | V4                                | 786,531.42 | 1,853,283.54 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,875.40 | 1,853,222.97 | V1                                | 786,530.96 | 1,853,285.64 |
| <b>SITIO 15 (Coordenadas UTM)</b>     |            |              | <b>SITIO 16 (Coordenadas UTM)</b> |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                        |            |              | <b>ARBOREO</b>                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                          | X          | Y            |
| V1                                    | 786,697.57 | 1,853,211.59 | V1                                | 786,844.74 | 1,853,115.24 |
| V2                                    | 786,702.11 | 1,853,207.56 | V2                                | 786,854.15 | 1,853,121.35 |
| V3                                    | 786,691.08 | 1,853,194.12 | V3                                | 786,865.02 | 1,853,107.10 |
| V4                                    | 786,680.80 | 1,853,196.97 | V4                                | 786,858.45 | 1,853,103.80 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                      |            |              | <b>ARBUSTIVO</b>                  |            |              |
| V1                                    | 786,697.57 | 1,853,211.59 | V1                                | 786,844.74 | 1,853,115.24 |
| V2                                    | 786,699.62 | 1,853,209.63 | V2                                | 786,852.45 | 1,853,120.77 |
| V3                                    | 786,695.82 | 1,853,207.03 | V3                                | 786,853.46 | 1,853,117.13 |
| V4                                    | 786,690.48 | 1,853,206.96 | V4                                | 786,849.34 | 1,853,114.53 |
| <b>HERBACEO</b>                       |            |              | <b>HERBACEO</b>                   |            |              |
| V1                                    | 786,697.57 | 1,853,211.59 | V1                                | 786,844.74 | 1,853,115.24 |

Cuadro II. 28 Coordenadas del sitio de muestreo 17,18,19 y 20 Polígono 1.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                            |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|----------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                        |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                    |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                   |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                          |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                    |            |              |
| SITIO 17 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 18 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,433.33 | 1,853,254.20 | V1                         | 786,597.97 | 1,853,112.46 |
| V2                                    | 786,439.28 | 1,853,255.83 | V2                         | 786,607.89 | 1,853,112.81 |
| V3                                    | 786,435.05 | 1,853,237.28 | V3                         | 786,606.87 | 1,853,093.31 |
| V4                                    | 786,425.57 | 1,853,236.26 | V4                         | 786,597.84 | 1,853,097.95 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,433.33 | 1,853,254.20 | V1                         | 786,597.97 | 1,853,112.46 |
| V2                                    | 786,436.31 | 1,853,254.57 | V2                         | 786,602.98 | 1,853,112.52 |
| V3                                    | 786,433.93 | 1,853,249.33 | V3                         | 786,600.00 | 1,853,112.48 |
| V4                                    | 786,428.37 | 1,853,250.03 | V4                         | 786,603.01 | 1,853,110.42 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,433.33 | 1,853,254.20 | V1                         | 786,597.97 | 1,853,112.46 |
| SITIO 19 (Coordenadas UTM)            |            |              | SITIO 20 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                    |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                   | X          | Y            |
| V1                                    | 786,727.15 | 1,853,091.72 | V1                         | 786,838.92 | 1,853,040.74 |
| V2                                    | 786,735.31 | 1,853,088.07 | V2                         | 786,846.35 | 1,853,043.39 |
| V3                                    | 786,728.61 | 1,853,070.59 | V3                         | 786,851.30 | 1,853,024.85 |
| V4                                    | 786,718.73 | 1,853,075.00 | V4                         | 786,844.10 | 1,853,020.32 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                  |            |              |
| V1                                    | 786,727.15 | 1,853,091.72 | V1                         | 786,838.92 | 1,853,040.74 |
| V2                                    | 786,732.06 | 1,853,091.24 | V2                         | 786,842.44 | 1,853,040.79 |
| V3                                    | 786,730.63 | 1,853,086.79 | V3                         | 786,843.25 | 1,853,036.26 |
| V4                                    | 786,723.06 | 1,853,086.24 | V4                         | 786,838.47 | 1,853,034.20 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                   |            |              |
| V1                                    | 786,727.15 | 1,853,091.72 | V1                         | 786,838.92 | 1,853,040.74 |

A continuación, se presentan las coordenadas de los 5 sitios de Muestreo ubicados en Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja Caducifolia del Polígono 2.

Cuadro II. 29-Coordenadas del sitio de muestreo 1,2,3 y 4 Polígono 2.

| COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO |            |              |                           |            |              |
|---------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| PROYECCION                            |            |              | UTM                       |            |              |
| DATUM                                 |            |              | WGS1984                   |            |              |
| ZONA CARTOGRAFICA                     |            |              | 14 NORTE                  |            |              |
| BANDA                                 |            |              | Q                         |            |              |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS          |            |              | HORARIA                   |            |              |
| SITIO 1 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 2 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,465.00 | 1,852,433.00 | V1                        | 786,417.00 | 1,852,475.00 |
| V2                                    | 786,473.00 | 1,852,426.00 | V2                        | 786,424.00 | 1,852,470.00 |
| V3                                    | 786,461.00 | 1,852,409.00 | V3                        | 786,410.00 | 1,852,456.00 |
| V4                                    | 786,455.00 | 1,852,415.00 | V4                        | 786,404.00 | 1,852,463.00 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,465.00 | 1,852,433.00 | V1                        | 786,417.00 | 1,852,475.00 |
| V2                                    | 786,469.00 | 1,852,430.00 | V2                        | 786,420.00 | 1,852,472.00 |
| V3                                    | 786,464.00 | 1,852,425.00 | V                         | 786,418.00 | 1,852,468.00 |
| V4                                    | 786,461.00 | 1,852,428.00 | V4                        | 786,414.00 | 1,852,472.00 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,465.00 | 1,852,433.00 | V1                        | 786,417.00 | 1,852,475.00 |
| SITIO 3 (Coordenadas UTM)             |            |              | SITIO 4 (Coordenadas UTM) |            |              |
| ARBOREO                               |            |              | ARBOREO                   |            |              |
| Vértices                              | X          | Y            | Vértices                  | X          | Y            |
| V1                                    | 786,362.00 | 1,852,513.00 | V1                        | 786,268.00 | 1,852,601.00 |
| V2                                    | 786,366.00 | 1,852,507.00 | V2                        | 786,279.00 | 1,852,598.00 |
| V3                                    | 786,353.00 | 1,852,493.00 | V3                        | 786,273.00 | 1,852,590.00 |
| V4                                    | 786,350.00 | 1,852,500.00 | V4                        | 786,262.00 | 1,852,593.00 |
| ARBUSTIVO                             |            |              | ARBUSTIVO                 |            |              |
| V1                                    | 786,362.00 | 1,852,513.00 | V1                        | 786,268.00 | 1,852,601.00 |
| V2                                    | 786,364.00 | 1,852,509.00 | V2                        | 786,272.00 | 1,852,600.00 |
| V3                                    | 786,362.00 | 1,852,506.00 | V3                        | 786,269.00 | 1,852,595.00 |
| V4                                    | 786,361.00 | 1,852,513.00 | V4                        | 786,263.00 | 1,852,595.00 |
| HERBACEO                              |            |              | HERBACEO                  |            |              |
| V1                                    | 786,362.00 | 1,852,513.00 | V1                        | 786,268.00 | 1,852,601.00 |

Cuadro II. 30- Coordenadas del sitio de muestreo 5 Polígono 2.

| <b>COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO</b> |            |              |
|--|------------|--------------|
| <b>PROYECCION</b>                            |            |              |
| <b>DATUM</b>                                 |            |              |
| <b>ZONA CARTOGRAFICA</b>                     |            |              |
| <b>BANDA</b>                                 |            |              |
| <b>DIRECCION DE LAS COORDENADAS</b>          |            |              |
| <b>SITIO 5 (Coordenadas UTM)</b>             |            |              |
| <b>ARBOREO</b>                               |            |              |
| <b>Vértices</b>                              | <b>X</b>   | <b>Y</b>     |
| V1   | 786,216.00 | 1,852,672.00 |
| V2   | 786,217.00 | 1,852,673.00 |
| V3   | 786,214.00 | 1,852,655.00 |
| V4   | 786,207.00 | 1,852,662.00 |
| <b>ARBUSTIVO</b>                             |            |              |
| V1   | 786,216.00 | 1,852,672.00 |
| V2   | 786,220.00 | 1,852,669.00 |
| V3   | 786,217.00 | 1,852,666.00 |
| V4   | 786,213.00 | 1,852,669.00 |
| <b>HERBACEO</b>                              |            |              |
| V1   | 786,216.00 | 1,852,672.00 |

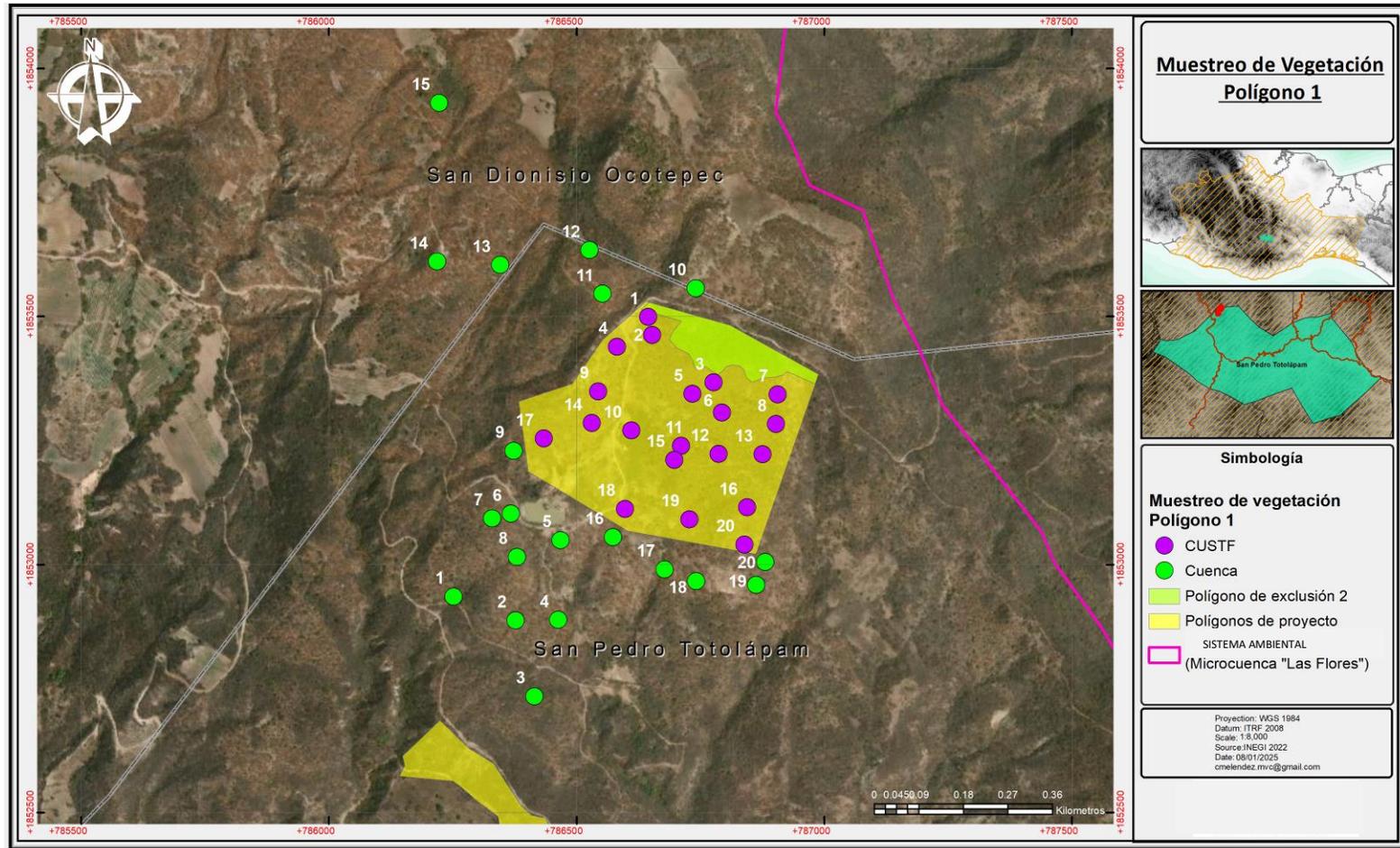


Figura II. 17 Ubicación de los sitios de muestreo polígono 1

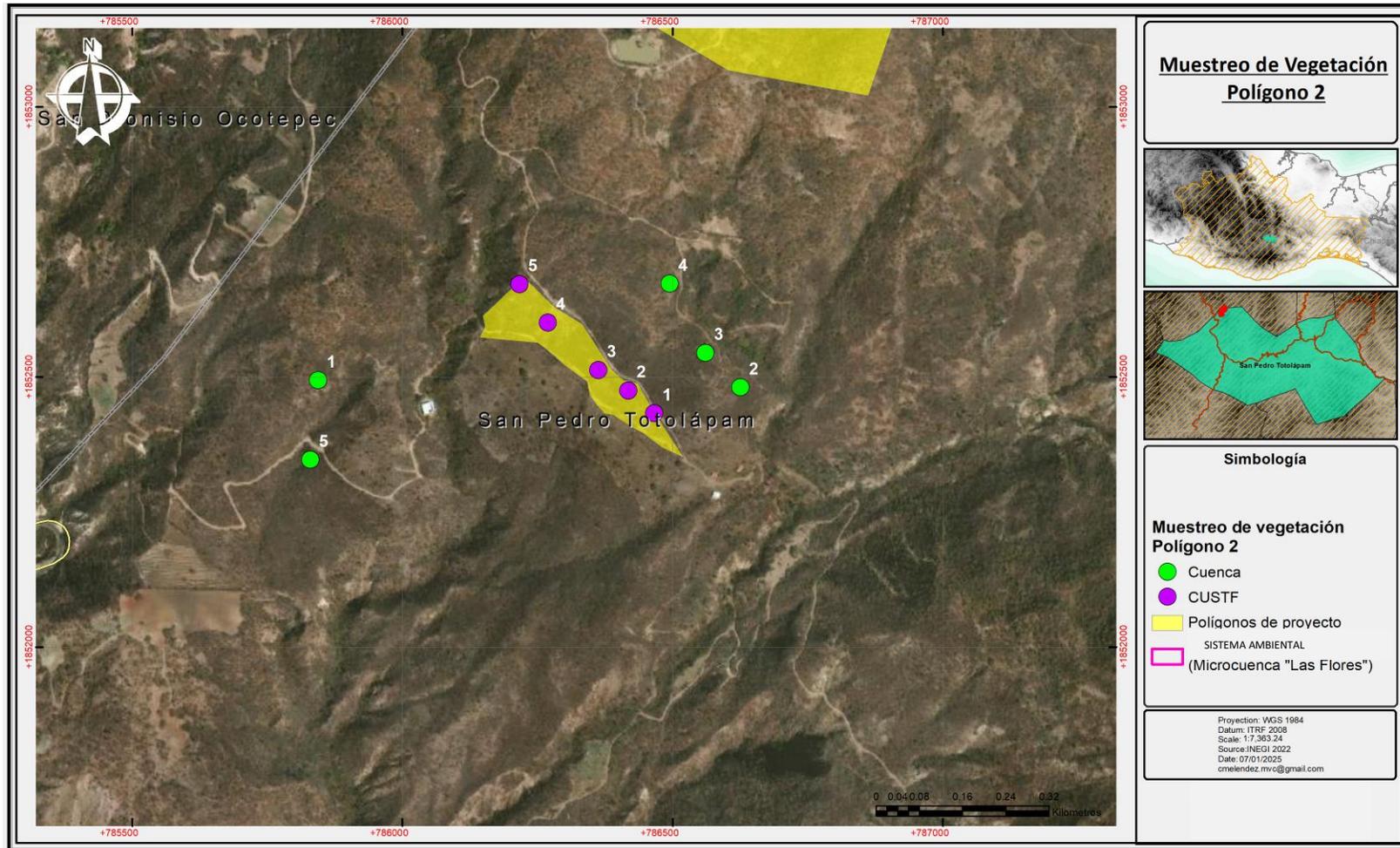


Figura II. 18. Mapa de los sitios de muestreo polígono 2

## b) Estudio de fauna.

Para la caracterización fauna en el sistema ambiental y dentro del sitio del proyecto, se realizó un estudio no extractivo de vertebrados terrestres, en el cual para un mejor manejo y estudio de la información, se realizaron transectos de búsqueda, los cuales se ocuparon para las 4 clases de fauna silvestre, optimizando el tiempo para poder registrar más especies. La selección de los sitios de muestreo se realizó a partir de la sobre posición de imágenes de satélite. Los recorridos se realizaron en horarios mixtos establecidos para cada grupo.

Se realizaron muestreos sistemáticos dirigidos, utilizando el método de transectos en franja; en el cual, la alternativa es buscar sobre una superficie definida, contando y registrando los individuos que se detectan. El transecto de franja es una unidad de muestreo rectangular muy larga y estrecha (ver figura). La visibilidad es el principal factor que determina el ancho del transecto; desde el punto de vista del método, es irrelevante si el animal está del lado derecho o del izquierdo del transecto.

Los principales criterios de este método fueron:

- Solo se deben contar los animales que estén dentro del ancho previamente definido.
- Se debe tener la certeza de contar a los animales que están dentro del transecto de franja.
- Se buscará en escondrijos (troncos huecos, cuevas, bajo piedra y hojarasca).

Los transectos se pueden ubicar de manera aleatoria o sistemática en el área, según la situación lo requiera; debe evitarse ubicar los transectos muy cercanos entre unos de otros, dado el tamaño del predio se optó por realizar los transectos en días diferentes para que no se duplicaran y poder manejar la información a la hora de comparar los resultados del proyecto con el área del sistema ambiental.

La longitud de cada transecto puede ser distinta, el número de transectos o la longitud total a muestrear estarán en función a la forma del polígono, su extensión, cuantos hábitats se pueden ubicar y la baja visibilidad, requiriendo mayor longitud total de transectos; es decir, tamaño de muestra más grande, para aquellas áreas donde se tenga menor visibilidad.

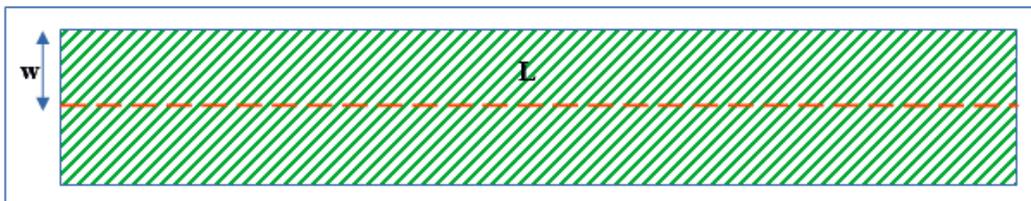


Figura II. 19. Transecto en franja. w = ancho (m), L = largo (m).

Para estimar la densidad se debe emplear el siguiente algoritmo o ecuación:

$$D = n / 2wL$$

Donde: **n** es el número de animales contados, **L** es el largo total del transecto (**metros**), y **w** es el ancho del transecto (**metros**) a cada lado de la línea media. Nótese que la multiplicación **2w** por **L** es igual a la superficie muestreada.

### **Muestreo por grupo**

El horario de muestreo utilizado en este estudio fue mixto, se comenzaron los primeros recorridos de 7:00 a 13:00 horas, continuando de 14:00 a 18:00 horas, también se realizaron recorridos nocturnos los cuales fueron de 22:00 horas a 3:00 de la mañana.

El equipo de fauna estuvo conformado por dos especialistas en el manejo e identificación de la fauna y 1 apoyo técnico. Asimismo, el equipo de campo empleado consistió en el uso de ganchos herpetológicos, 1 cámara semiprofesional con telefoto y lente macro, además botiquín de primeros auxilios con faboterapicos polivalentes anti viperinos.

### **-Herpetofauna**

Para los anfibios y reptiles, se utilizó el método de muestreo de transectos en franja; en el cual, cada transecto se recorrió a pie, registrando todos los individuos avistados en una distancia de 10m de cada lado del eje del transecto; para el grupo de los anfibios, con base en la experiencia, se hizo una modificación al muestreo, la cual consistió en realizar revisiones del área especialmente bajo piedras, bordes de cuerpos de agua y remoción somera de sustratos que estuvieran dentro del área del transecto. En el caso de los reptiles, el manejo se realizó con ganchos herpetológicos, con esto se evitaron accidentes innecesarios y el estrés de los organismos encontrados. A los individuos registrados se les tomó evidencias fotográficas con detalles precisos y las identificaciones se hicieron en campo, posteriormente se ratificó en gabinete la identificación realizada. Para este grupo conformado por los anfibios y los reptiles se utilizaron las guías de: Provincias herpetofaunísticas (Casas-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990), biodiversidad de reptiles en México (Flores-Villela y García-Vásquez, 2014). La familia Bufonidae en México (Oliver-López y Woolrich-Piña, 2009), Flores Villela, Oscar. Et al.2013., Amphibians of Central America. Köhler, Gunther. (2011)., Reptiles de América Central., Köhler, Gunther. (2008).

#### **- Mamíferos**

Para el registro y determinación de mamíferos, se recurrió a técnicas indirectas, como la localización e identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras, entre otros: así como, la observación directa de ejemplares, sobre el transecto ya definido. Para este grupo se colocaron 20 trampas sherman y 3 fototrampas, distribuidas en áreas cercanas a los transectos realizados. Para el grupo de los mamíferos se utilizaron las guías de: Manual para el rastreo de los mamíferos silvestres de México (Aranda-Sánchez, 2012). Los mamíferos silvestres de México (Ceballos y Oliva, 2005). Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México (Ramírez, 1999).

#### **- Aves**

Se aplicó el muestreo en el mismo método de transectos en franjas, esto ayudó a optimizar el tiempo de muestreo, cada transecto abarcó una extensión de 400m (ocupando la misma longitud y el mismo transecto elegido para anfibios, reptiles y mamíferos); se registraron todos los individuos avistados dentro de la longitud del transecto y a cada lado del eje a 10 m. Se tomó evidencias fotográficas de los individuos, lo que ayudó a una mejor identificación en gabinete. Varias de las especies se identificaron in situ. Con base en la experiencia se optó por no utilizar redes de niebla, debido a que el clima no permitió que se utilizara, la lluvia y sol podría estresar muy rápido las aves e incluso tener bajas. Para las aves se utilizaron las guías de: Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes, (Berlanga et al., 2015). A Guide to the birds of México and Northern Central América (Howell y Webb, 1995). Catálogo de Autoridades Taxonómicas de las Aves de México (Navarro y Gordillo (2006). Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad (Navarro-Sigüenza et al., 2014). National Audubon Society the SIBLEY guide to birds (Sibley, 2000).

#### **Identificación de especies protegidas**

La determinación de especies protegidas se realizó con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 publicado en el Diario Oficial de la Federación (SEMARNAT, 2010) y modificado el 14 de noviembre de 2019. Para el área internacional se ocupó la Lista Roja de Especies que aparece en La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), además de la lista de especies que aparecen en los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

#### **Sistema Ambiental.**

Dentro del sistema ambiental, se realizaron un total de 10 transectos y recorrerlos en diferentes días para evitar duplicar la información obtenida en cada recorrido. La longitud del transecto es de

400 m y de un ancho de 20 m (10m a cada lado), dando un total de 8,000 m<sup>2</sup> por transecto, abarcando una superficie muestreada de 80,000 m<sup>2</sup> (8.0 hectáreas.)

Cuadro II. 31 Coordenadas de sitios de transecto en el Sistema Ambiental.

| PROYECCION                   | UTM      |           |         |           |
|------------------------------|----------|-----------|---------|-----------|
| DATUM                        | WGS1984  |           |         |           |
| ZONA CARTOGRAFICA            | 14 NORTE |           |         |           |
| BANDA                        | Q        |           |         |           |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS | HORARIA  |           |         |           |
| TRANSECTO                    | INICIO   |           | FINAL   |           |
|                              | X        | Y         | X       | Y         |
| 1                            | 786,904  | 1,853,515 | 787,189 | 1,853,252 |
| 2                            | 786,997  | 1,853,110 | 786,848 | 1,852,705 |
| 3                            | 786,629  | 1,852,745 | 786,442 | 1,853,123 |
| 4                            | 786,308  | 1,853,248 | 785,940 | 1,853,046 |
| 5                            | 784,531  | 1,850,256 | 784,589 | 1,850,694 |
| 6                            | 784,084  | 1,852,742 | 784,375 | 1,853,100 |
| 7                            | 786,708  | 1,852,425 | 786,637 | 1,852,008 |
| 8                            | 786,183  | 1,852,034 | 785,792 | 1,851,870 |
| 9                            | 786,115  | 1,852,983 | 786,100 | 1,852,569 |
| 10                           | 785,042  | 1,852,091 | 784,757 | 1,851,655 |

### Área del proyecto

#### -Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Para realizar un mejor muestreo de la fauna que se encuentran dentro del polígono 1, se decidió realizar 6 (seis) transectos y recorrerlos en diferentes días para evitar duplicar la información obtenida en cada recorrido. La longitud del transecto es de 400 m y de un ancho de 20 m (10m a cada lado), dando un total de 8,000 m<sup>2</sup> por transecto, abarcando una superficie muestreada de 48,000 m<sup>2</sup> (4.8 hectáreas).

#### - Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Para realizar un mejor muestreo de la fauna que se encuentran dentro del polígono 2, se decidió realizar 4 (Cuatro) transectos y recorrerlos en diferentes días para evitar duplicar la información obtenida en cada recorrido. La longitud del transecto es de 400 m y de un ancho de 20 m (10m a cada lado), dando un total de 8,000 m<sup>2</sup> por transecto, abarcando una superficie muestreada de 32,000 m<sup>2</sup> (3.2 hectáreas).

El error de muestreo se calculó con la fórmula para el cálculo del error muestral para proporciones de poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% (Infante y Zárate 1990). La intensidad de

muestreo se calculó mediante la fórmula siguiente, tomada del manual de Romahn y Ramírez (2010).

$$f = n/N * 100$$

f= Intensidad de muestreo %

n= Número de unidades de la muestra

N=Número de unidades de toda la población

La superficie total de muestreo se determinó con base en el área del transecto (longitud por ancho) por el número de transectos, que en este caso representa a “n” y la superficie del total representa “N”.

**- Sitios de muestreo Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

Para el muestreo en el Polígono 1 se utilizaron los siguientes transectos en las siguientes coordenadas.

Cuadro II. 32 Coordenadas de transectos del área del Polígono 1.

| PROYECCION                   | UTM      |           |         |           |
|------------------------------|----------|-----------|---------|-----------|
| DATUM                        | WGS1984  |           |         |           |
| ZONA CARTOGRAFICA            | 14 NORTE |           |         |           |
| BANDA                        | Q        |           |         |           |
| DIRECCION DE LAS COORDENADAS | HORARIA  |           |         |           |
| TRANSECTO                    | INICIO   |           | FINAL   |           |
|                              | X        | Y         | X       | Y         |
| 1                            | 786,988  | 1,853,384 | 786,616 | 1,853,513 |
| 2                            | 786,566  | 1,853,448 | 786,962 | 1,853,310 |
| 3                            | 786,937  | 1,853,238 | 786,548 | 1,853,379 |
| 4                            | 786,528  | 1,853,317 | 786,911 | 1,853,162 |
| 5                            | 786,802  | 1,853,123 | 786,390 | 1,853,308 |
| 6                            | 786,406  | 1,853,208 | 786,784 | 1,853,040 |

Para el muestreo en el Polígono 2, se utilizaron los siguientes transectos en las siguientes coordenadas.

Cuadro II. 33-Coordenadas de sitios de transecto del área del Polígono 2.

| <b>PROYECCION</b>                   | <b>UTM</b>      |           |              |           |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|
| <b>DATUM</b>                        | <b>WGS1984</b>  |           |              |           |
| <b>ZONA CARTOGRAFICA</b>            | <b>14 NORTE</b> |           |              |           |
| <b>BANDA</b>                        | <b>Q</b>        |           |              |           |
| <b>DIRECCION DE LAS COORDENADAS</b> | <b>HORARIA</b>  |           |              |           |
| <b>TRANSECTO</b>                    | <b>INICIO</b>   |           | <b>FINAL</b> |           |
|                                     | <b>X</b>        | <b>Y</b>  | <b>X</b>     | <b>Y</b>  |
| 1                                   | 786,171         | 1,852,609 | 786,503      | 1,852,381 |
| 2                                   | 786,189         | 1,852,639 | 786,500      | 1,852,381 |
| 3                                   | 786,207         | 1,852,662 | 786,500      | 1,852,390 |
| 4                                   | 786,225         | 1,852,677 | 786,503      | 1,852,390 |

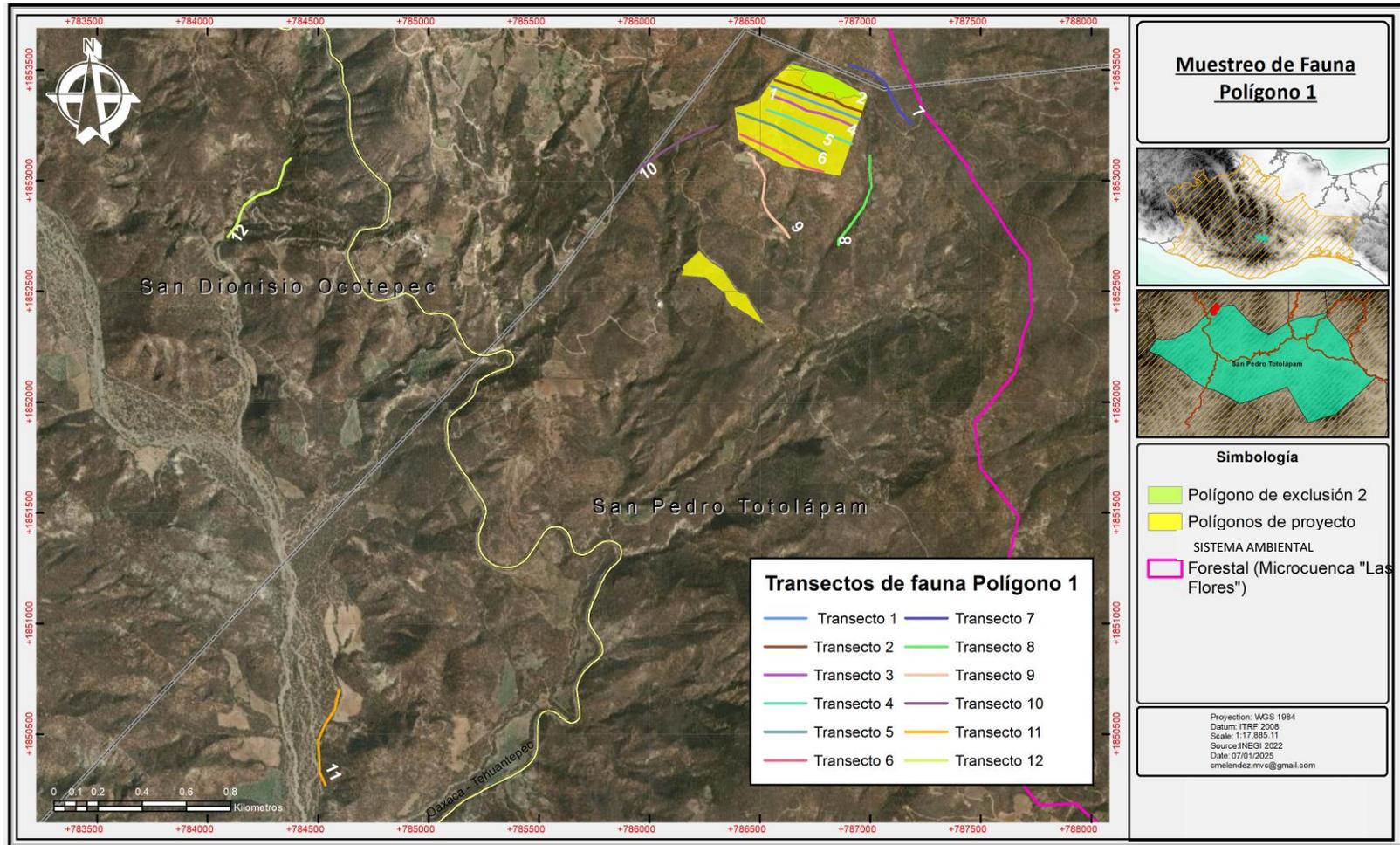


Figura II. 20. Transectos de muestros en el Sistema Ambiental y predio 1.

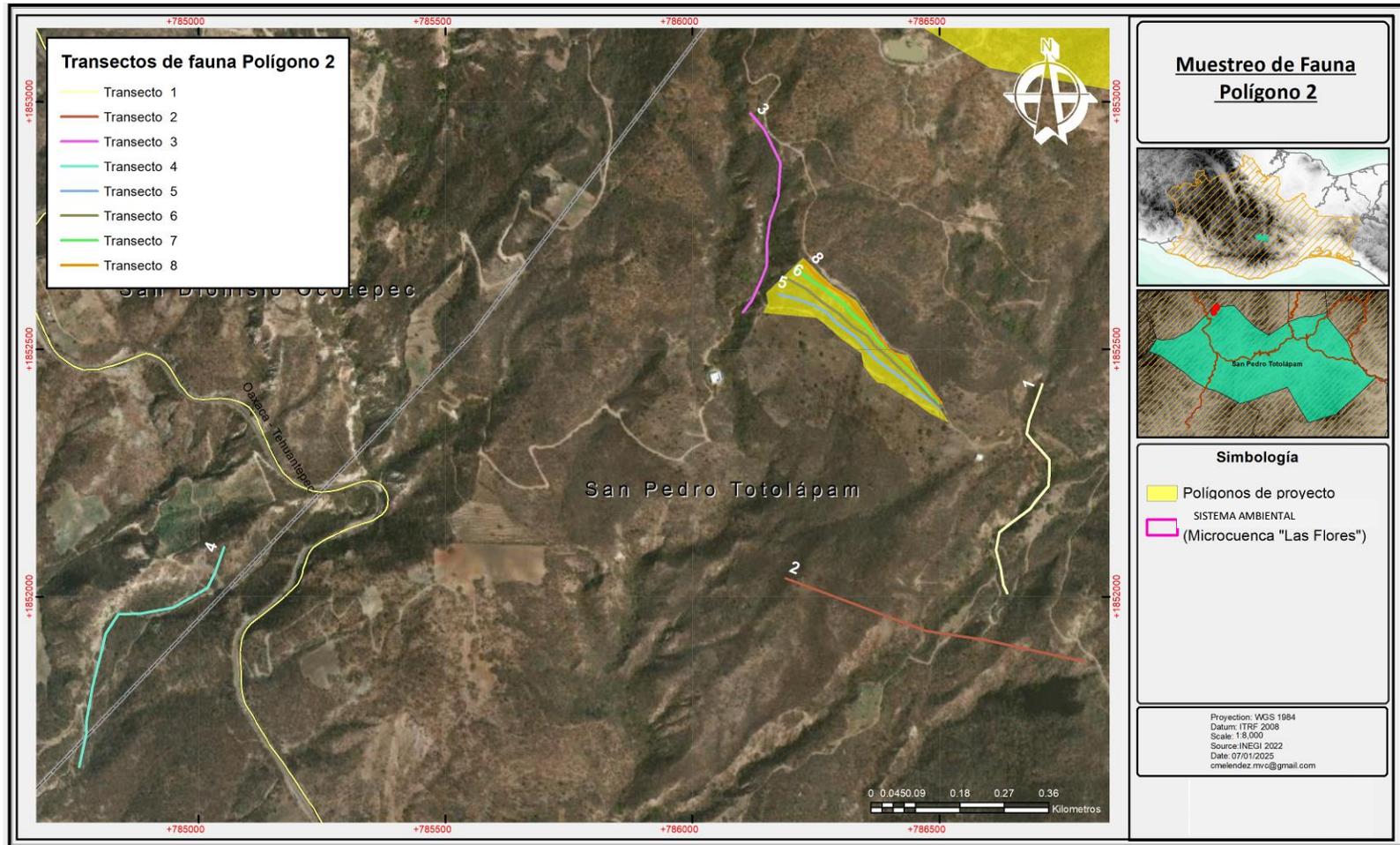


Figura II. 21. Transectos de muestreos en el Sistema Ambiental y predio 2.

**c) Estudio de Geofísica.**

Este estudio tiene el objetivo de explorar el sitio de interés, definir el contacto de la capa intemperizada con la roca permeable, definir fallas o fracturas; así como definir un posible acuífero. Dicho estudio se presenta en Anexo 4, para su consulta.

**d) Estudio de Geohidrología regional y local.**

La geohidrología, es considerada como el estudio de las aguas superficiales y subterráneas, es decir, la infiltración del agua al suelo, su movimiento vertical descendente hasta llegar a la zona de saturación y el movimiento preponderantemente horizontal en el acuífero desde las zonas de recarga a las zonas de descarga, esté controlado por el patrón geológico (litológico y estructural) en que se almacena y circula el agua subterránea.

El estudio de geohidrología regional y local, se presentan en los anexos 5 y 6, respectivamente, para su consulta.

**e) Geología regional y local.**

El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico, y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes.

Los estudios de geología regional y local, se presentan en los anexos 7 y 8, respectivamente, para su consulta.

**f) Hidrología polígono 1 y polígono 2.**

El estado de Oaxaca se presentan contrastes en la disponibilidad regional y temporal del recurso agua. El balance general del estado en relación con los volúmenes utilizados contra los escurrimientos y disponibilidad de los acuíferos es positivo; el problema radica en la distribución a real y temporal del recurso, ya que dentro del estado no se cuenta con la adecuada infraestructura para el almacenamiento estratégico y posterior distribución; la abrupta topografía del territorio oaxaqueño no facilita el almacenamiento natural del agua, sea éste en el subsuelo o superficialmente

El estudio de hidrología de los polígonos 1 y 2, se presentan en los anexos 9 y 10, respectivamente, para su consulta.

**g) Estudio de Geotecnia.**

Con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas de los diferentes espesores que conforman el subsuelo de la zona en estudio, se llevaron a cabo estudios de geofísica y mecánica de suelos. una serie de sondeos eléctricos verticales, con el objetivo de tener mayor información del subsuelo

El estudio de geotecnia, se presenta en el anexo 11, para su consulta.

#### **h) Topográfico.**

El estudio topográfico es una de las primeras fases de un estudio técnico de una superficie, que consiste en el análisis de la superficie terrestre, tomando en cuenta sus características físicas, geográficas y geomorfológicas.

Los planos topográficos, se presentan en el anexo 2, para su consulta.

#### **i) Cálculo de infiltración en el área del proyecto.**

A continuación, se presenta el proceso del cálculo de la infiltración actual para los dos polígonos que conforman el proyecto (escenario actual). Para obtener el valor de Infiltración se ocupó la siguiente fórmula.

$$\text{Infiltración} = P - ET - Ve$$

Dónde:

P = precipitación media anual

ET = evapotranspiración

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento natural

Para calcular cada uno de los componentes del balance se utilizaron los datos promedio en el periodo comprendido entre 1991 y 2020 de la Estación Meteorológica Totolápam con clave 20170 ubicada 8 km de la poligonal del Proyecto, con coordenadas Latitud 16.66333333 N y Longitud 096° 72'33" W, a una altura de 942 MSNM.

#### **Precipitación (P)**

La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad. La precipitación pluvial se mide en milímetros, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable. La precipitación media anual (1991-2020) registrada en la estación meteorológica 20170 ubicada a 8 km del proyecto es de **468.2 mm**.

#### **Evapotranspiración (ET)**

La evapotranspiración es la consideración conjunta de dos procesos diferentes: la evaporación y la transpiración.

La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de líquido a vapor, se produce evaporación desde:

- a) La superficie del suelo y la vegetación inmediata después de la precipitación.
- b) Desde las superficies de aguas (ríos, lagos, embalses).
- c) Desde el suelo, agua infiltrada que se evapora desde la parte más superficial del suelo.

Puede tratarse de agua recién infiltrada o en áreas de descarga, de aguas que se acerca de nuevo a la superficie después de un largo recorrido en el subsuelo. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas pierden agua a la atmosfera. Toman agua del suelo a través de sus raíces, toman una pequeña parte para su crecimiento y el resto lo transpiran. Como son difíciles de medir por separado, lo que en este cálculo interesa es la cantidad total del agua que se pierde a la atmosfera sea del modo que sea, se consideran conjuntamente bajo el concepto mixto de Evapotranspiración (ET).

Para estimar ET en el área de estudio se utilizó el método de Turc (1955, Ec.2), el cual proporciona un valor anual de ET real. Este método se eligió debido a que la estación meteorológica 20170 solo registra datos de temperatura y precipitación, que son las dos variables requeridas en la ecuación de Turc.

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración real (mm/año)

P = Precipitación anual (mm/año)

L =  $300 + 25t + 0.05t^3$

t = temperatura media anual (°C)

La temperatura media anual (25.30 °C) fue calculada a partir de los valores de temperatura media mensual registrados en la estación meteorológica 20170 y que se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro II. 34-. Valores de temperatura promedio mensual y media anual para el área del proyecto.

| Mes     | Temperatura promedio mensual (°C) |
|---------|-----------------------------------|
| Enero   | 21.4                              |
| Febrero | 22.9                              |
| Marzo   | 24.9                              |
| Abril   | 26.4                              |
| Mayo    | 26.9                              |

| Mes                | Temperatura promedio mensual (°C) |
|--------------------|-----------------------------------|
| Junio              | 26                                |
| Julio              | 25.2                              |
| Agosto             | 25.3                              |
| Septiembre         | 24.9                              |
| Octubre            | 24.2                              |
| Noviembre          | 22.5                              |
| Diciembre          | 21.4                              |
| <b>MEDIA ANUAL</b> | <b>24.3</b>                       |

**- Volumen medio anual de escurrimiento natural (Ve)**

El escurrimiento incluye la distribución del agua y su trayectoria desde que se precipita sobre la tierra hasta que alcanza la red hidrográfica o vuelve directamente a la atmósfera a través de la evapotranspiración. Así, el escurrimiento está en función de la intensidad y duración de los eventos de precipitación, así como de las características y condiciones físicas -naturales o artificiales- de la cuenca, tales como la permeabilidad de la superficie del suelo, el tipo de vegetación, la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, la profundidad del nivel freático y la pendiente del suelo.

Para efectuar el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento se utiliza un método Indirecto denominado: Precipitación – escurrimiento.

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural (Ve)} = \text{Precipitación anual (P)} * \text{Área (A)} * \text{Coeficiente de escurrimiento (Ce)}$$

$$Ve = P * A * Ce$$

Dónde:

Ve= Volumen de escurrimiento

P= Precipitación anual (mm)

A= Área de estudio (ha).

Ce= Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

El coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual de la cuenca de estudio. En base a lo establecido en el Apéndice Normativo “A” métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural, publicado en la Norma

Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, actualizada y publicada por el Diario Oficial con fecha 27 de marzo de 2015; denominada Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se utilizó el siguiente cuadro donde muestra los Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

Cuadro II. 35 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

| <b>Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.</b> |  |      |      |
|--|--|------|------|
| A  | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos  |      |      |
| B  | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos |      |      |
| C  | Suelos casi impermeables, tales como arenas y loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas   |      |      |
| Uso del suelo  | Tipo de suelo  |      |      |
|  | A  | B    | C    |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas                      | 0.26   | 0.28 | 0.30 |
| Cultivos:  |  |      |      |
| En hilera  | 0.24   | 0.27 | 0.30 |
| legumbres o rotación de pradera                          | 0.24   | 0.27 | 0.30 |
| Granos Pequeños  | 0.24   | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo                |  |      |      |
| más del 75% - poco                                       | 0.14   | 0.20 | 0.28 |
| Del 50 al 75% - Regular                                  | 0.20   | 0.24 | 0.30 |
| Menos del 50% - Excesivo                                 | 0.24   | 0.28 | 0.30 |
| Bosque:  |  |      |      |
| Cubierto más del 75%                                     | 0.07   | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75%                                   | 0.12   | 0.22 | 0.26 |

| <b>Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.</b> |      |      |      |
|--|------|------|------|
| Cubierto del 25 al 50%                                   | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25%                                   | 0.22 | 0.28 | 0.30 |
| Zonas urbanas  | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Camino   | 0.27 | 0.30 | 0.33 |
| Pradera permanente                                       | 0.18 | 0.24 | 0.30 |

En el cuadro anterior los valores de K se clasifican en función del tipo y uso de suelo diferentes tipos: A (Suelos permeables), B (Suelos medianamente permeables), y C (Suelos impermeables) y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro “K”.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante la siguiente fórmula, tomando en cuenta los siguientes parámetros.

Cuadro II. 36. Fórmulas para el cálculo de coeficiente de escurrimiento anual

| <b>K: parámetro que depende del tipo y uso de suelo</b> | <b>Coficiente de escurrimiento anual (Ce)</b> |
|---|---|
| Si K resulta menor o igual que 0,15                     | $Ce = K (P-250) / 2000$                       |
| Si K es mayor que 0,15                                  | $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$      |

- Para el área del proyecto en el escenario actual sin proyecto se clasificó como un suelo permeable tipo “C”, con un uso del suelo correspondiente a bosque cubierto del 50 a 75%, dando un valor de K de 0.26, como el valor de K es mayor a 0.15 se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor de Coeficiente de escurrimiento:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$$

Una vez calculados todos los componentes la siguiente ecuación se realizó la sustitución, para obtener el valor de infiltración por mm/año, al obtener la infiltración se multiplica por el área total del proyecto, obteniendo la infiltración por mm/año.

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Ve$$

**- Resultados**

**Evapotranspiración**

De acuerdo con los datos de precipitación, siguiendo el cálculo de Evapotranspiración de Turc, para el área del proyecto, se utilizó los datos de la precipitación registrada en la Estación Meteorológica 20170, donde la precipitación media anual (P) tiene un valor de 468.2 mm.

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

**ETR= 472.23 mm**

Para obtener el volumen de escurrimiento se sustituyen los valores de acuerdo con la siguiente formula:

Escenario actual

$$Ve = Ce * P * A$$

$$Ve = 0.10 * 468.20 * 1.00$$

**Ve= 47.62 mm**

A continuación, se muestran los resultados por mm/ha de la infiltración resultante en el área del proyecto en las condiciones actuales.

- Proyecto Escenario Actual

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Ve$$

$$\text{Infiltración} = (468.20\text{mm}) - (472.23\text{mm}) - (47.62\text{ mm})$$

**Infiltración Total= -51.64 mm/ha**

Cuadro II. 37 Volumen de escurrimiento por tipo de vegetación en los diferentes Escenarios

| Escenarios           | Áreas por tipo de Vegetación | K    | % de Superficie            | Superficie ha | Ce   | Ve mm | INFILTRACIÓN mm |
|----------------------|------------------------------|------|----------------------------|---------------|------|-------|-----------------|
| Escenario 1 (Actual) | Bosque cubierto.             | 0.26 | Cubierto más del 50 al 75% | 22.64         | 0.10 | 47.62 | -51.64          |

Tomando las conclusiones emitidas en el Estudio Geohidrológico que se realizó en el sitio se determina que en el área los afloramientos constan de rocas extrusivas acidas del terciario superior, con una morfología de cerros con pendientes suaves. Por lo que se determina que, en el Escenario actual, donde se validan las condiciones actuales del predio sujeto a cambio de uso de suelo, no se lleva a cabo infiltración de agua, esto por el tipo de suelo, la pendiente, la temperatura promedio mensual.

Anexo 12. Base de datos de calculo

**j) Cálculo de la erosión eólica e hídrica en el área del Proyecto**

A continuación, se presenta el cálculo de la erosión y/o retención del suelo en el Proyecto en las condiciones actuales del predio

**Metodología para estimar la pérdida de suelo (erosión)**

Para determinar la cantidad de material que se está removiendo en un espacio y tiempo determinado (ton/ha/año), se utilizó el Índice de Erosión de Suelos contemplado en el Manual de Ordenamiento Ecológico (SEDUE, 1988). En la determinación del índice de erosión hídrica se consideró el uso del suelo, la cubierta vegetal, características del suelo como textura, unidad o subunidad, precipitación, pendiente del terreno, uso del suelo, y topografía, contemplados en el Manual antes mencionado.

El Manual de Ordenamiento de la SEDUE maneja la siguiente expresión para la estimación de la pérdida de suelo:

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Dónde:

PECRE: Periodo de crecimiento

IALLU: Índice de agresividad de la lluvia

CAERO: Coeficiente de erodabilidad

CATEX: Calificación de textura y fase

CATOP: Calificación de la topografía

CAUSO: Calificación por uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo con las características de cada variable. A continuación, se presenta el procedimiento:

Cuadro II. 38-. Información Polígonos CUS

| CONCEPTO                   | Polígono 1 (20.33 ha)                                 | Polígono 2 (2.31 ha)                                      |
|----------------------------|---|---|
| Datos del sitio            | De 1679 a 1750 msnm                                   | De 1550 a 1570 msnm                                       |
| Uso actual:                | Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino D | Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia |
| Suelo Unidad:              | Regosol éutrico                                       | Regosol éutrico   |
| Pendiente:                 | 15.43 %   | 29.85 %   |
| Precipitación media anual: | 468.2   | 468.2   |

Cuadro II. 39-. Cálculo de pendiente Polígonos CUS

| CONCEPTO    | POLIGONO 1 | POLIGONO 2 |
|-------------|------------|------------|
|             | VALORES    | VALORES    |
| MSNM Máxima | 1750       | 1570       |
| MSNM Mínima | 1679       | 1550       |

|                           |        |        |
|---------------------------|--------|--------|
| DISTANCIA                 | 460    | 67     |
| MSNM Máxima - MSNM Mínima | 71     | 20     |
| PENDIENTE                 | 15.43% | 29.85% |

**CALCULO PARA EL POLIGONO 1 DE 20.33 HECTAREAS VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO.**

**PECRE**

El periodo de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.119$$

Dónde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable se tomó el valor de precipitación media anual de 468.2 mm, reportada y publicada por el Servicio Meteorológico Nacional, de la estación 20170 Totolápam; ubicado en el Municipio de San Pedro Totolápam, para el periodo 1991-2020.

Al sustituir el valor se obtiene el valor de PECRE: = 71.49

Una vez obtenido PECRE, se calcula el índice de agresividad de la lluvia (IALLU) e índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante las siguientes fórmulas.

$$IALLU = 1.1244 (71.49) - 14.7875 = 65.59$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.766 (71.4689) = 106.0700$$

Como regla de decisión se tiene que, si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es susceptible a la erosión laminar hídrica, y si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es susceptible a la erosión laminar eólica.

**CAERO**

Calificativo por erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse, se recurre al cuadro de unidades de suelo del manual y con base en la carta temática de Edafología (INEGI), en el área se identifica Regosol éutrico, por lo que:

$$CAERO = 1.0$$

Cuadro II. 40-. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0.5   | Af                | An | Bf | Bh | Cg | Ch | Ck | Cl |
|       | E                 | Fa | Fh | Fo | Fp | Fr | Fx | Gc |
|       | Gh                | Gm | Hc | Hg | Hh | HI | Jc | Lf |

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|       | Nd                | Nc | Nh | Od | Oe | Ox | Qa | Qc |
|       | Qf                | Ql | Rc | Th | Tm | U  | Zm |    |
| 1     | Ag                | Ac | Bc | Bd | Be | Bg | Bk | Gd |
|       | Ge                | Gp | Jd | Je | Kh | Kk | HI | Lc |
|       | Lg                | Lk | Lo | Ma | Hg | Ph | PI | Rd |
|       | Re                | Sm | To | Tv | Wh | Wm | Zg | Zo |
| 2     | Ao                | Ap | Bv | Bx | Dd | De | Dg | Gx |
|       | I                 | Jt | La | Lp | Lv | Pf | Pg | Po |
|       | Pp                | Rx | Sg | Vc | Vp | Wd | We | Ws |
|       | Wx                | Xh | Xk | Xl | Xy | Yh | Yk | Yl |
|       | Xy                | Yt | Zt |    |    |    |    |    |

### CATEX

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo a la escala de valores presentados en el siguiente cuadro. El valor para esta variable en el área del predio es de Textura Fina, por lo que:

$$\text{CATEX} = 0.1$$

Cuadro II. 41- Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

| CATEX | Textura y fase           |
|-------|--------------------------|
| 0.2   | 1 (Gruesa)               |
| 0.3   | 2 (Media)                |
| 0.1   | 3 (Fina)                 |
| 0.5   | Fase Pedregosa o Gravosa |

### CATOP

El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) conforme a lo presentado en el siguiente cuadro, considerando que la pendiente en el Predio es de 15.43%, el valor que le corresponde a la variable es de **3.50**.

Cuadro II. 42- Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

| CATOP | Clase de pendiente | Rango         | Topografía                          |
|-------|--------------------|---------------|-------------------------------------|
| 0.35  | A                  | 0 - 8%        | Valle                               |
|       |                    |               | Llanura                             |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 m       |
| 3.50  | B                  | 8 - 30%       | Lomeríos                            |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 a 750 m |
| 11.0  | C                  | Mayor del 30% | Sierra                              |

| CATOP | Clase de pendiente | Rango | Topoforma                           |
|-------|--------------------|-------|-------------------------------------|
|       |                    |       | Bajada                              |
|       |                    |       | Meseta con variación mayor de 750 m |

## CAUSO

Esta variable queda determinada a partir del uso del suelo y vegetación en el predio.

Cuadro II. 43- Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |
| Bosque de pino – encino  | 0.10  |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria   | 0.11  |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical  | 0.11  |
| Cuerpo de agua   | 0.00  |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos  | 0.15  |
| Matorral desértico corosetófilo  | 0.15  |
| Mezquital  | 0.15  |
| Vegetación secundaria arbustiva y herbácea   | 0.13  |
| Pastizal halófilo  | 0.12  |
| Pastizal inducido y agroforestería   | 0.12  |
| Pastizal natural y sabana  | 0.12  |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería  | 0.40  |
| Vegetación de galería  | 0.10  |
| Vegetación halófila  | 0.12  |

Considerando que en el predio 1 es Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, se determinó un valor de:

$$\text{CAUSO} = 0.11$$

El resultado de la erosión eólica e hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

$$E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Con base en los resultados que se obtengan, se pueden agrupar en 4 categorías la erosión hídrica, propuestas por FAO/UNESCO tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro II. 44-Valoraciones para la erosión hídrica

| <b>Categoría</b> | <b>Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año)</b> |
|------------------|---|
| Ligera           | Menor de 12                                     |
| Moderada         | 12 - 50   |
| Alta             | 50 – 200  |
| Muy alta         | Mayor de 200                                    |

Al igual que en la erosión hídrica, según sus valores de erosión eólica, se clasifica con la siguiente escala ordinal:

Cuadro II. 45-Valoraciones para la erosión eólica

| <b>Grado de erosión</b> | <b>Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año)</b> |
|-------------------------|---|
| Sin erosión             | Menor de 12                                     |
| Ligera                  | 12 a <50  |
| Moderada                | 50 a <100                                       |
| Alta                    | 100 a <200                                      |
| Muy alta                | >= 200  |

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, y si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica. A partir de lo anterior, también es posible determinar si en el área de estudio se presentan los dos tipos de erosión, o bien sin influencia erosiva.

#### **Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte.**

Cuadro II. 46- Parámetros para el cálculo de erosión sin el Proyecto

| <b>Escenario 1</b>                        |
|---|
| <b>PECRE= 71.49</b>                       |
| IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875          |
| <b>IALLU = 65.59</b>                      |
| IAVIE = 160.8252 – 0.766 ( <b>71.49</b> ) |
| <b>IAVIE = 106.07</b>                     |
| <b>CAERO = 1.0</b>                        |
| <b>CATEX = 0.1</b>                        |
| <b>CATOP = 3.5</b>                        |

**CAUSO = 0.11**

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

$$E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.11$$

$$E_H = 2.525$$
  

$$E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.11$$

$$E_{EO} = 1.167$$
  

$$E_T = E_H + E_{EO}$$

$$E_T = 2.525 + 1.167$$

$$E_T = 3.69$$

Tenemos como resultado en el Polígono 1 que:

- Erosión hídrica antes de realizar el desmonte: **2.525 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), sería de 51.34 toneladas por año, catalogada como ALTA.
- Erosión eólica antes de realizar el desmonte: **1.167 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), sería de 23.72 ton por año, catalogada como LIGERA.
- La estimación total considera en el predio es de **3.69 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), será de 75.06 ton por año, catalogada en el cuadro como ALTA.

**CALCULO PARA EL POLIGONO 2.31 HECTAREAS VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA.**

**PECRE= 71.49**  
**IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875= 65.59**  
**IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.4689) = 106.0700**  
**CAERO: 1.00**

Cuadro II. 47-. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0.5   | Af                | An | Bf | Bh | Cg | Ch | Ck | Cl |
|       | E                 | Fa | Fh | Fo | Fp | Fr | Fx | Gc |
|       | Gh                | Gm | Hc | Hg | Hh | HI | Jc | Lf |
|       | Nd                | Nc | Nh | Od | Oe | Ox | Qa | Qc |
|       | Qf                | Ql | Rc | Th | Tm | U  | Zm |    |
| 1     | Ag                | Ac | Bc | Bd | Be | Bg | Bk | Gd |
|       | Ge                | Gp | Jd | Je | Kh | Kk | HI | Lc |
|       | Lg                | Lk | Lo | Ma | Hg | Ph | PI | Rd |

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|       | Re                | Sm | To | Tv | Wh | Wm | Zg | Zo |
| 2     | Ao                | Ap | Bv | Bx | Dd | De | Dg | Gx |
|       | I                 | Jt | La | Lp | Lv | Pf | Pg | Po |
|       | Pp                | Rx | Sg | Vc | Vp | Wd | We | Ws |
|       | Wx                | Xh | Xk | Xl | Xy | Yh | Yk | Yl |
|       | Xy                | Yt | Zt |    |    |    |    |    |

**CATEX = 0.1**

Cuadro II. 48- Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

| CATEX | Textura y fase           |
|-------|--------------------------|
| 0.2   | 1 (Gruesa)               |
| 0.3   | 2 (Media)                |
| 0.1   | 3 (Fina)                 |
| 0.5   | Fase Pedregosa o Gravosa |

**CATOP**

Pendiente en el Predio es de 29.85%, el valor que le corresponde a la variable es de **3.50**.

Cuadro II. 49- Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

| CATOP | Clase de pendiente | Rango         | Topoforma                           |
|-------|--------------------|---------------|-------------------------------------|
| 0.35  | A                  | 0 - 8%        | Valle                               |
|       |                    |               | Llanura                             |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 m       |
| 3.50  | B                  | 8 - 30%       | Lomeríos                            |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 a 750 m |
| 11.0  | C                  | Mayor del 30% | Sierra                              |
|       |                    |               | Bajada                              |
|       |                    |               | Meseta con variación mayor de 750 m |

**CAUSO**

Esta variable queda determinada a partir del uso del suelo y vegetación en el predio.

Cuadro II. 50- Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación      | CAUSO |
|---------------------------------|-------|
| Agricultura de riego y nopalera | 0.80  |
| Agricultura de temporal         | 0.80  |

| <b>Uso del suelo y vegetación</b>  | <b>CAUSO</b> |
|--|--------------|
| Asentamientos humanos  | 0.00         |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10         |
| Bosque de encino secundario  | 0.11         |
| Bosque de encino – pino  | 0.10         |
| Bosque de galería  | 0.05         |
| Bosque de pino – encino  | 0.10         |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria   | 0.11         |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical  | 0.11         |
| Cuerpo de agua   | 0.00         |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos  | 0.15         |
| Matorral desértico corosetófilo  | 0.15         |
| Mezquital  | 0.15         |
| <b>Vegetación secundaria arbustiva y herbácea</b>  | <b>0.13</b>  |
| Pastizal halófilo  | 0.12         |
| Pastizal inducido y agroforestería   | 0.12         |
| Pastizal natural y sabana  | 0.12         |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería  | 0.40         |
| Vegetación de galería  | 0.10         |
| Vegetación halófila  | 0.12         |

Considerando que en el predio 2 es Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja caducifolia, el valor de:

**CAUSO = 0.13**

**Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte.**

Cuadro II. 51- Parámetros para el cálculo de erosión sin el Proyecto

| <b>Escenario 1</b>                        |
|---|
| <b>PECRE= 71.49</b>                       |
| IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875          |
| <b>IALUU = 65.59</b>                      |
| IAVIE = 160.8252 – 0.766 ( <b>71.49</b> ) |
| <b>IAVIE = 106.07</b>                     |
| <b>CAERO = 1.0</b>                        |
| <b>CATEX = 0.1</b>                        |
| <b>CATOP = 3.5</b>                        |

**CAUSO = 0.13**

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

$$E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.13$$

$$E_H = 2.984$$

$$E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.13$$

$$E_{EO} = 1.379$$

$$E_T = E_H + E_{EO}$$

$$E_T = 2.984 + 1.3789$$

$$E_T = 4.36$$

Tenemos como resultado en el Polígono 2 que:

- Erosión hídrica antes de realizar el desmonte: **2.984 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), sería de 6.89 toneladas por año, catalogada como LIGERA.
- Erosión eólica antes de realizar el desmonte: **1.379 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), sería de 3.19 ton por año, catalogada como SIN EROSION
- La estimación total considera en el predio es de **4.36 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), será de 10.08 ton por año, catalogada en el cuadro como LIGERA.

Cuadro II. 52- Comparativo de valores de erosión

| Datos  | Condición actual |            |
|--|------------------|------------|
|  | Polígono 1       | Polígono 2 |
| Superficie rotal del predio (m2)                   | 203,324.34       | 23,052.71  |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha)          | 20.33            | 2.31       |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)                | 2.525            | 2.984      |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)                 | 1.167            | 1.379      |
| Erosión hídrica actual en el área de CUS (ton/año) | 51.34            | 6.89       |
| Erosión eólica actual en el área de CUS (ton/año)  | 23.72            | 3.19       |
| Erosión total                                      | 75.06            | 10.08      |

Anexo 12. Base de datos de calculo

**k) Programa de rescate de flora y fauna, presente en el sitio.**

Este programa tiene la finalidad de implementar acciones de rescate y reubicación de especies de interés biológico y ecológico, que se identificaron en la zona del proyecto, mediante el rescate de especies, para restablecimiento en un área similar a la afectada.

El programa de rescate de flora y fauna, se presenta en el anexo 13.

## I) ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

### Muestreo.

La evaluación de los recursos forestales de una localidad está incluida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cual señala que se debe integrar información de la dinámica del cambio de la vegetación forestal. Una forma de evaluar o conocer los principales efectos o impactos sobre la vegetación por las actividades de cambio de uso de suelo es estimando la densidad y el volumen forestal del área sujeta a cambio de uso de suelo. Para conocer la densidad y el volumen forestal de los árboles que se derribarán por las actividades de preparación del sitio del proyecto en cuestión se empleó la siguiente metodología.

### Análisis Estadístico del Tamaño de la Muestra.

Se consideró un muestreo con la finalidad de obtener un mejor análisis estadístico del tamaño de muestra que sea más confiable, por tanto, se establecieron 20 parcelas como muestra en el polígono para conocer si tenemos homogeneidad en los datos referente al predio total.

Como el proyecto se enfoca a cambio de uso de suelo, se utilizó la variable número de especies por unidad de superficie dado que esta variable nos da una referencia respecto a la riqueza de especies o valor de las mismas para ser o no removidas en su defecto.

Se utilizó la ecuación para número de muestra en poblaciones infinitas. 
$$n = \frac{CV^2 * t^2}{Em^2}$$

Donde:

n= número de muestra

CV= coeficiente de variación en %

Em= error de muestreo esperado en %

t= valor de "t" tabla de Student.

Por medio del programa estadístico *Infostat* se determinó el coeficiente de variación para obtener el número de muestra.

Obteniendo así los siguientes estadísticos:

#### Medidas resumen

| Variable | n  | Media | D.E. | Var(n-1) | CV    | Mín  | Máx   |
|----------|----|-------|------|----------|-------|------|-------|
| NUMESP   | 20 | 11.10 | 3.43 | 11.78    | 30.92 | 6.00 | 17.00 |

Por tanto, se obtuvo los siguientes resultados:

Para el polígono 1 (17.99 ha): número de muestra =20 sitios. Con un nivel de significancia de 95%, y un error de muestreo esperado de 12%.

Para el polígono 2 (2.31 ha): número de muestra =5 sitios. Con un nivel de significancia de 95%, un error de muestreo esperado de 10%.

### **Diseño del muestreo**

Muestreo aleatorio estratificado, en el cual se tomaron como estratos ambos polígonos por separado; por un lado.

Polígono 1 (17.99 ha): con la vegetación nativa de Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. se distribuyeron de manera aleatoria 20 sitios en el área de ejecución del proyecto que cuenta Estos sitios de muestreo fueron de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m), para dar un total de 4,000 m<sup>2</sup> en este polígono, donde se midieron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (1.3 m)  $\geq$  5.0 cm. Para contabilizar los arbustos existentes se hicieron submuestras en un área de 25 m<sup>2</sup> (5x5 m), considerando como tal a aquellos individuos con ramificación desde la base y de consistencia leñosa. Las hierbas fueron muestreadas en cuadros de 1m<sup>2</sup>.

Polígono 2 (2.31 ha): Área de ejecución del proyecto que cuenta con la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia se establecieron 5 sitios de muestreo con las medidas de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m), para dar un total de 1,000 m<sup>2</sup> en este polígono, donde se midieron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (1.3 m)  $\geq$  5.0 cm. Para contabilizar los arbustos existentes se hicieron submuestras en un área de 25 m<sup>2</sup> (5x5 m), considerando como tal a aquellos individuos con ramificación desde la base y de consistencia leñosa. Las hierbas fueron muestreadas en cuadros de 1m<sup>2</sup>.

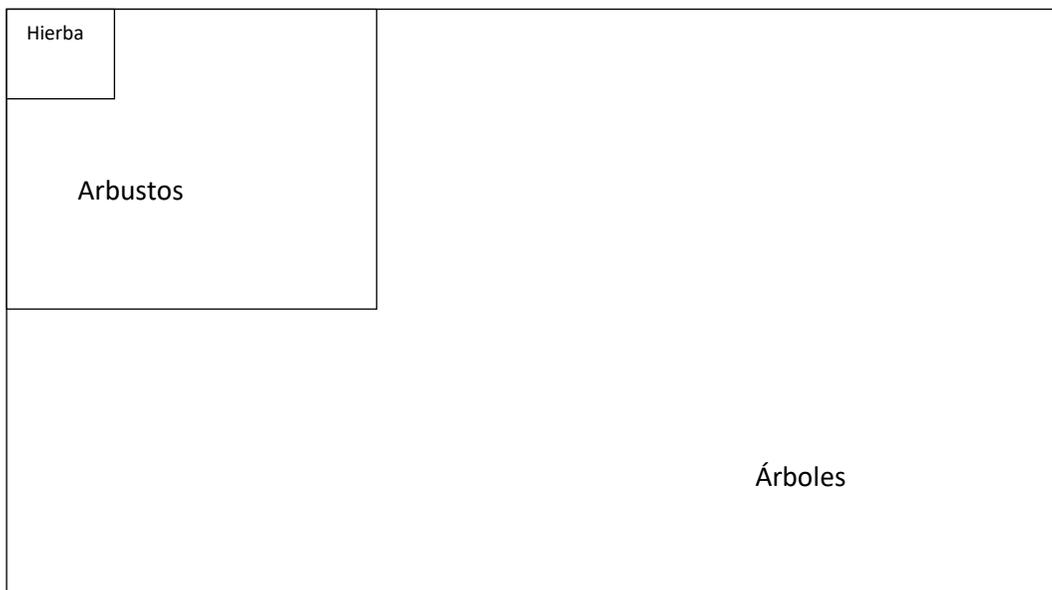


Figura II. 22. Esquema de los sitios de muestreo (Arboles 200 m<sup>2</sup>, Arbustos 25 m<sup>2</sup> y herbáceas 1 m<sup>2</sup>)

Los parámetros que se tomaron para las plantas fueron los siguientes:

- Identidad taxonómica: se manejaron los nombres científicos de las plantas (en caso de no conocer la especie, se asignó un nombre de morfoespecie, alusivo a alguna característica morfológica de la planta, que permitiera reconocerla posteriormente durante el muestreo). Cuando hubo duda de la

identidad taxonómica de la especie, se hicieron las colectas botánicas para su posterior determinación taxonómica.

- Altura (m). Se midió desde el nivel del suelo hasta la copa, tanto para árboles como arbustos.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) (1.3m)
- Cobertura de copa.

### **Curva de acumulación de especies**

Una vez realizado el muestreo de la vegetación, es importante determinar si éste es confiable y representativo de los atributos medidos. La “confiabilidad del muestreo” en ecología se refiere a qué tan bien un esfuerzo de muestreo refleja la verdadera diversidad de especies en una comunidad o área de estudio. Es una medida de cuánta confianza se puede tener en que los datos recopilados representan la realidad del ecosistema, en términos de cuántas especies están presentes y en qué abundancia.

Una de las herramientas clave para evaluar la confiabilidad del muestreo es por medio de las curvas de acumulación de especies, que son gráficos que muestran el número acumulado de especies observadas en una comunidad a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo. Este esfuerzo puede estar representado por el número de individuos contados, el número de muestras tomadas o el área muestreada. Las curvas de acumulación de especies son una herramienta fundamental en ecología para entender la diversidad de una comunidad y la eficacia del muestreo. (Villarreal, *et al.*, 2006).

Para complementar el análisis de la confiabilidad de la toma de datos ecológicos de la vegetación, se utilizaron estimadores de la riqueza obtenida y esperada mediante el programa iNEXT (Interpolation and Extrapolation) (<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>) que es un paquete estadístico desarrollado para R, utilizado principalmente en ecología para analizar la diversidad de especies. Este paquete facilita la interpolación (estimación dentro del rango de datos observados) y extrapolación (estimación fuera del rango de datos observados) de las curvas de acumulación de especies y curvas de rarefacción, lo que permite evaluar la diversidad de especies en diferentes comunidades o hábitats.

En este caso, se utilizó un modelo no paramétrico ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado. El estimador de riqueza usado fue Chao1, ya que se cuenta con datos de abundancia por especie y con ello se estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

### **Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

Cuadro II. 53-Resultados del estimador no paramétrico en el Predio y Sistema Ambiental

|               | <b>PREDIO</b> | <b>SISTEMA AMBIENTAL</b> |
|---------------|---------------|--------------------------|
| <b>n</b>      | 723           | 864                      |
| <b>S. Obs</b> | 51            | 70                       |
| <b>SC</b>     | 0.9820        | 0.9746                   |

n= número de individuos observados en las muestras de referencia (tamaño de la muestra)  
S. obs= Número de especies observadas en las muestras de referencia  
SC= cobertura del muestreo (eficiencia del muestreo)

Como se observa, los valores de eficiencia del muestreo son superiores al 95% en ambos casos (Predio y Sistema Ambiental), lo que significa que se tiene una buena representación de la riqueza en ambos casos. Para el caso del Predio, las 51 especies encontradas representan el 98.20% de las especies que posiblemente se deben encontrar en el predio. Así mismo, las 70 especies encontradas en la Sistema Ambiental representan el 97.46% de las especies que posiblemente se encuentran en la Sistema Ambiental.

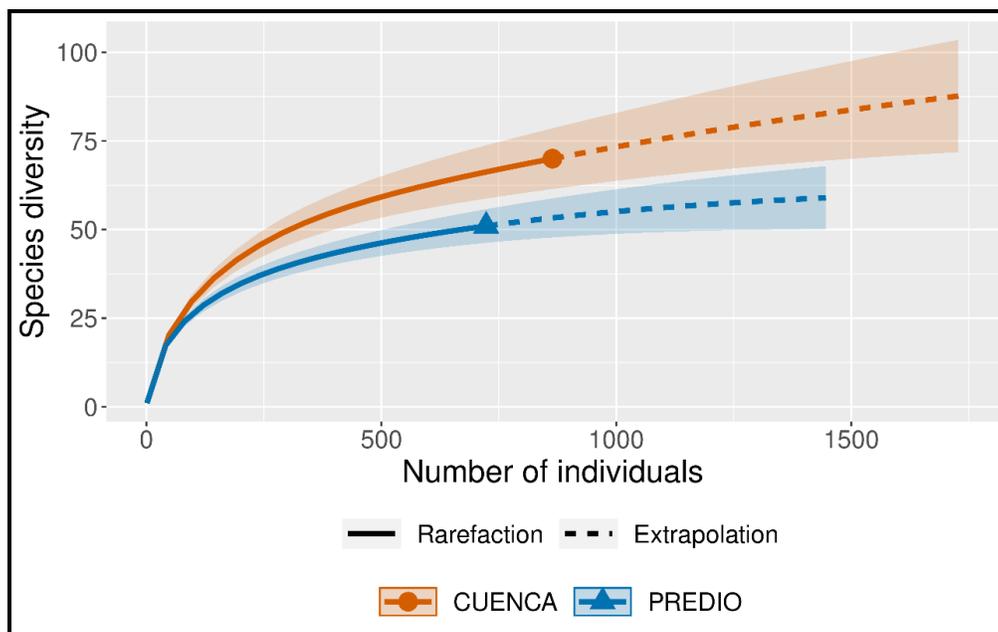


Figura II. 23. Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta primera gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestreados.

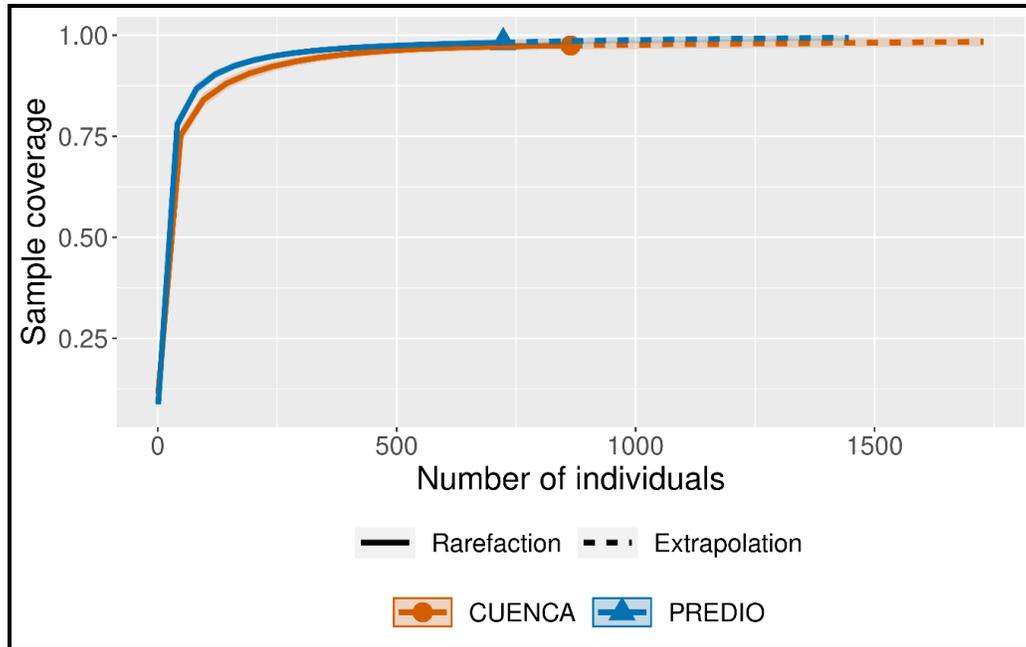


Figura II. 24. Eficiencia del muestreo por unidad muestral.

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo sugiere que en ambos casos (predio y Sistema Ambiental) se alcanza la asíntota en la diversidad observada y en ambos casos se ha registrado arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los estimadores no paramétricos obtenidos con el programa Inext.

Cuadro II. 54-. Resultados del estimador no paramétrico en el Polígono 2 y Sistema Ambiental

|               | <b>PREDIO</b> | <b>SISTEMA AMBIENTAL</b> |
|---------------|---------------|--------------------------|
| <b>n</b>      | 177           | 328                      |
| <b>S. Obs</b> | 34            | 47                       |
| <b>SC</b>     | 0.9608        | 0.9758                   |

Como se observa, los valores de eficiencia del muestreo son superiores al 95% en ambos casos (Predio y Sistema Ambiental), lo que significa que se tiene una buena representación de la riqueza en ambos casos. Para el caso del Polígono 2, las 34 especies encontradas representan el 96.08% de las especies que posiblemente se deben encontrar en este sitio. Así mismo, las 47 especies encontradas en la Sistema Ambiental representan el 97.58% de las especies que posiblemente se encuentran en la Sistema Ambiental.

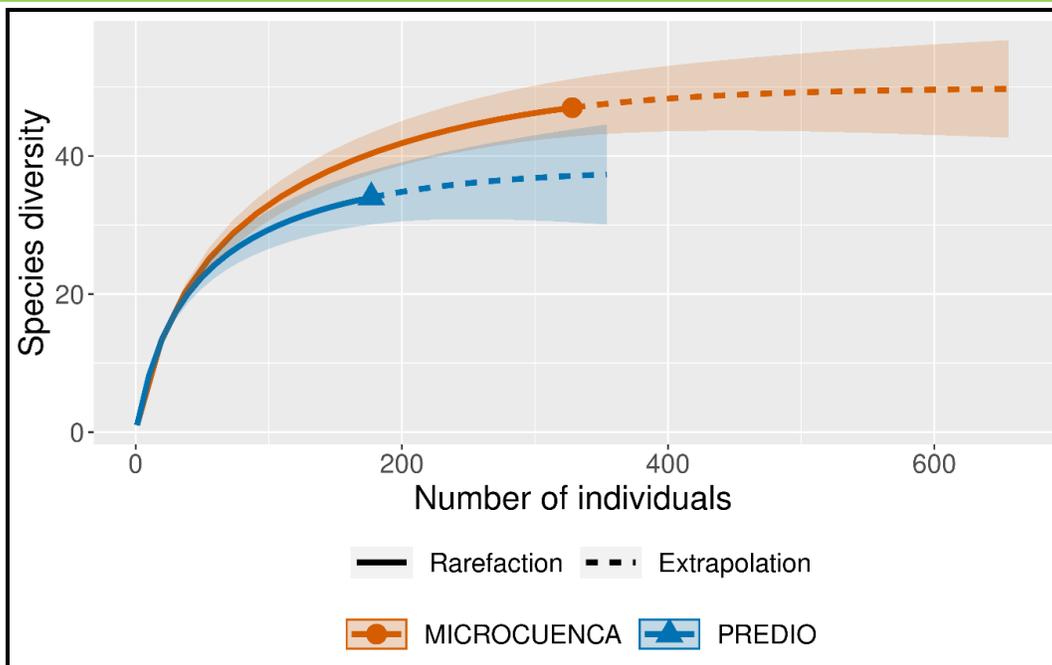


Figura II. 25. Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestreados.

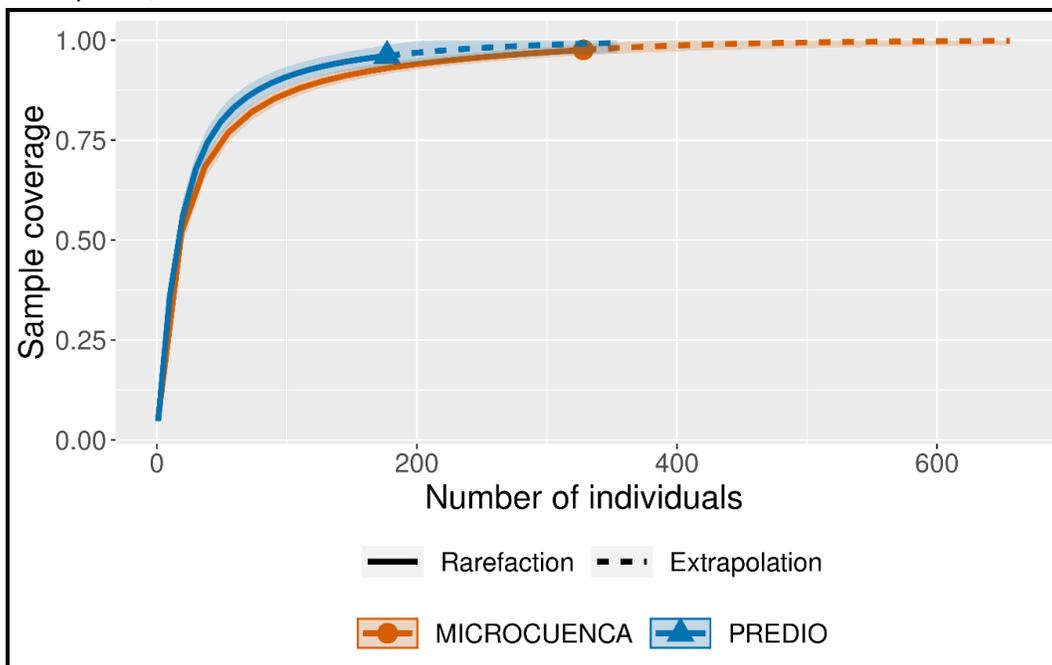


Figura II. 26. Eficiencia del muestreo por unidad muestral.

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo del Polígono 2 sugiere que en ambos casos (predio y Sistema Ambiental) se alcanza la asíntota en la diversidad observada y en ambos casos se ha registrado arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

### **Modelo**

Se recabó la información de todos los individuos presentes en los cuadrantes de muestreo ubicados en el predio, diámetro normal (DN) y altura total (Ht) para cada una de las especies encontradas. Con estos datos, se procedió a obtener el volumen (V). Dado que no se tienen estudios relacionados en cuestión de volumen forestal en la zona de estudio, se optó por calcular el volumen de la masa forestal con la función de conicidad, utilizando un modelo matemático que describe el volumen del cilindro, pero con un coeficiente mórfico. El cual represente significativamente el volumen del grupo de especies presentes en el predio de la siguiente forma:

$$V = 0.7854 * DN^2 * Ht * CF$$

DONDE:

V= Volumen

DN= Diámetro Normal

Ht= Altura Total

CF= Coeficiente de forma (0.8)

### **Determinación taxonómica de especies**

Para la determinación taxonómica de las especies registradas durante los muestreos de vegetación, se colectaron partes vegetativas de los ejemplares medidos. La determinación botánica, se realizó con material bibliográfico especializado y claves dicotómicas de cada una de las familias botánicas.

**Número de individuos por especie que se espera remover en el área de CUS.**

**Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

En el siguiente cuadro se presenta el volumen forestal de las especies marcadas en los 20 cuadrantes en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que representan una superficie de 4,000 metros cuadrados (0.40 ha).

Cuadro II. 55-. Volumen forestal existente en los cuadrantes de muestreo del polígono 1.

| SITIO   | No. Ind. | NOMBRE CIENTÍFICO            | ALTURA (m) | DAP (cm) | VOL (M3) |
|---------|----------|------------------------------|------------|----------|----------|
| SITIO 1 | 37       | <i>Juniperus flaccida</i>    | 6          | 7.5      | 0.031    |
| SITIO 1 | 1        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5          | 8.7      | 0.019    |
| SITIO 1 | 2        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5          | 8        | 0.016    |
| SITIO 1 | 3        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5          | 6.8      | 0.012    |
| SITIO 1 | 4        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5          | 6.5      | 0.012    |
| SITIO 1 | 5        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 20.7     | 0.177    |
| SITIO 1 | 6        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 24.5     | 0.236    |
| SITIO 1 | 7        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 10       | 0.040    |
| SITIO 1 | 8        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 6.6      | 0.020    |
| SITIO 1 | 9        | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 7.5      | 0.025    |
| SITIO 1 | 10       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 12       | 0.055    |
| SITIO 1 | 11       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7          | 11.5     | 0.044    |
| SITIO 1 | 12       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 10.3     | 0.054    |
| SITIO 1 | 13       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6          | 9.7      | 0.028    |
| SITIO 1 | 14       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6          | 5.4      | 0.010    |
| SITIO 1 | 15       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6          | 5.8      | 0.012    |
| SITIO 1 | 16       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 11       | 0.060    |
| SITIO 1 | 17       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 12         | 18.7     | 0.182    |
| SITIO 1 | 18       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 12         | 25.4     | 0.307    |
| SITIO 1 | 19       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 3          | 5        | 0.004    |
| SITIO 1 | 20       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 2          | 8.2      | 0.006    |
| SITIO 1 | 21       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 2.7      | 0.006    |
| SITIO 1 | 22       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7          | 11       | 0.041    |
| SITIO 1 | 23       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 21.8     | 0.194    |
| SITIO 1 | 24       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 10.7     | 0.058    |
| SITIO 1 | 25       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 10.3     | 0.054    |
| SITIO 1 | 26       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 9          | 13.8     | 0.079    |
| SITIO 1 | 27       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 9          | 8.5      | 0.035    |
| SITIO 1 | 28       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 10         | 18.8     | 0.151    |
| SITIO 1 | 29       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 14.8     | 0.078    |
| SITIO 1 | 30       | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8          | 12.5     | 0.059    |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|         |    |                                  |     |      |       |
|---------|----|----------------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 1 | 31 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 5.4  | 0.014 |
| SITIO 1 | 32 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 7.4  | 0.024 |
| SITIO 1 | 33 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 7   | 17.6 | 0.091 |
| SITIO 1 | 34 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 4.5 | 7    | 0.012 |
| SITIO 1 | 35 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 6.5 | 11.3 | 0.039 |
| SITIO 1 | 36 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 11.6 | 0.052 |
| SITIO 2 | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 8.5  | 0.031 |
| SITIO 2 | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 9.7  | 0.038 |
| SITIO 2 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 9.3  | 0.036 |
| SITIO 2 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 5   | 13   | 0.038 |
| SITIO 2 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 7   | 20.8 | 0.121 |
| SITIO 2 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 9   | 6.7  | 0.023 |
| SITIO 2 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 9   | 11.5 | 0.058 |
| SITIO 2 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 7   | 17.7 | 0.092 |
| SITIO 2 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 7   | 18.5 | 0.099 |
| SITIO 2 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 11.8 | 0.053 |
| SITIO 2 | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 9   | 14   | 0.081 |
| SITIO 2 | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 7   | 12.5 | 0.051 |
| SITIO 2 | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i>     | 8   | 13.7 | 0.069 |
| SITIO 3 | 39 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 7.7  | 0.009 |
| SITIO 3 | 40 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 6.8  | 0.007 |
| SITIO 3 | 41 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 11   | 0.019 |
| SITIO 3 | 42 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 8    | 0.010 |
| SITIO 3 | 43 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 12   | 0.023 |
| SITIO 3 | 44 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 6    | 0.006 |
| SITIO 3 | 45 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 14.2 | 0.032 |
| SITIO 3 | 46 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 4.5 | 7    | 0.008 |
| SITIO 3 | 25 | <i>Juniperus flaccida</i>        | 3   | 5.4  | 0.009 |
| SITIO 3 | 28 | <i>Nolina parviflora</i>         | 2   | 11.4 | 0.009 |
| SITIO 3 | 1  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 11.9 | 0.018 |
| SITIO 3 | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 14   | 0.033 |
| SITIO 3 | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 16   | 0.042 |
| SITIO 3 | 4  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 6    | 0.008 |
| SITIO 3 | 5  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 8.3  | 0.010 |
| SITIO 3 | 6  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 7.5  | 0.008 |
| SITIO 3 | 7  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 6.3  | 0.006 |
| SITIO 3 | 8  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 8.8  | 0.013 |
| SITIO 3 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 9    | 0.014 |
| SITIO 3 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 9.5  | 0.015 |
| SITIO 3 | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 10   | 0.016 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|         |    |                              |     |      |       |
|---------|----|------------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 3 | 12 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 6.4  | 0.006 |
| SITIO 3 | 13 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 8.8  | 0.011 |
| SITIO 3 | 14 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 5    | 0.004 |
| SITIO 3 | 15 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 5.5  | 0.005 |
| SITIO 3 | 16 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 10.4 | 0.017 |
| SITIO 3 | 17 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 8    | 0.011 |
| SITIO 3 | 18 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 8    | 0.011 |
| SITIO 3 | 19 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 11   | 0.019 |
| SITIO 3 | 20 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 7    | 0.009 |
| SITIO 3 | 21 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 6    | 0.005 |
| SITIO 3 | 22 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 7    | 0.006 |
| SITIO 3 | 23 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 7.5  | 0.008 |
| SITIO 3 | 24 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 6    | 0.006 |
| SITIO 3 | 26 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 9.5  | 0.015 |
| SITIO 3 | 27 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 12   | 0.022 |
| SITIO 3 | 29 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 7    | 0.007 |
| SITIO 3 | 30 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 8    | 0.009 |
| SITIO 3 | 31 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 12   | 0.019 |
| SITIO 3 | 32 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 10   | 0.014 |
| SITIO 3 | 33 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 15   | 0.032 |
| SITIO 3 | 34 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3.5 | 10   | 0.016 |
| SITIO 3 | 35 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2   | 10   | 0.009 |
| SITIO 3 | 36 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 10   | 0.011 |
| SITIO 3 | 37 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 8    | 0.008 |
| SITIO 3 | 38 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.8 | 10.5 | 0.014 |
| SITIO 4 | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 16   | 0.090 |
| SITIO 4 | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 22.5 | 0.160 |
| SITIO 4 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 15  | 13   | 0.125 |
| SITIO 4 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 12.3 | 0.034 |
| SITIO 4 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 12.1 | 0.041 |
| SITIO 4 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 12   | 0.026 |
| SITIO 4 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 13.5 | 0.058 |
| SITIO 4 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 8    | 0.024 |
| SITIO 4 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 15   | 0.069 |
| SITIO 4 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 14.5 | 0.076 |
| SITIO 4 | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 11   | 0.028 |
| SITIO 4 | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 12.3 | 0.034 |
| SITIO 5 | 7  | <i>Nolina parviflora</i>     | 1.8 | 11.7 | 0.009 |
| SITIO 5 | 8  | <i>Nolina parviflora</i>     | 1.8 | 11   | 0.008 |
| SITIO 5 | 3  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 10   | 0.014 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|         |    |                                  |     |      |       |
|---------|----|----------------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 5 | 4  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 11.7 | 0.018 |
| SITIO 5 | 5  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 11.8 | 0.018 |
| SITIO 5 | 6  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 25  | 11   | 0.165 |
| SITIO 5 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 16.5 | 0.038 |
| SITIO 5 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 13.5 | 0.023 |
| SITIO 5 | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 12.9 | 0.021 |
| SITIO 5 | 12 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 14.5 | 0.026 |
| SITIO 5 | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 15.3 | 0.034 |
| SITIO 5 | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 14   | 0.029 |
| SITIO 5 | 15 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 9    | 0.014 |
| SITIO 5 | 16 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 12.5 | 0.028 |
| SITIO 5 | 17 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 2.5 | 10   | 0.011 |
| SITIO 5 | 18 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 2.5 | 8.5  | 0.009 |
| SITIO 5 | 19 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 9.5  | 0.017 |
| SITIO 5 | 21 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 23   | 0.078 |
| SITIO 5 | 22 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 17   | 0.047 |
| SITIO 5 | 23 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 13.3 | 0.026 |
| SITIO 5 | 24 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 25   | 0.078 |
| SITIO 5 | 25 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 23   | 0.067 |
| SITIO 5 | 26 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 25.3 | 0.092 |
| SITIO 5 | 27 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 4   | 22   | 0.072 |
| SITIO 5 | 20 | <i>Rhus schiedeana</i>           | 3   | 7.5  | 0.006 |
| SITIO 5 | 1  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 12.2 | 0.019 |
| SITIO 5 | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 12.5 | 0.020 |
| SITIO 6 | 3  | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 3.5 | 8.7  | 0.009 |
| SITIO 6 | 4  | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 3.5 | 6.3  | 0.005 |
| SITIO 6 | 5  | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 3.5 | 12.5 | 0.019 |
| SITIO 6 | 32 | <i>Comarostaphylis polifolia</i> | 2.5 | 11.5 | 0.012 |
| SITIO 6 | 24 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 4.5 | 8.8  | 0.017 |
| SITIO 6 | 6  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 13  | 6.8  | 0.035 |
| SITIO 6 | 7  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 13  | 9.6  | 0.064 |
| SITIO 6 | 8  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 2   | 9    | 0.007 |
| SITIO 6 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>        | 2   | 9.3  | 0.008 |
| SITIO 6 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 8.5  | 0.010 |
| SITIO 6 | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 10.1 | 0.014 |
| SITIO 6 | 12 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 6.5  | 0.007 |
| SITIO 6 | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 5.5  | 0.005 |
| SITIO 6 | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3   | 10   | 0.014 |
| SITIO 6 | 15 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 19.3 | 0.050 |
| SITIO 6 | 16 | <i>Quercus glaucoides</i>        | 3.5 | 20   | 0.053 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                |    |                                      |     |      |       |
|----------------|----|--------------------------------------|-----|------|-------|
| <b>SITIO 6</b> | 17 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 19.5 | 0.051 |
| <b>SITIO 6</b> | 18 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 12   | 0.022 |
| <b>SITIO 6</b> | 19 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3   | 14   | 0.024 |
| <b>SITIO 6</b> | 20 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3   | 10   | 0.014 |
| <b>SITIO 6</b> | 21 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 19   | 0.049 |
| <b>SITIO 6</b> | 22 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 13.3 | 0.026 |
| <b>SITIO 6</b> | 23 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 10   | 0.016 |
| <b>SITIO 6</b> | 25 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 11.5 | 0.021 |
| <b>SITIO 6</b> | 26 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 8    | 0.011 |
| <b>SITIO 6</b> | 27 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 13   | 0.025 |
| <b>SITIO 6</b> | 28 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 12.5 | 0.024 |
| <b>SITIO 6</b> | 29 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 10   | 0.016 |
| <b>SITIO 6</b> | 30 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 12.9 | 0.025 |
| <b>SITIO 6</b> | 31 | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3.5 | 11   | 0.019 |
| <b>SITIO 6</b> | 1  | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3   | 12   | 0.019 |
| <b>SITIO 6</b> | 2  | <i>Quercus glaucooides</i>           | 3   | 12.3 | 0.020 |
| <b>SITIO 7</b> | 18 | <i>Juniperus flaccida</i>            | 6   | 22.7 | 0.248 |
| <b>SITIO 7</b> | 19 | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 3.5 | 14   | 0.038 |
| <b>SITIO 7</b> | 20 | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 3.5 | 14   | 0.038 |
| <b>SITIO 7</b> | 21 | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 3.5 | 14   | 0.038 |
| <b>SITIO 7</b> | 22 | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 3.5 | 14   | 0.038 |
| <b>SITIO 7</b> | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 6.5  | 0.017 |
| <b>SITIO 7</b> | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 22.3 | 0.136 |
| <b>SITIO 7</b> | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 6.3  | 0.016 |
| <b>SITIO 7</b> | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 8.8  | 0.028 |
| <b>SITIO 7</b> | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 5.5  | 0.013 |
| <b>SITIO 7</b> | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 6.1  | 0.015 |
| <b>SITIO 7</b> | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 28.2 | 0.203 |
| <b>SITIO 7</b> | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 7   | 25.7 | 0.174 |
| <b>SITIO 7</b> | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 5   | 11.2 | 0.029 |
| <b>SITIO 7</b> | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 5   | 14   | 0.043 |
| <b>SITIO 7</b> | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 13.5 | 0.036 |
| <b>SITIO 7</b> | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 8    | 0.015 |
| <b>SITIO 7</b> | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 8.6  | 0.017 |
| <b>SITIO 7</b> | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 9.4  | 0.019 |
| <b>SITIO 7</b> | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 8    | 0.015 |
| <b>SITIO 7</b> | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 8.6  | 0.017 |
| <b>SITIO 7</b> | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 4.5 | 9.4  | 0.019 |
| <b>SITIO 8</b> | 18 | <i>Arctostaphylos pungens</i>        | 2.5 | 10   | 0.009 |
| <b>SITIO 8</b> | 19 | <i>Arctostaphylos pungens</i>        | 2.5 | 10   | 0.009 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|         |    |                              |     |      |       |
|---------|----|------------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 8 | 17 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 7.8  | 0.007 |
| SITIO 8 | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 14.1 | 0.043 |
| SITIO 8 | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 18.8 | 0.086 |
| SITIO 8 | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 16.5 | 0.069 |
| SITIO 8 | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 18.7 | 0.101 |
| SITIO 8 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4.5 | 11.1 | 0.026 |
| SITIO 8 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7.5 | 18   | 0.102 |
| SITIO 8 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7.5 | 17.6 | 0.098 |
| SITIO 8 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 17.3 | 0.075 |
| SITIO 8 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 11.3 | 0.036 |
| SITIO 8 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 12   | 0.026 |
| SITIO 8 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 5.3  | 0.006 |
| SITIO 8 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 3   | 11   | 0.016 |
| SITIO 8 | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 13.5 | 0.049 |
| SITIO 8 | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8.5 | 23.9 | 0.190 |
| SITIO 8 | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8.5 | 16   | 0.096 |
| SITIO 8 | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8.5 | 17.3 | 0.109 |
| SITIO 9 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 17.5 | 0.090 |
| SITIO 9 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 7.5  | 0.025 |
| SITIO 9 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 13.8 | 0.070 |
| SITIO 9 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 13   | 0.054 |
| SITIO 9 | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 5.9  | 0.008 |
| SITIO 9 | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 10.2 | 0.030 |
| SITIO 9 | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 28   | 0.233 |
| SITIO 9 | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 22.5 | 0.160 |
| SITIO 9 | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7.5 | 13.5 | 0.063 |
| SITIO 9 | 18 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 12.5 | 0.059 |
| SITIO 9 | 19 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 15.3 | 0.083 |
| SITIO 9 | 20 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 15.9 | 0.077 |
| SITIO 9 | 31 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7.5 | 11.5 | 0.048 |
| SITIO 9 | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 3   | 7.2  | 0.008 |
| SITIO 9 | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 10   | 0.035 |
| SITIO 9 | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 7.2  | 0.017 |
| SITIO 9 | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 9.5  | 0.032 |
| SITIO 9 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 9.8  | 0.018 |
| SITIO 9 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 6.4  | 0.011 |
| SITIO 9 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 24   | 0.179 |
| SITIO 9 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 16   | 0.077 |
| SITIO 9 | 21 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 11.7 | 0.045 |
| SITIO 9 | 22 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4.5 | 8.5  | 0.016 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|          |    |                                |     |      |       |
|----------|----|--------------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 9  | 23 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 6   | 13   | 0.046 |
| SITIO 9  | 24 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 8   | 11.9 | 0.054 |
| SITIO 9  | 25 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 7   | 10   | 0.035 |
| SITIO 9  | 26 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 7   | 6.5  | 0.017 |
| SITIO 9  | 27 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 5   | 6.8  | 0.012 |
| SITIO 9  | 28 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 8   | 9    | 0.034 |
| SITIO 9  | 29 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 7   | 16.9 | 0.085 |
| SITIO 9  | 30 | <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 7.5 | 17.5 | 0.097 |
| SITIO 10 | 4  | <i>Rhus schiedeana</i>         | 4   | 11   | 0.017 |
| SITIO 10 | 1  | <i>Juniperus flaccida</i>      | 3.5 | 10.8 | 0.037 |
| SITIO 10 | 2  | <i>Pinus teocote</i>           | 9   | 27   | 0.361 |
| SITIO 10 | 3  | <i>Rhus schiedeana</i>         | 4   | 9.5  | 0.013 |
| SITIO 11 | 11 | <i>Acacia pennatula</i>        | 4   | 11   | 0.253 |
| SITIO 11 | 12 | <i>Acacia pennatula</i>        | 4   | 7.5  | 0.123 |
| SITIO 11 | 6  | <i>Juniperus flaccida</i>      | 5   | 7    | 0.023 |
| SITIO 11 | 7  | <i>Juniperus flaccida</i>      | 5   | 15.9 | 0.106 |
| SITIO 11 | 8  | <i>Juniperus flaccida</i>      | 5   | 13.4 | 0.077 |
| SITIO 11 | 4  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 14   | 0.029 |
| SITIO 11 | 5  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 17   | 0.040 |
| SITIO 11 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 23   | 0.057 |
| SITIO 11 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 13.5 | 0.023 |
| SITIO 11 | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 4   | 16.5 | 0.044 |
| SITIO 11 | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 4   | 18   | 0.051 |
| SITIO 11 | 15 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 4   | 10.5 | 0.020 |
| SITIO 11 | 16 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 4   | 12   | 0.026 |
| SITIO 11 | 17 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 11   | 0.019 |
| SITIO 11 | 18 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 12   | 0.022 |
| SITIO 11 | 19 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 8.3  | 0.010 |
| SITIO 11 | 1  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 2.5 | 9.2  | 0.010 |
| SITIO 11 | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 1.8 | 7.5  | 0.005 |
| SITIO 11 | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 7    | 0.009 |
| SITIO 12 | 12 | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> | 4   | 10.7 | 0.016 |
| SITIO 12 | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 14   | 0.029 |
| SITIO 12 | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 13.5 | 0.027 |
| SITIO 12 | 4  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 13.5 | 0.027 |
| SITIO 12 | 5  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 12.8 | 0.025 |
| SITIO 12 | 6  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3.5 | 12   | 0.022 |
| SITIO 12 | 8  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 13.1 | 0.022 |
| SITIO 12 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 7.5  | 0.008 |
| SITIO 12 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>      | 3   | 13.5 | 0.023 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|          |    |                           |     |      |       |
|----------|----|---------------------------|-----|------|-------|
| SITIO 12 | 11 | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 7    | 0.007 |
| SITIO 12 | 13 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 10   | 0.019 |
| SITIO 12 | 14 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 6    | 0.008 |
| SITIO 12 | 15 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 11.1 | 0.023 |
| SITIO 12 | 16 | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 8.3  | 0.010 |
| SITIO 12 | 17 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 13.8 | 0.033 |
| SITIO 12 | 18 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 22.1 | 0.073 |
| SITIO 12 | 19 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 8.6  | 0.015 |
| SITIO 12 | 20 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 6.7  | 0.010 |
| SITIO 12 | 22 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 7.3  | 0.011 |
| SITIO 12 | 23 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 12   | 0.026 |
| SITIO 12 | 24 | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 10.5 | 0.020 |
| SITIO 12 | 25 | <i>Quercus glaucoides</i> | 5.5 | 17   | 0.066 |
| SITIO 12 | 26 | <i>Quercus glaucoides</i> | 5.5 | 22.5 | 0.106 |
| SITIO 12 | 7  | <i>Rhus schiedeana</i>    | 3   | 5.9  | 0.004 |
| SITIO 12 | 21 | <i>Rhus schiedeana</i>    | 2.5 | 6.2  | 0.003 |
| SITIO 12 | 27 | <i>Rhus schiedeana</i>    | 2.5 | 6    | 0.003 |
| SITIO 12 | 28 | <i>Rhus schiedeana</i>    | 2.5 | 5.5  | 0.003 |
| SITIO 12 | 1  | <i>Quercus glaucoides</i> | 3.5 | 11.5 | 0.021 |
| SITIO 13 | 3  | <i>Quercus glaucoides</i> | 4   | 15.6 | 0.040 |
| SITIO 13 | 4  | <i>Quercus glaucoides</i> | 3.5 | 11.1 | 0.019 |
| SITIO 13 | 5  | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 8    | 0.008 |
| SITIO 13 | 6  | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 6.5  | 0.005 |
| SITIO 13 | 7  | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 5.8  | 0.004 |
| SITIO 13 | 8  | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 8.5  | 0.010 |
| SITIO 13 | 9  | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 9.3  | 0.012 |
| SITIO 13 | 10 | <i>Quercus glaucoides</i> | 22  | 9.2  | 0.106 |
| SITIO 13 | 11 | <i>Quercus glaucoides</i> | 22  | 7.8  | 0.080 |
| SITIO 13 | 12 | <i>Quercus glaucoides</i> | 25  | 9    | 0.117 |
| SITIO 13 | 13 | <i>Quercus glaucoides</i> | 25  | 8    | 0.096 |
| SITIO 13 | 14 | <i>Quercus glaucoides</i> | 25  | 6    | 0.059 |
| SITIO 13 | 15 | <i>Quercus glaucoides</i> | 25  | 11   | 0.165 |
| SITIO 13 | 16 | <i>Quercus glaucoides</i> | 25  | 8    | 0.096 |
| SITIO 13 | 17 | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 10   | 0.011 |
| SITIO 13 | 18 | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 7.8  | 0.007 |
| SITIO 13 | 19 | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 8    | 0.008 |
| SITIO 13 | 20 | <i>Quercus glaucoides</i> | 2.5 | 9    | 0.009 |
| SITIO 13 | 21 | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 9    | 0.011 |
| SITIO 13 | 22 | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 10   | 0.014 |
| SITIO 13 | 23 | <i>Quercus glaucoides</i> | 3   | 8    | 0.009 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                 |    |                              |     |      |       |
|-----------------|----|------------------------------|-----|------|-------|
| <b>SITIO 13</b> | 24 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 10   | 0.014 |
| <b>SITIO 13</b> | 30 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 7.3  | 0.007 |
| <b>SITIO 13</b> | 31 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 5.2  | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 32 | <i>Quercus glaucooides</i>   | 2.5 | 5.5  | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 27 | <i>Rhus schiedeana</i>       | 3.4 | 5.4  | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 28 | <i>Rhus schiedeana</i>       | 3.4 | 5.3  | 0.003 |
| <b>SITIO 13</b> | 25 | <i>Wimmeria pubescens</i>    | 4.5 | 5.3  | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 26 | <i>Wimmeria pubescens</i>    | 4.5 | 5.1  | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 29 | <i>Wimmeria pubescens</i>    | 4   | 5    | 0.004 |
| <b>SITIO 13</b> | 33 | <i>Wimmeria pubescens</i>    | 4.5 | 5.5  | 0.005 |
| <b>SITIO 13</b> | 1  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 3   | 12   | 0.019 |
| <b>SITIO 13</b> | 2  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 4   | 14.9 | 0.037 |
| <b>SITIO 14</b> | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 17.5 | 0.062 |
| <b>SITIO 14</b> | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 10   | 0.024 |
| <b>SITIO 14</b> | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 10.6 | 0.021 |
| <b>SITIO 14</b> | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 25  | 6    | 0.059 |
| <b>SITIO 14</b> | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 14.7 | 0.057 |
| <b>SITIO 14</b> | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 9.5  | 0.022 |
| <b>SITIO 14</b> | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 8.3  | 0.018 |
| <b>SITIO 14</b> | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 7    | 0.010 |
| <b>SITIO 14</b> | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 39.4 | 0.416 |
| <b>SITIO 14</b> | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 21   | 0.104 |
| <b>SITIO 14</b> | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 7.5  | 0.012 |
| <b>SITIO 14</b> | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 16.5 | 0.069 |
| <b>SITIO 14</b> | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 9.5  | 0.032 |
| <b>SITIO 14</b> | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7   | 25.8 | 0.175 |
| <b>SITIO 14</b> | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 9.7  | 0.018 |
| <b>SITIO 14</b> | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 10.3 | 0.020 |
| <b>SITIO 14</b> | 18 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 9.2  | 0.021 |
| <b>SITIO 14</b> | 19 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 8.9  | 0.020 |
| <b>SITIO 14</b> | 20 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5   | 8.5  | 0.018 |
| <b>SITIO 14</b> | 21 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4.5 | 7.7  | 0.014 |
| <b>SITIO 14</b> | 22 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 3.5 | 6.1  | 0.007 |
| <b>SITIO 14</b> | 10 | <i>Rhus schiedeana</i>       | 4   | 10.5 | 0.016 |
| <b>SITIO 15</b> | 4  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 4   | 12.5 | 0.028 |
| <b>SITIO 15</b> | 5  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 4   | 13.8 | 0.033 |
| <b>SITIO 15</b> | 6  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 6   | 4    | 0.006 |
| <b>SITIO 15</b> | 7  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 6   | 9.5  | 0.027 |
| <b>SITIO 15</b> | 8  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 6   | 12.5 | 0.043 |
| <b>SITIO 15</b> | 9  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 6   | 8.5  | 0.022 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                 |    |                            |     |      |       |
|-----------------|----|----------------------------|-----|------|-------|
| <b>SITIO 15</b> | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 7.2  | 0.008 |
| <b>SITIO 15</b> | 12 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 7    | 0.007 |
| <b>SITIO 15</b> | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 17   | 0.047 |
| <b>SITIO 15</b> | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 17   | 0.047 |
| <b>SITIO 15</b> | 17 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 18.5 | 0.054 |
| <b>SITIO 15</b> | 18 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 18.3 | 0.053 |
| <b>SITIO 15</b> | 19 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4.5 | 14.5 | 0.040 |
| <b>SITIO 15</b> | 20 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 7.5  | 0.012 |
| <b>SITIO 15</b> | 21 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 3    | 0.002 |
| <b>SITIO 15</b> | 22 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 11.5 | 0.024 |
| <b>SITIO 15</b> | 23 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3.5 | 8.7  | 0.013 |
| <b>SITIO 15</b> | 24 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3.5 | 8.6  | 0.013 |
| <b>SITIO 15</b> | 25 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3.5 | 10   | 0.016 |
| <b>SITIO 15</b> | 26 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3.5 | 5.8  | 0.006 |
| <b>SITIO 15</b> | 27 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3.5 | 7.8  | 0.011 |
| <b>SITIO 15</b> | 15 | <i>Rhus schiedeana</i>     | 3.5 | 6.6  | 0.005 |
| <b>SITIO 15</b> | 16 | <i>Rhus schiedeana</i>     | 3.5 | 6    | 0.004 |
| <b>SITIO 15</b> | 10 | <i>Wimmeria pubescens</i>  | 7   | 8.8  | 0.019 |
| <b>SITIO 15</b> | 1  | <i>Acacia pennatula</i>    | 2.5 | 6.6  | 0.062 |
| <b>SITIO 15</b> | 2  | <i>Bursera galeottiana</i> | 3.5 | 8    | 0.122 |
| <b>SITIO 15</b> | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 16.5 | 0.044 |
| <b>SITIO 16</b> | 32 | <i>Bursera fagaroides</i>  | 2   | 5.7  | 0.038 |
| <b>SITIO 16</b> | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 10.5 | 0.015 |
| <b>SITIO 16</b> | 4  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 8.5  | 0.014 |
| <b>SITIO 16</b> | 5  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 15.5 | 0.040 |
| <b>SITIO 16</b> | 6  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 8.7  | 0.009 |
| <b>SITIO 16</b> | 7  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 8.5  | 0.009 |
| <b>SITIO 16</b> | 8  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.2 | 6.2  | 0.004 |
| <b>SITIO 16</b> | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.2 | 5.5  | 0.004 |
| <b>SITIO 16</b> | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 10.5 | 0.015 |
| <b>SITIO 16</b> | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 11.2 | 0.017 |
| <b>SITIO 16</b> | 12 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 3   | 8.5  | 0.010 |
| <b>SITIO 16</b> | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 7    | 0.006 |
| <b>SITIO 16</b> | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 8.8  | 0.009 |
| <b>SITIO 16</b> | 15 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 22.2 | 0.073 |
| <b>SITIO 16</b> | 16 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 18.8 | 0.055 |
| <b>SITIO 16</b> | 17 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 4   | 19.3 | 0.058 |
| <b>SITIO 16</b> | 18 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 9.1  | 0.010 |
| <b>SITIO 16</b> | 19 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 8.3  | 0.008 |
| <b>SITIO 16</b> | 20 | <i>Quercus glaucoides</i>  | 2.5 | 9.3  | 0.010 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                 |    |                              |     |      |       |
|-----------------|----|------------------------------|-----|------|-------|
| <b>SITIO 16</b> | 21 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 2.5 | 11   | 0.013 |
| <b>SITIO 16</b> | 22 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 2.5 | 6.8  | 0.006 |
| <b>SITIO 16</b> | 23 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 9.8  | 0.013 |
| <b>SITIO 16</b> | 24 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 11.6 | 0.018 |
| <b>SITIO 16</b> | 25 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 28  | 9.5  | 0.145 |
| <b>SITIO 16</b> | 26 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 28  | 8    | 0.108 |
| <b>SITIO 16</b> | 27 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 28  | 7    | 0.086 |
| <b>SITIO 16</b> | 28 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 11.5 | 0.021 |
| <b>SITIO 16</b> | 29 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 8.8  | 0.013 |
| <b>SITIO 16</b> | 30 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 6    | 0.007 |
| <b>SITIO 16</b> | 31 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 8    | 0.011 |
| <b>SITIO 16</b> | 33 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 6.2  | 0.006 |
| <b>SITIO 16</b> | 34 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 8    | 0.009 |
| <b>SITIO 16</b> | 35 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 7    | 0.007 |
| <b>SITIO 16</b> | 1  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 15   | 0.032 |
| <b>SITIO 16</b> | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 8.2  | 0.012 |
| <b>SITIO 17</b> | 5  | <i>Juniperus flaccida</i>    | 6   | 18.5 | 0.168 |
| <b>SITIO 17</b> | 6  | <i>Juniperus flaccida</i>    | 4.5 | 9.6  | 0.037 |
| <b>SITIO 17</b> | 3  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 5   | 15.3 | 0.050 |
| <b>SITIO 17</b> | 7  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 16   | 0.036 |
| <b>SITIO 17</b> | 8  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 5    | 0.005 |
| <b>SITIO 17</b> | 9  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 7    | 0.009 |
| <b>SITIO 17</b> | 10 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 4.5 | 26.4 | 0.112 |
| <b>SITIO 17</b> | 11 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 12.3 | 0.020 |
| <b>SITIO 17</b> | 12 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 20   | 0.053 |
| <b>SITIO 17</b> | 13 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 13.3 | 0.026 |
| <b>SITIO 17</b> | 14 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 7.5  | 0.008 |
| <b>SITIO 17</b> | 15 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 11.8 | 0.018 |
| <b>SITIO 17</b> | 16 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3   | 12   | 0.019 |
| <b>SITIO 17</b> | 17 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 25  | 12   | 0.191 |
| <b>SITIO 17</b> | 18 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 12.6 | 0.024 |
| <b>SITIO 17</b> | 19 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 3.5 | 13.6 | 0.027 |
| <b>SITIO 17</b> | 20 | <i>Quercus glaucoides</i>    | 2   | 5.5  | 0.003 |
| <b>SITIO 17</b> | 4  | <i>Rhus schiedeana</i>       | 5   | 12.3 | 0.027 |
| <b>SITIO 17</b> | 1  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 5   | 26.8 | 0.129 |
| <b>SITIO 17</b> | 2  | <i>Quercus glaucoides</i>    | 5   | 20.5 | 0.082 |
| <b>SITIO 18</b> | 1  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6   | 18   | 0.080 |
| <b>SITIO 18</b> | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4   | 9.3  | 0.017 |
| <b>SITIO 18</b> | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 9    | 0.034 |
| <b>SITIO 18</b> | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8   | 13.8 | 0.070 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|          |    |                              |   |      |       |
|----------|----|------------------------------|---|------|-------|
| SITIO 18 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 11   | 0.047 |
| SITIO 18 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6 | 12.6 | 0.044 |
| SITIO 18 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5 | 15.3 | 0.050 |
| SITIO 18 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 18.3 | 0.113 |
| SITIO 18 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 15.3 | 0.083 |
| SITIO 18 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 8    | 0.028 |
| SITIO 18 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 14.5 | 0.076 |
| SITIO 18 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 20.3 | 0.134 |
| SITIO 18 | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7 | 20.5 | 0.118 |
| SITIO 18 | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7 | 19.8 | 0.111 |
| SITIO 18 | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7 | 10   | 0.035 |
| SITIO 18 | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7 | 7    | 0.019 |
| SITIO 18 | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 16.8 | 0.097 |
| SITIO 18 | 18 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 8.5  | 0.031 |
| SITIO 18 | 19 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 11.3 | 0.050 |
| SITIO 18 | 20 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6 | 13.3 | 0.048 |
| SITIO 18 | 21 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 4 | 13   | 0.029 |
| SITIO 19 | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 10.5 | 0.044 |
| SITIO 19 | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 12.5 | 0.059 |
| SITIO 19 | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 9.7  | 0.038 |
| SITIO 19 | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 30   | 0.262 |
| SITIO 19 | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 29   | 0.247 |
| SITIO 19 | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 8    | 0.028 |
| SITIO 19 | 10 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 12   | 0.055 |
| SITIO 19 | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 5    | 0.012 |
| SITIO 19 | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 13.6 | 0.068 |
| SITIO 19 | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 6    | 0.017 |
| SITIO 19 | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 18.3 | 0.113 |
| SITIO 19 | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 7.5  | 0.025 |
| SITIO 19 | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 7 | 13   | 0.054 |
| SITIO 19 | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 14.5 | 0.076 |
| SITIO 19 | 18 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 15.5 | 0.085 |
| SITIO 19 | 19 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 16.8 | 0.097 |
| SITIO 19 | 20 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 16.8 | 0.097 |
| SITIO 19 | 21 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5 | 9.2  | 0.021 |
| SITIO 19 | 22 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5 | 13   | 0.038 |
| SITIO 19 | 23 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5 | 10.6 | 0.027 |
| SITIO 19 | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6 | 18.8 | 0.086 |
| SITIO 19 | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 8 | 5.7  | 0.015 |
| SITIO 19 | 1  | <i>Rhus schiedeana</i>       | 5 | 10.6 | 0.020 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                 |    |                              |    |      |               |
|-----------------|----|------------------------------|----|------|---------------|
| <b>SITIO 20</b> | 4  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 12.5 | 0.043         |
| <b>SITIO 20</b> | 5  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 15.5 | 0.062         |
| <b>SITIO 20</b> | 6  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 13   | 0.046         |
| <b>SITIO 20</b> | 7  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 10   | 0.029         |
| <b>SITIO 20</b> | 8  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 7    | 0.016         |
| <b>SITIO 20</b> | 9  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 12   | 0.040         |
| <b>SITIO 20</b> | 11 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 5  | 18.3 | 0.067         |
| <b>SITIO 20</b> | 12 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 12.5 | 0.043         |
| <b>SITIO 20</b> | 13 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 22   | 0.113         |
| <b>SITIO 20</b> | 14 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 10.2 | 0.030         |
| <b>SITIO 20</b> | 15 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 13.2 | 0.047         |
| <b>SITIO 20</b> | 16 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 12.4 | 0.042         |
| <b>SITIO 20</b> | 17 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 10.8 | 0.033         |
| <b>SITIO 20</b> | 18 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 15.5 | 0.062         |
| <b>SITIO 20</b> | 19 | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 14.1 | 0.053         |
| <b>SITIO 20</b> | 10 | <i>Rhus schiedeana</i>       | 3  | 5.9  | 0.004         |
| <b>SITIO 20</b> | 1  | <i>Quercus glaucooides</i>   | 25 | 16.1 | 0.315         |
| <b>SITIO 20</b> | 2  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 14.5 | 0.055         |
| <b>SITIO 20</b> | 3  | <i>Quercus magnoliifolia</i> | 6  | 17.5 | 0.076         |
| <b>TOTALES</b>  |    |                              |    |      | <b>21.417</b> |

Cuadro II. 56-. Resumen de Volumen forestal existente en los cuadrantes de muestreo del polígono 2 por sitio de muestreo

| <b>SITIO</b> | <b>VOLUMEN</b> |
|--------------|----------------|
| SITIO 1      | 2.337          |
| SITIO 2      | 0.789          |
| SITIO 3      | 0.613          |
| SITIO 4      | 0.765          |
| SITIO 5      | 0.985          |
| SITIO 6      | 0.712          |
| SITIO 7      | 1.208          |
| SITIO 8      | 1.153          |
| SITIO 9      | 1.817          |
| SITIO 10     | 0.427          |
| SITIO 11     | 0.947          |
| SITIO 12     | 0.659          |
| SITIO 13     | 0.995          |
| SITIO 14     | 1.212          |
| SITIO 15     | 0.768          |
| SITIO 16     | 0.912          |

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| SITIO 17             | 1.045         |
| SITIO 18             | 1.312         |
| SITIO 19             | 1.582         |
| SITIO 20             | 1.178         |
| <b>TOTAL GENERAL</b> | <b>21.417</b> |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

Cuadro II. 57-Volumen forestal existente en los cuadrantes de muestreo del polígono 2.

| SITIO   | ID | MORFOESPECIE              | NOMBRE CIENTÍFICO                | ALT | DAP  | VOL        |
|---------|----|---------------------------|----------------------------------|-----|------|------------|
| SITIO 1 | 1  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 15.5 | 0.08489277 |
| SITIO 1 | 1  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 11.8 | 0.05334094 |
| SITIO 1 | 2  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 11.8 | 0.05334094 |
| SITIO 1 | 2  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 7.9  | 0.02692599 |
| SITIO 1 | 2  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 12   | 0.05489045 |
| SITIO 1 | 2  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 7.3  | 0.02353561 |
| SITIO 1 | 3  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 4   | 9.1  | 0.01604395 |
| SITIO 1 | 4  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 9    | 0.02905061 |
| SITIO 1 | 5  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 9    | 0.02905061 |
| SITIO 1 | 5  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 10.3 | 0.03655836 |
| SITIO 1 | 5  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 9.9  | 0.03417264 |
| SITIO 1 | 6  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 6   | 14.8 | 0.05726947 |
| SITIO 1 | 6  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 6   | 12.5 | 0.04294863 |
| SITIO 1 | 7  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 3.5 | 5.5  | 0.0058784  |
| SITIO 1 | 8  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 6   | 6.4  | 0.01372823 |
| SITIO 1 | 8  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 6   | 11   | 0.03454308 |
| SITIO 1 | 8  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 6   | 8    | 0.02007826 |
| SITIO 2 | 1  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 18.7 | 0.1009877  |
| SITIO 2 | 1  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 12.4 | 0.05015144 |
| SITIO 2 | 1  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 17.5 | 0.09019741 |
| SITIO 2 | 2  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 7   | 21.4 | 0.12707541 |
| SITIO 2 | 3  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 13.8 | 0.06964845 |
| SITIO 2 | 3  | Leucaenae                 | <i>Leucaena esculenta</i>        | 8   | 16.5 | 0.09443472 |
| SITIO 3 | 1  | Lysiloma                  | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 5   | 6.8  | 0.01246821 |
| SITIO 3 | 2  | Euphorbia schlechtendalii | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 5   | 6.5  | 0.01154564 |
| SITIO 3 | 3  | Lysiloma                  | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 5   | 9    | 0.02010061 |
| SITIO 3 | 4  | Euphorbia schlechtendalii | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 4.5 | 6.2  | 0.00949226 |
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii   | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 6.5  | 0.01028806 |
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii   | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 5.3  | 0.00726635 |
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii   | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 5.5  | 0.00773971 |
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii   | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 5.2  | 0.00703432 |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

|         |    |                                |                                  |     |      |            |
|---------|----|--------------------------------|----------------------------------|-----|------|------------|
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii        | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 5.2  | 0.00703432 |
| SITIO 3 | 5  | Bursera schlechtendalii        | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4.5 | 7.7  | 0.01373067 |
| SITIO 3 | 6  | Lysiloma                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 4   | 6    | 0.00789074 |
| SITIO 3 | 7  | Lysiloma                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 4.5 | 9.5  | 0.01963953 |
| SITIO 3 | 8  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 6.2  | 0.01065256 |
| SITIO 3 | 9  | Lysiloma                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 5   | 8.8  | 0.01934553 |
| SITIO 3 | 10 | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 6.5  | 0.01154564 |
| SITIO 3 | 10 | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 5.8  | 0.00950838 |
| SITIO 3 | 10 | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 5.2  | 0.00789417 |
| SITIO 3 | 11 | Lysiloma                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 6   | 11.6 | 0.03781454 |
| SITIO 3 | 12 | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 6   | 11.2 | 0.03561997 |
| SITIO 3 | 13 | Euphorbia schlechtendalii      | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 5   | 5.3  | 0.00815456 |
| SITIO 3 | 14 | Eysenhardtia                   | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>   | 4.5 | 5.5  | 0.00773971 |
| SITIO 3 | 15 | Malpighia mexicana             | <i>Malpighia mexicana</i>        | 4   | 6.3  | 0.0085747  |
| SITIO 3 | 16 | Asrteraceae opuesta decurrente | <i>Asteraceae sp.1</i>           | 4   | 5.1  | 0.00598225 |
| SITIO 3 | 17 | Bursera excelsa                | <i>Bursera excelsa</i>           | 4   | 7    | 0.01026075 |
| SITIO 3 | 18 | Senna atomaria                 | <i>Senna atomaria</i>            | 6   | 10.9 | 0.03400976 |
| SITIO 3 | 18 | Senna atomaria                 | <i>Senna atomaria</i>            | 6   | 13.7 | 0.05020848 |
| SITIO 3 | 18 | Senna atomaria                 | <i>Senna atomaria</i>            | 6   | 12   | 0.04006302 |
| SITIO 3 | 18 | Senna atomaria                 | <i>Senna atomaria</i>            | 6   | 11.3 | 0.03616353 |
| SITIO 3 | 19 | Euphorbia schlechtendalii      | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 6   | 6    | 0.01229873 |
| SITIO 3 | 20 | Bursera excelsa                | <i>Bursera excelsa</i>           | 7   | 46.2 | 0.47152728 |
| SITIO 3 | 21 | Croton                         | <i>Croton fantzianus</i>         | 5   | 6    | 0.01007376 |
| SITIO 3 | 21 | Croton                         | <i>Croton fantzianus</i>         | 5   | 6    | 0.01007376 |
| SITIO 3 | 22 | Euphorbia schlechtendalii      | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 6   | 9.5  | 0.02690816 |
| SITIO 3 | 23 | Rutaceae                       | <i>Zanthoxylum fagara</i>        | 3.5 | 5.5  | 0.0058784  |
| SITIO 3 | 24 | Senna atomaria                 | <i>Senna atomaria</i>            | 4   | 5.8  | 0.00744788 |
| SITIO 3 | 25 | Euphorbia schlechtendalii      | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> | 6   | 7    | 0.0159927  |
| SITIO 4 | 1  | Leucaenae                      | <i>Leucaena esculenta</i>        | 4   | 8.1  | 0.01315756 |
| SITIO 5 | 1  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 7.2  | 0.01374351 |
| SITIO 5 | 1  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 5.3  | 0.00815456 |
| SITIO 5 | 2  | Lysiloma                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | 4   | 7.9  | 0.01260887 |
| SITIO 5 | 3  | Bursera schlechtendalii        | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 3   | 5.5  | 0.00496572 |
| SITIO 5 | 4  | Bursera schlechtendalii        | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 2   | 5.5  | 0.00318595 |
| SITIO 5 | 5  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 7.3  | 0.01407031 |
| SITIO 5 | 6  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 4.5 | 8.7  | 0.01690596 |
| SITIO 5 | 6  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 4.5 | 6.8  | 0.01111014 |
| SITIO 5 | 6  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 4.5 | 5.7  | 0.00822533 |
| SITIO 5 | 7  | Bursera schlechtendalii        | <i>Bursera schlechtendalii</i>   | 4   | 19   | 0.05623736 |
| SITIO 5 | 8  | Wimmeria                       | <i>Wimmeria pubescens</i>        | 5   | 6.3  | 0.01094695 |

|                |    |                 |                                   |     |      |             |
|----------------|----|-----------------|-----------------------------------|-----|------|-------------|
| SITIO 5        | 9  | Crimeria        | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 5   | 5.7  | 0.00923077  |
| SITIO 5        | 9  | Crimeria        | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 5   | 5.3  | 0.00815456  |
| SITIO 5        | 9  | Crimeria        | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 5   | 6.3  | 0.01094695  |
| SITIO 5        | 10 | Bursera excelsa | <i>Bursera excelsa</i>            | 4   | 27   | 0.10233785  |
| SITIO 5        | 10 | Bursera excelsa | <i>Bursera excelsa</i>            | 4   | 15.2 | 0.0384515   |
| SITIO 5        | 10 | Bursera excelsa | <i>Bursera excelsa</i>            | 4   | 11.3 | 0.02320215  |
| SITIO 5        | 10 | Bursera excelsa | <i>Bursera excelsa</i>            | 4   | 6    | 0.00789074  |
| SITIO 5        | 11 | Eysenhardtia    | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>    | 4   | 5    | 0.00578378  |
| SITIO 5        | 12 | Erythroxylum    | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 3.5 | 5.5  | 0.0058784   |
| SITIO 5        | 12 | Erythroxylum    | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 3.5 | 6.9  | 0.00865081  |
| <b>TOTALES</b> |    |                 |                                   |     |      | <b>2.57</b> |

Cuadro II. 58-. Resumen de Volumen forestal existente en los cuadrantes de muestreo del polígono 2 por sitio de muestreo

| SITIO                | VOLUMEN       |
|----------------------|---------------|
| SITIO 1              | 0.6162        |
| SITIO 2              | 0.5325        |
| SITIO 3              | 1.0280        |
| SITIO 4              | 0.0132        |
| SITIO 5              | 0.3807        |
| <b>Total general</b> | <b>2.5706</b> |

Para estimar el volumen forestal en el área de cambio de uso de suelo solicitado de cada uno de los polígonos, se aplica una regla de tres simple, dando los siguientes volúmenes.

Cuadro II. 59-. Volumen forestal proyectado en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 1.

| POLIGONO 1         | SUPERFICIE (Ha) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA) |
|--------------------|-----------------|------------------------------|
| <b>MUESTREO</b>    | 0.40            | 21.417                       |
| <b>AREA DE CUS</b> | 17.99           | 963.230                      |

Cuadro II. 60-. Volumen forestal proyectado en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 2

| POLIGONO 2         | SUPERFICIE (Ha) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA) |
|--------------------|-----------------|------------------------------|
| <b>MUESTREO</b>    | 0.10            | 2.5706                       |
| <b>AREA DE CUS</b> | 2.31            | 59.381                       |

Se estima que, en los dos polígonos de Cambio de Uso de suelo, que sumen un total de 20.30 hectáreas se removerán un total de 1,022.61 m<sup>3</sup> rta.

Anexo 14. Base de datos del volumen forestal del área del CUS.

### **II.2.2. Preparación del sitio, desmonte y despalme**

Consiste en la eliminación de la vegetación nativa, que se presenta en los polígonos 1 y 2, actividad que se realizara bajo las autorizaciones de cambio de uso de suelo emitidos por la SEMARNAT.

Con relación al polígono 3, se realizará las actividades de despalme y deshierbe de la vegetación de pastizales y plantaciones de agaves presentes. Esta etapa tendrá una duración de 24 meses, ya que el cambio de uso de suelo se realizará de manera gradual, dependiendo de las necesidades del proyecto

### **II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.**

Se contemplan además actividades provisionales de la obra, como la construcción de una bodega, un cerco perimetral y colocación de baños portátiles, principalmente

### **II.2.4. Etapa de Construcción.**

En esta fase se harán cortes y extracción de suelo para mejorar la base y nivelación, agregando material pétreo tipo revestimiento. La profundidad estimada de corte será de 1.00 metro en el área el proyecto. El desarrollo de la obra civil e infraestructura correspondiente a la obra: engloba terracerías, cimentaciones y estructura, techumbres, albañilería, muros, plafones, acabados y recubrimientos, pinturas, Instalaciones (hidrosanitarias y de purificación, red contra incendio, eléctrica, proyección y sonido, hidráulicas y especiales). Esta etapa tendrá una duración de 36 meses.

### **II.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento.**

Se prevé un periodo de vida útil de 20 años. Las actividades a considerar serán: operación de la obra, mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones y aseo diario del inmueble. La operación del proyecto en evaluación podrá iniciar aun antes de concluir la construcción de las obras al 100%, esto debido a que la primera obra en construir será de celda de emergencia que se instalará en el polígono 3 sur, para el depósito de residuos sólidos urbanos.

### **II.2.6. Descripción de las obras asociadas al proyecto.**

En esta etapa no se consideran obras asociadas al proyecto.

### **II.2.7. Etapa de abandono del sitio.**

Una vez concluido el tiempo de vida útil del proyecto, se solicitará nuevamente una ampliación al periodo de operación y mantenimiento a fin de que sea permanente. En caso de declarar el cierre de las instalaciones, se realizarán las actividades correspondientes de abandono del sitio, mismas

que consisten en el desmantelamiento de la infraestructura y la restauración del sitio mediante acciones de reforestación con especies nativas.

### II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

Los residuos que se generarán en las diversas etapas que incluye el proyecto son:

Cuadro II. 61. Tipo de residuos a generar en cada etapa

| CATEGORIA                           | TIPO DE RESIDUOS                                 | ETAPA DEL PROYECTO                    | COMPONENTE   |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Residuos sólidos de manejo especial | Residuos sólidos provenientes de la construcción | Cambio de uso de suelo y Construcción | Pedacería de varillas, alambres y aceros utilizados, escombros, bolsas de papel de material puzolánico, desechos y desperdicios de mezcla de cemento   |
| Residuos sólidos urbanos            | Residuos sólidos urbanos – domésticos            | Cambio de uso de suelo                | Envase de plástico y latas de refresco, bolsas de plástico, cartón, unicel, papel, residuos orgánicos en general y residuos de comida  |
|                                     |  | Construcción                          | Envase de plástico y latas de refresco, bolsas de plástico, cartón, papel, unicel, pedacería de palma, residuos orgánicos en general, residuos de comida y pedacería de maderas.   |
|                                     |  | Operación y mantenimiento             | Envase de plástico, aluminio, vidrios, latas, bolsas y material de plástico, cartón, papel, tetra pack, materiales ferrosos, desechos de los servicios sanitarios, residuos orgánicos en general, unicel y residuos de comida. |
| Aguas residuales                    | Aguas Grises y negras                            | Cambio de uso de suelo                | Aguas grises y negras provenientes del uso de sanitarios, servicio de aseo personal.   |
|                                     |  | Construcción                          | Aguas grises y negras provenientes del uso de sanitarios, servicio de aseo personal.   |
|                                     |  | Operación y mantenimiento             | Aguas grises y negras provenientes de la operación y mantenimiento de las obras civiles, lavado de utensilios de cocina, servicios sanitarios instalados   |
| Emisiones a la atmosfera            | Polvos   | Cambio de uso de suelo                | Polvos generados por el movimiento manual de tierra.   |
|                                     |  | Construcción                          | Polvos generados por el manejo de materiales de construcción y puzolánicos, así como por el movimiento de tierra   |
|                                     | Gases de combustión                              | Cambio de uso de suelo                | por el uso de maquinaria pesada y vehículos de combustión interna.   |
|                                     |  | Operación y mantenimiento             |  |

## **Manejo y disposición final de los residuos**

### **Residuos sólidos de manejo especial.**

Los residuos de manejo especial, principalmente desechos de la construcción, se manejarán conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, toda vez que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable, a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Se dispondrá de un sitio para que los residuos de manejo especial sean almacenados de acuerdo a sus características. En primera instancia se hará la separación entre lo orgánico (madera, sacos de cemento, cartón) e inorgánico (alambre, clavos, varilla); éstos últimos, a su vez se separarán dada su posibilidad de ser comercializados en centros de acopio de la región.

### **Residuos sólidos urbanos**

Para el manejo de los residuos sólidos generados en las diversas etapas del proyecto, se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión al manejo adecuado, se instalarán contenedores para la recolección y separación de los residuos que se generen en las diversas etapas del proyecto y áreas de trabajo, se rotulará cada contenedor con las leyendas de Orgánico e Inorgánico.

Los residuos resultantes de todas las etapas del proyecto, se manejarán de acuerdo con el plan de manejo establecido para el Proyecto.

### **Residuos Líquidos (Aguas Grises y negras)**

Durante la etapa de cambio de uso de suelo y construcción, la generación de aguas residuales, por el uso de servicios sanitarios portátiles, serán recolectadas y dispuestas por la empresa contratada que preste el servicio y que cuente con la autorización correspondiente. Para la etapa de operación y mantenimiento, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales que permitirá reutilizar el agua, disminuyendo así la presión sobre este recurso.

### **Emisiones a la atmosfera.**

-En la etapa de cambio de uso de suelo y construcción, la emisión de contaminantes a la atmosfera serán los derivados del uso de motores de combustión interna, por los vehículo y maquinaria pesada, pudiendo generar los siguientes gases:

#### **CO (monóxido de carbono):**

El Monóxido es resultado del proceso de combustión y se forma siempre que la combustión es incompleta, es un gas tóxico, inoloro e incoloro. Valores altos del CO, indican una mezcla rica o

una combustión incompleta. Normalmente el valor correcto está comprendido entre 0,5 y 2%, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen.

**CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono):**

El dióxido de Carbono es también resultado del proceso de combustión, no es tóxico a bajos niveles, es el gas de la soda, el anhídrido carbónico. El motor funciona correctamente cuando el CO<sub>2</sub> está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15%. Es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión. Como regla general, lecturas bajas son indicativas de un proceso de combustión malo, que representa una mala mezcla o un encendido defectuoso.

**HC (Hidrocarburos no quemados):**

Este compuesto representa los hidrocarburos que salen del motor sin quemar. La unidad de medida es partes por millón (ppm), se utiliza el ppm, porque la concentración de HC en el gas de escape es muy pequeña. Una indicación alta de HC indica Mezcla rica, el CO también da un valor alto. Mala combustión de mezcla pobre, escape o aceite contaminado. El valor normal está comprendido entre 100 y 400ppm.

**O<sub>2</sub> (Oxígeno):**

Este compuesto es el oxígeno del aire que sobra del proceso de combustión. Un valor alto de Oxígeno puede deberse a mezcla pobre, combustiones que no se producen o un escape roto. Un valor de 0% significa que se ha agotado todo el oxígeno, si el O<sub>2</sub> es alto es indicativo de una mezcla rica. Normalmente el Oxígeno debe ubicarse debajo del 2%.

**Nox (Óxidos de Nitrógeno):**

Los óxidos de Nitrógeno se simbolizan genéricamente como Nox, siendo la "x" el coeficiente correspondiente a la cantidad de átomos de Nitrógeno, puede ser 1, 2,3 etc. Estos óxidos son perjudiciales para los seres vivos y su emisión en muchos lugares del mundo se encuentra reglamentada. Los óxidos de Nitrógeno surgen de la combinación entre sí del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga, y con el objetivo de disminuir dicha emisión de gases, los motores incorporan el sistema EGR (recirculación de gas de escape).

El EGR está constituido por una válvula, de accionamiento neumático o eléctrico, que permite que partes de los gases de escape pasen a la admisión del motor, y de esta forma se encarezca la mezcla. Si bien el motor pierde potencia, la temperatura de combustión baja y ello lleva aparejado una disminución en la emisión de Nox. El sistema EGR disminuye las emisiones de óxidos de nitrógenos, por una baja significativa en la temperatura de la cámara de combustión, como consecuencia del ingreso del gas de escape a la misma.

- En la etapa de operación y mantenimiento.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del centro integral de revalorización de residuos sólidos (CIRRSU), se generarán emisiones contaminantes al aire, principalmente por los vehículos de combustión interna que se requieran para el transporte de los residuos.

#### **II.2.9. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.**

Dada la naturaleza del proyecto, se considera que se contará con la infraestructura suficiente para el manejo y disposición de los residuos que se van a generar por el cambio de uso de suelo, construcción, operación y mantenimiento del CIRRSU.

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.**

La evaluación del impacto ambiental (EIA), ha sido concebida como un instrumento analítico de la política ambiental y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada.

Bajo este concepto, el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos períodos de tiempo y se concretan en ahorros en las inversiones y en los costos de las obras, en diseños perfeccionados e integrados al ambiente y en mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

El Impacto ambiental es definido por la LGEEPA en su artículo 3° como: *“...la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”*, además señala que el desequilibrio ecológico es *“...la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos”*.

Las obras y actividades que comprende el proyecto en evaluación, están previstas en diversos instrumentos jurídicos tanto de orden federal, estatal y municipal; por lo tanto, en los apartados subsecuentes, se enuncian dichos instrumentos con la finalidad de vincular las obras y actividades consideradas en el presente proyecto:

#### **III.1 Programas de ordenamiento ecológico del Territorio.**

##### **III.1.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).**

El Ordenamiento General del Territorio (OGT), establece que por su escala (nivel nacional), no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Tal es el caso de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y las Regiones Hidrológicas, que tienen como objetivo principal, obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Los polígonos que forman parte del proyecto se encuentran en la Unidad Ambiental Biofísica 74 denominada Sierras y Valles de Oaxaca, con una política ambiental de Aprovechamiento sustentable y

restauración. En el 2008 el estado actual del medio ambiente se cataloga de inestable a crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de suelos. Muy alta degradación de la vegetación. Baja degradación por desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de carreteras (km): baja. Porcentaje de zonas urbanas: baja. Porcentaje de cuerpos de agua: sin información. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): media. El uso de suelo es forestal, agrícola y pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Porcentaje de zona funcional alta: 49.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. Escenario esperado al 2033: Inestable a crítico.

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*



Figura III. 1 . Macrolocalización de la Unidad Ambiental Biofísica No. 74

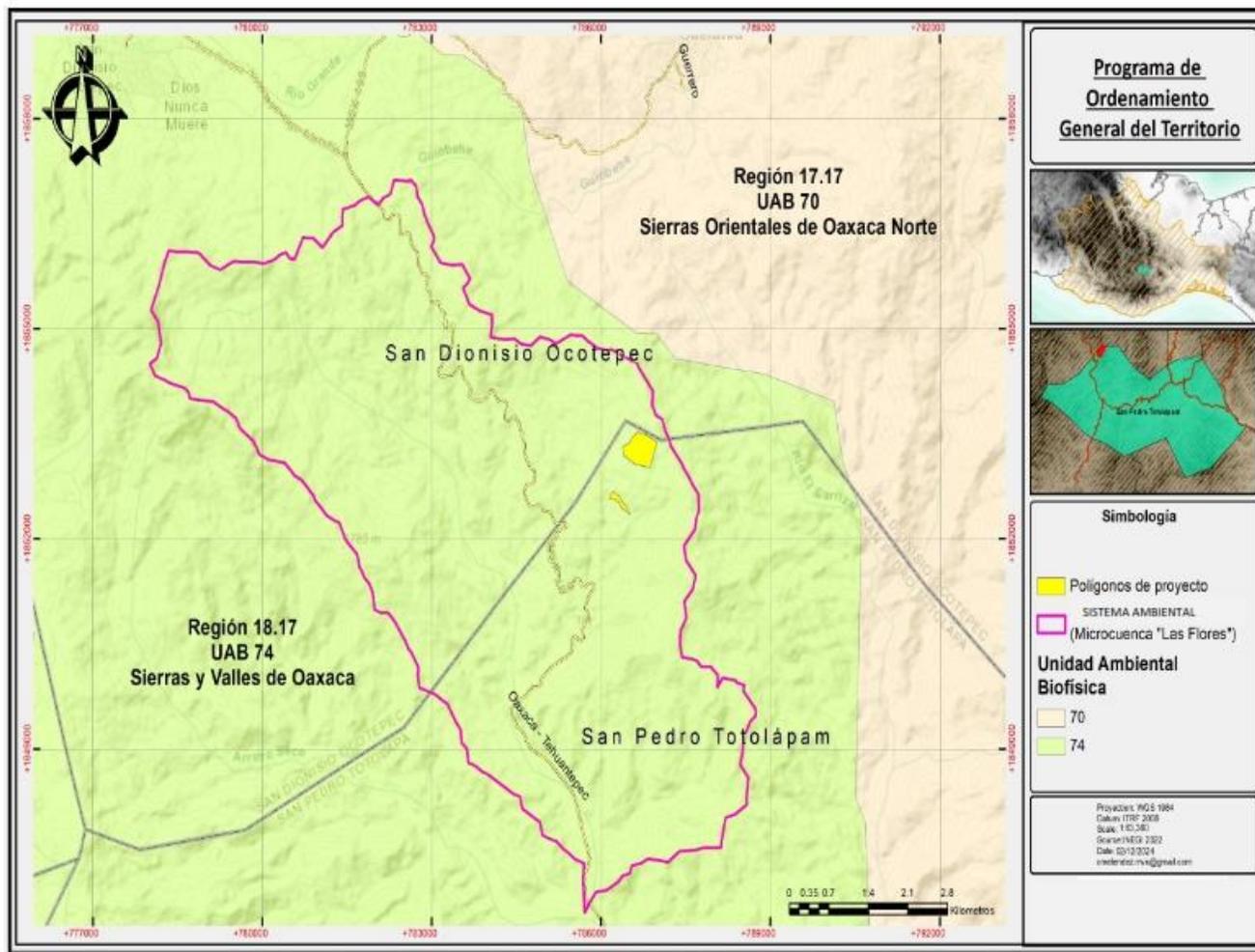


Figura III. 2 Microlocalización de la Unidad Ambiental Biofísica 74.

Anexo 15.1. Mapa Programa de Ordenamiento General del Territorio.

En los cuadros siguientes, se presenta las características de la Unidad Ambiental Biofísica número 74 en la cual se encuentran los polígonos que forman parte del Proyecto; así como, la vinculación que tiene el mismo con cada una de las políticas ambientales y las estrategias establecidas en dicha Unidad.

Cuadro III. 1 Características de la Unidad Ambiental Biofísica.

| UAB       | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo                               | Otros sectores de interés                   | Estrategias sectoriales   |
|-----------|-------------------------|-----------------------------|--|---|---|
| <b>74</b> | Forestal                | Agricultura                 | Desarrollo social<br>Minería<br>Poblacional<br>Turismo | Ganadería<br>Industria<br>Pueblos indígenas | 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44. |

Cuadro III. 2 Políticas y Estrategias.

| Política Ambiental   | Estrategia  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|---|--|
| <b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio</b> |   |  |
| <b>B) Aprovechamiento sustentable</b>  | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.<br>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.<br>6. Modernizar la infraestructura hidro agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.<br>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.<br>8. Valoración de los servicios ambientales. | El proyecto no considera el aprovechamiento de los recursos naturales, ya que su finalidad es el establecimiento de un centro integral para la revalorización de residuos sólidos.   |
| <b>C) Protección de los recursos naturales</b>                                 | 12. Protección de los ecosistemas.<br>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.  | El Proyecto contempla la aplicación de medidas de mitigación y prevención durante todas las etapas, por lo que no se considera propiciar un desequilibrio en el ecosistema.<br>El proyecto considera medidas preventivas para el cuidado y conservación de la flora como el rescate y reubicación; así como de la fauna silvestre relacionada con el ahuyentamiento, rescate y reubicación. Lo anterior se reforzará con pláticas de |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | educación ambiental y la colocación de letreros alusivos al cuidado de los recursos naturales. Para cumplimiento de la estrategia 13 no se usarán agroquímicos en el área del proyecto.   |
| <b>D) Restauración</b>  | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.   | El proyecto contempla el rescate y reubicación de flora durante la etapa de cambio de uso de suelo y preparación del sitio; mientras que el rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna será en todas las etapas del proyecto.   |
| <b>Política Ambiental</b>   | <b>Estrategia</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto</b>  |
| <b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.</b> |  |   |
| <b>B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias.</b>                                | 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.<br><br>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.    | El sitio del proyecto pertenece al municipio de San Pedro Totolápam, el cual ha estado expuesto a eventos meteorológicos como tormentas tropicales. Sin embargo, se considera que el proyecto establecerá las medidas de seguridad por medio de su diseño de ingeniería, las cuales permitirán sobrellevar algún evento meteorológico que se pudiera presentar en el predio. Adicional a lo anterior, se coordinará con protección civil municipal para la impartición de pláticas informativas de protección civil a fin de respetar indicaciones para salvaguardar la integridad de todas las personas que se encuentren dentro del sitio del proyecto. |
| <b>E) Desarrollo Social</b>   | 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la | En las diferentes etapas del proyecto, se contribuye al desarrollo social con la creación de empleos directos e indirectos, privilegiando a los pobladores de   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>aplicación de los recursos publicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la diámica del desarrollo nacional.</p> <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> | <p>la región y capacitándolos constantemente.</p> |
|--|---|---|

| <b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b> |  |   |
|--|--|---|
| <b>Política Ambiental</b>  | <b>Estrategia</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto</b>  |
| <b>A) Marco Jurídico</b>   | 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | El área donde se pretende ubicar el proyecto, pertenece a Bienes Comunales del municipio de San Pedro Totolapam, acreditando la propiedad por medio de la carpeta básica, que se presenta en el anexo 1, del presente estudio |

### **III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).**

Con fecha 18 de marzo de 2017, la LXIII Legislatura Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, decreta en artículo Único que se reforma el artículo Transitorio Décimo Segundo del decreto número 564 publicado por dicha Legislatura el 28 de enero de 2017, que a la letra dice...

**DECIMO SEGUNDO.-** *Con motivo de la derogación del Artículo 47 Bis de la Ley Orgánica del poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca y transitorios tercero, cuarto, quinto y sexto del decreto número 2068, publicado en el extra del periódico oficial del Gobierno del Estado el 28 de noviembre de 2013, que se realiza a través del presente decreto, el Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca a través de la Secretaria del Medio Ambiente Energías y Desarrollo Sustentable, revisará y en su caso actualizará el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de Territorio del Estado de Oaxaca, informando dicha actualización a la Legislatura del Congreso del estado.*

Por lo anterior, se retoma nuevamente dicho documento, el cual menciona que los datos censales del INEGI, reportan que entre 1980 y 2010 la tasa de crecimiento promedio anual del Estado es del 2.39% y se estima que para el año 2025 los municipios catalogados como urbanos pasaran de 51 a 65, lo que representa el 31.12% del territorio. Esto significa mayor demanda de recursos naturales, ya que éstos están directamente relacionados con la satisfacción de necesidades.

De lo anterior, deriva la importancia del POERTEO, ya que es un instrumento de política pública que proporciona los lineamientos para privilegiar el equilibrio entre las actividades productivas (10 sectores productivos) y antropogénica (asentamientos humanos), reduce los conflictos al identificar georeferenciadamente el mejor aprovechamiento del territorio, ya que por una parte proporciona equilibrio entre la preservación del ambiente, el desarrollo económico y social, y por el otro identifica las áreas que dada su relevancia ecológica necesitan protegerse, conservarse o restaurarse.

Dicho programa muestra la distribución espacial de 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), así como sus características generales. En este sentido, los polígonos que forman parte del proyecto se identifican

en la UGA 15 y 19, presentando las características principales de estas unidades en los cuadros que se muestran a continuación, las cuales tienen como política el aprovechamiento sustentable.

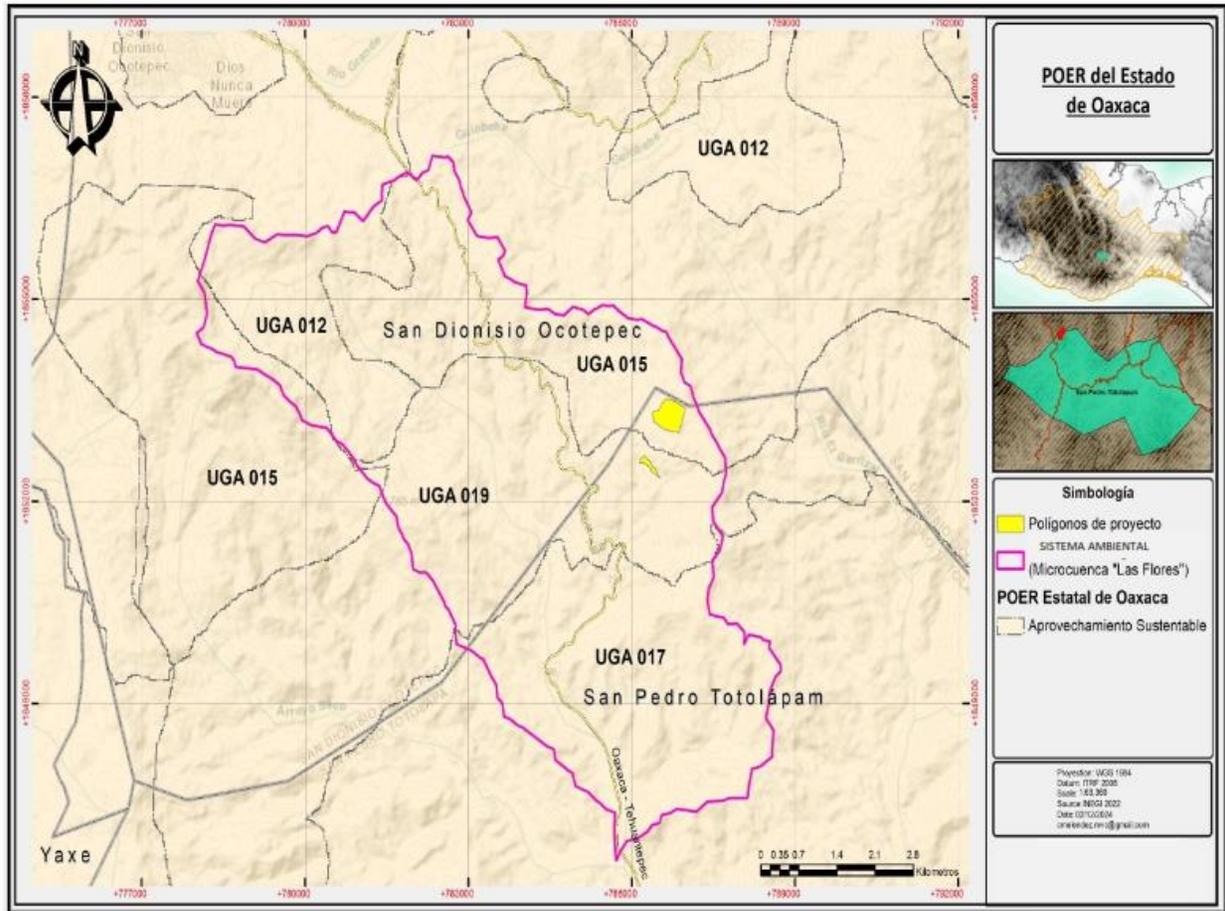


Figura III. 3 Micro localización de las UGAS del POERTO.

Anexo 15.2. Mapa POERTEO.

Cuadro III. 3 Generalidades de la UGA 015.

| UGA | Política                    | Sectores recomendados | Superficie ha | Biodiversidad | Nivel de Riesgo | Nivel de presión |
|-----|-----------------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| 015 | Aprovechamiento sustentable | Minería, turismo      | 43,171.02     | Alta          | Medio           | Bajo             |

Cuadro III. 4 Generalidades de la UGA 019.

| UGA | Política                    | Sectores recomendados | Superficie ha | Biodiversidad | Nivel de Riesgo | Nivel de presión |
|-----|-----------------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| 019 | Aprovechamiento sustentable | Ecoturismo, turismo   | 100,087.11,   | Alta          | Medio           | Bajo             |

A continuación, se presentan los lineamientos ecológicos de la Unidad de Gestión Ambiental 014 y su vinculación con el proyecto que nos ocupa.

Cuadro III. 5 Lineamientos Ecológicos de la UGA 014.

| UGA | Política                    | Uso recomendado  | Usos condicionados              | Usos no recomendados | Sin aptitud  | Tipos de cobertura a 2011  | Lineamiento a 2025   |
|-----|-----------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------|--|--|--|
| 015 | Aprovechamiento sustentable | Minería, turismo | Industria, Ecoturismo, apícola. |                      | Agrícola, acuícola. Asentamientos humanos, forestal, ganadero, Industria eólica. | Agr 8.90%; AH 0.00%; BCon 0.00%; BCyL 35.58%; Ben 24.49%; BMM 3.48%; CA 0.00%; MX 0.00%; Pzl 7.46%; SCyS 18.72%; SPyS 1.39%; Sinvg 0.00%; VA 0.00% | Aprovechar sustentablemente las 36,116 ha de bosque y selvas para actividades ecoturísticas, apícolas y aprovechamiento minero con técnicas poco agresivas al entorno, así como las 7,062 ha con aptitud productiva, incentivando potencializar los atractivos turísticos y actividades industriales, con el fin de mantener en buen estado los bosques y selvas existentes. |

Cuadro III. 6 Lineamientos ecológicos de la UGA 19

| UGA | Política                    | Uso recomendado     | Usos condicionados                                       | Usos no recomendados | Sin aptitud  | Tipos de cobertura a 2011  | Lineamiento a 2025   |
|-----|-----------------------------|---------------------|--|----------------------|--|--|--|
| 019 | Aprovechamiento sustentable | Ecoturismo, turismo | Forestal, minería, apícola, industria, industria eólica. |                      | Agrícola, acuícola. Asentamientos humanos, forestal, ganadería | Agr 3.02%; AH 0.00%; BCon 4.78%; BCyL 48.57%; Ben 11.24%; BMM 0.00%; CA 0.00%; MX 0.09%; Pzl 6.95%; SCyS 25.32%; SPyS 0.00%; Sinvg | Aprovechar sustentablemente las 90,078 ha de bosques y selvas para actividades ecoturísticas y con aptitud forestal para la obtención de productos maderables y no maderables, así como impulsar la producción de miel, además de aprovechar las áreas |

|  |  |  |  |  |  |                 |    |  |
|--|--|--|--|--|--|-----------------|----|--|
|  |  |  |  |  |  | 0.01%;<br>0.01% | VA | productivas (9,998 ha) en el desarrollo de actividades mineras e industriales y potencializando los atractivos turísticos, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área. |
|--|--|--|--|--|--|-----------------|----|--|

Cuadro III. 7 Vinculación con el proyecto.

| <b>Vinculación con el Proyecto</b>  |
|---|
| <p>El proyecto que nos ocupa considera el establecimiento del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU), considerado como una actividad industrial; la cual <b>CUMPLE</b> con los lineamientos del <b>POERTEO</b> de una manera <b>CONDICIONADA</b>, de acuerdo a lo presentado anteriormente; por lo que se contemplan estrategias como actividades de prevención, mitigación y compensación ambiental, con la finalidad de que no se generen conflictos ambientales importantes.</p> |

### III.1.3 Estrategias y Criterios ecológicos

A fin de presentar de una forma simplificada la información referente a las estrategias ecológicas, se optó por organizar las UGA's, en primer lugar, con base en su política, y posteriormente, por sectores, definiendo en cada uno las estrategias particulares que se deberán aplicar cuando el sector en cuestión sea recomendado o condicionado.

Con base en los lineamientos ecológicos de las UGA's 015 y 019, se determinó que la Política es de Aprovechamiento sustentable con estrategias y criterios ecológicos con aptitud para el sector industrial, como uso condicionado. Considerando la naturaleza del proyecto, únicamente se describirán las estrategias y criterios para este sector.

Cuadro III. 8. Estrategias y criterios ecológicos del sector industria, UGA's 015 y 019.

| <b>SECTOR INDUSTRIA</b>   |   |
|---|---|
| <b>TODAS LAS POLÍTICAS</b>  |   |
| Actores estratégicos:   | SAGARPA, SEDESOL, SEDATU, SENER, CONUEE, SE, STyDE, NAFIN, FIRCO, CONAGUA, SEMARNAT, PROFEPA, IEEDS, CFE, PA, FIDE, MUNICIPIOS, ONGs, INICIATIVA PRIVADA, CONSEJOS MICRORREGIONALES, IMO  |
| Rubro:  | Sectorial   |
| Imagen objetivo a 2025  | Las actividades industriales tienen una mayor presencia y dan dinámica a la economía estatal con procesos productivos y de consumo del menor impacto en los recursos naturales, proporcionan empleos a los habitantes locales, contribuyen a disminuir el riesgo de las poblaciones humanas y a elevar el nivel y calidad de vida de estas, al mismo tiempo que cumplen con las normas regulatorias ambientales y de la actividad.  |
| Objetivo específico   | Programas y Acciones  |
| <b>PARTICULARES PARA UGAS CON APTITUD INDUSTRIA DE CONSERVACIÓN</b>   |   |
| Criterio: En las áreas con aptitud industrial bajo política de conservación el sector podrá desarrollarse únicamente en áreas que actualmente no cuentan con cobertura vegetal, debiendo llevar a cabo un estricto manejo de sus residuos a fin de no afectar al entorno  |   |
| <b>PARTICULARES PARA UGAS CON APTITUD INDUSTRIA DE RESTAURACIÓN</b>   |   |
| Criterio: En las áreas con aptitud industrial bajo política de restauración podrán llevarse a cabo únicamente las actividades industriales que la UGA pueda sostener en capacidad de carga, pudiendo utilizar únicamente áreas que actualmente no cuentan con cobertura vegetal ni se encuentren en proceso de reforestación, debiendo llevar a cabo un estricto manejo de sus residuos |   |
| <b>PARTICULARES PARA UGAS CON APTITUD INDUSTRIA DE PROTECCIÓN</b>   |   |
| Criterio: En las áreas con aptitud industrial bajo política de protección (propuesta) el sector deberá  |   |
| implementar la infraestructura necesaria para la minimización de impactos, no pudiéndose desarrollar en áreas núcleo y restringiéndose la expansión de este sector  |   |
| <b>PARTICULARES PARA UGAS CON APTITUD INDUSTRIA DE APROVECHAMIENTO</b>  |   |
| <b>UGAS con uso Recomendados y Condicionados</b>  |   |
| <b>Fomento</b>  | <p>Incentivar nuevos proyectos productivos de tipo industrial bajo procesos sustentables en áreas con aptitud.</p> <p><b>Fondo PyME</b><br/>                     -Apoyo a proyectos productivos.<br/>                     -Formación de capacidades locales<br/>                     -Integración de MIPYMES a las cadenas productivas globales<br/>                     -Asesoría para el acceso a financiamiento.<br/>                     -Realización de campañas y Talleres de sensibilización para la cultura emprendedora y desarrollo de habilidades empresariales<br/>                     -Mejoras en la competitividad regional.</p> <p><b>Instituto Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (INAES)</b><br/>                     -Apoyos para creación y consolidación de proyectos productivos<br/>                     -Apoyar la inversión en la apertura o ampliación de negocios<br/>                     -Promover las habilidades y capacidades empresariales y comerciales de quienes tienen un negocio establecido<br/>                     -Asesoría básica para la puesta en marcha de un negocio.<br/>                     -Ejecución de obra civil</p> <p><b>Programa Opciones Productivas</b><br/>                     -Apoyos para la adquisición de activos<br/>                     -Apoyos para inversión diferida y capital de trabajo<br/>                     -Apoyos no capitalizables para servicios de asistencia técnica y capacitación técnico productivo.</p> <p><b>Fondo para el apoyo a Proyectos Productivos en Núcleos Agrarios (FAPPA)</b><br/>                     -Financiamiento a proyectos productivos en los que participen personas que habiten en núcleos agrarios</p> <p><b>Programa de la Mujer en el Sector Agrario (PROMUSAG)</b></p> |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
|                       |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Financiamiento a proyectos productivos en los que participen mujeres que habiten en núcleos agrarios.</li> <li><b>Organización y Asociatividad Empresarial</b></li> <li>-Asesorías individuales o grupales en relación a las características, ventajas, desventajas, proceso constitutivo, registros, etc. del modelo asociativo más conveniente de acuerdo a su actividad económica.</li> <li>-Talleres inductivos para conocer específicamente el funcionamiento del tipo de sociedad a constituir.</li> <li>-Vinculación con notarias para disminución de los gastos notariales.</li> <br/> <li>Programas de concientización social (particularmente ONG's) para informar de manera clara y veraz sobre los nuevos proyectos a implementar en comunidades.</li> <li><b>Programa de Coordinación para el apoyo a la producción Indígena (PROCAPI)</b></li> <li>-Apoyo económico a proyectos productivos de productores indígenas organizados en grupos de trabajo u organizaciones legalmente constituidas.</li> <li>-Involucrar a los tres niveles de gobierno y sociedad civil en los proyectos productivos de comunidades indígenas que permitan obtener una mezcla de recursos.</li> <li>-Impulsar la creación y consolidación de proyectos y empresas rentables y sustentables, armonizados con su entorno cultural y ambiental.</li> <li>-Promover e impulsar la ejecución de proyectos y sistemas de producción que permitan el establecimiento de cadenas productivas que generen valor agregado a los productos y facilite la inserción a los mercados o circuitos comerciales.</li> <li>-Formulación y evaluación de proyectos productivos.</li> <li>-Construcción, instalación, rehabilitación, reparación y mantenimiento de infraestructura productiva.</li> <li>-Adquisición y reparación de maquinaria y equipo.</li> <li>-Adquisición de insumos y materias primas.</li> </ul> |
| <p><b>Fomento</b></p> | <p>Fomentar las actividades industriales de productos ecológicos y la innovación industrial.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Herramientas y utensilios para la producción.</li> <li>-Gastos de instalación, prueba y arranque.</li> <li>-Asesoría especializada.</li> <li>-Acompañamiento con capacitación y asistencia técnica.</li> <li>-Promoción y difusión.</li> <br/> <li><b>Programa Sustentabilidad de los Recursos Naturales</b></li> <li><b>Componente de Bioenergía y fuentes alternativas</b></li> <li>Apoyos con financiamiento para proyectos referentes a:</li> <li>-Proyectos de producción de biofertilizantes y abonos orgánicos.</li> <li>-Proyectos integrales de la Bioeconomía</li> <li>-Investigación, desarrollo, promoción y transferencia de tecnología para el uso de biofertilizantes, abonos orgánicos y/o productos de la bioeconomía.</li> <li><b>Programa de Estímulos a la Innovación</b></li> <li>-Otorgar estímulos económicos complementarios a las empresas industriales para incentivar la innovación tecnológica en el estado.</li> <li>-Fomentar en la iniciativa privada actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la organización, procesos, productos y mercadotecnia.</li> <li>-Formar e incorporar recursos humanos especializados en actividades de Investigación y desarrollo en las empresas.</li> <li>-Generar nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado, y contribuir con esto a la competitividad de las empresas.</li> <li><b>Programa Nacional de Fomento y Estímulo a las Industrias Creativas y Empresas Culturales.</b></li> <li>-Cursos en línea y presenciales para fortalecer habilidades empresariales</li> <li>-Otorgamiento de créditos para la puesta en marcha de industrias que incorporen elementos creativos en su cadena de producción (incluye empresas relacionadas con el medio ambiente y sustentabilidad)</li> <li>Fideicomiso de riesgo compartido</li> </ul>           |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| <b>Fomento</b> | <p>Fomentar la mejora en los procesos productivos para minimizar los impactos al ambiente y/o eficientar el uso de recursos naturales que se refleje en beneficios tanto a las empresas como a la sociedad.</p> | <p>-Apoyos a actividades productivas en beneficio del medio ambiente, con fuerte impacto social.<br/>-Fomento a agronegocios, empresas rurales y organizaciones de productores.</p> <p><b>Programa Nacional de Auditoría Ambiental</b><br/>-Fomento y asesoría a las empresas para implementar mejoras en los procesos que les permitan ahorrar energía, disminuir emisiones contaminantes y/o residuos, ahorro y uso eficiente de agua, así como acciones de restauración de suelos y sitios deteriorados o que requieran algún proceso de restauración.<br/>-Certificación de empresas y procesos que garanticen un funcionamiento sustentable.<br/>-Actividades para fomentar un desempeño que asegure el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, mediante el uso de auditorías ambientales.<br/>Fondo para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía<br/>-Garantías de crédito y apoyos financieros para proyectos que cumplan con la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el aprovechamiento Sustentable de la Energía.<br/>-Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía<br/>-Promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y en el uso doméstico.<br/>-Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable.<br/>-Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética.<br/>-Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía.</p> <p><b>Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica</b><br/><b>Programa: Eficiencia energética</b><br/>-Promover e inducir el uso eficiente de la energía eléctrica a través de proyectos que vinculen la innovación tecnológica y el consumo de energía,</p> |
|                | <p>Formación de Clúster para elevar la productividad empresarial.</p>   | <p>mediante la aplicación de tecnología eficiente.</p> <p>-Asesoría y asistencia técnica al sector productivo para la modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para eficientar el uso de energía.<br/>-Fomentar el uso de fuentes alternativas de energía.<br/>-Disminuir la producción de gases de efecto invernadero a través del ahorro energético.</p> <p><b>Programa: Eco-crédito empresarial</b><br/>-Sustitución de equipos obsoletos por aquellos de alta eficiencia aprobados por FIDE<br/>-Apoyo a empresas que con financiamiento para cambiar sus equipos obsoletos o de alto consumo de energía por equipo ahorrador, como son: aires acondicionados, lámparas y luminarias, motores eléctricos, subestaciones eléctricas y refrigeradores.</p> <p><b>Programa Sustentabilidad de los Recursos Naturales</b><br/><b>Componente de Bioenergía y fuentes alternativas</b><br/>Apoyos con financiamiento para proyectos referentes a:<br/>-Sistemas Térmico Solares (calentamiento de agua).<br/>-Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (bombeo de agua, refrigeración).<br/>-Sistemas Fotovoltaicos Interconectados.<br/>-Sistemas de Biodigestión (biogás).<br/>-Motogeneradores.<br/>-Aprovechamiento de la biomasa para generación de energía.<br/>-Otros proyectos de Energías Renovables<br/>-Obras accesorias</p> <p><b>Programa Estratégico para el Desarrollo del Clúster Agroindustrial de Oaxaca</b><br/>-Articulación productiva<br/>-Capacitación especializada.</p>  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Consultoría para la certificación agroalimentaria</li> <li>-Equipamiento para mejorar del sistema de empaque y embalaje de productos agroindustriales</li> <li><b>Programa Estratégico para el Desarrollo del Clúster Madera Mueble en Oaxaca</b></li> <li>-Fomentar la articulación productiva de la industria maderera de transformación.</li> <li>-Equipamiento para el desarrollo industrial (transformación de madera).</li> <li>-Capacitación técnica especializada para implementación de equipamiento.</li> <li>-Formación de clúster</li> <li><b>Programa Estratégico para el Desarrollo del Clúster del Mezcal</b></li> <li>-Fomento a los clúster de Mezcal</li> <li>-Equipamiento productivo</li> <li>-Fortalecimiento a la infraestructura de palenques.</li> <li>-Apoyo a la certificación NOM-070 de palenques de mezcal.</li> <li>-Dotación de equipo para certificación de palenques</li> <li>-Capacitación especializada.</li> <li>-Impulso al desarrollo de palenques con orientación de microparadores turísticos.</li> <li>-Articulación productiva.</li> </ul>   |
| <b>Fomento</b>   | Incentivar las actividades agroindustriales para generación de bioenergéticos.         | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico</b></li> <li>-Fomentar la producción sustentable de insumos para bioenergéticos y su comercialización.</li> <li>-Desarrollo de información que permita tomar decisiones de los actores de las cadenas de bioenergéticos y a la sociedad en general.</li> <li>-Desarrollar paquetes tecnológicos para la producción de insumos</li> <li>-Promoción de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para la generación de biomasa</li> </ul>   |
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluación y mejoramiento de recursos genéticos para bioenergéticos</li> <li>-Impulsar los esquemas de asociación entre los productores de biomasa y los demás agentes de la cadena que les permita el desarrollo de una agroindustria integrada y competitiva, fomentando sociedades de participación accionaria.</li> <li>-Difusión del uso y ventajas de los bioenergéticos entre los diferentes actores de la cadena</li> <li>-Impulso a la organización de productores para incorporarlos a la producción de especies vegetales y cultivos energéticos que contribuyan al desarrollo de los bioenergéticos.</li> <li>-Fomento de las sociedades de coparticipación.</li> <li>-Propiciar esquemas de negocios sustentables para lograr un crecimiento de la producción de la agroindustria de la biomasa en apoyo de los bioenergéticos.</li> <li>-Fomentar la inversión de la iniciativa privada y social.</li> <li>-Impulsar la participación de la pequeña y mediana empresa.</li> <li>-Impulsar el desarrollo de cultivos con materiales vegetativos y semillas con potencial productivo para la producción de biomasa.</li> <li>-Contribuir con acompañamiento técnico.</li> <li>-Eficientar el aprovechamiento y uso del agua y de los suelos.</li> <li>-Fortalecer los esquemas de sanidad, inocuidad y calidad.</li> <li>-Modernizar la actividad productiva (tecnificación, mecanización e infraestructura).</li> </ul> |
| <b>UGAS con uso Condicionado</b>                             |  |  |
| <b>Preservación de recursos (Minimización de conflictos)</b> | Reducir y eliminar los impactos negativos al ambiente de las actividades industriales. | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Arancel Cero para equipos anticontaminantes</b></li> <li>-Exención de impuestos a la importación de equipo anticontaminante para incorporar a actividades de tipo industrial.</li> <li>Licencia Ambiental Única (LAU)</li> <li>-Agrupar y simplificar trámites que las plantas industriales deben cumplir en materia ambiental ante el INE y la CNA. Se reúne en un solo proceso la evaluación, dictamen y seguimiento de obligaciones y trámites ambientales.</li> </ul>  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p><b>Programa de apoyo a proyectos sustentables</b></p> <p>-Apoyo financiero a largo plazo a empresas que promuevan proyectos orientados al uso y conservación sustentable de los recursos naturales para disminuir la contaminación atmosférica, agua y fomento del ahorro y uso eficiente de la energía.</p> <p>Financiamiento para proyectos de energías renovables y eficiencia energética</p> <p>-Financiar medidas medioambientales en las PyMES vinculadas a la industria y servicios a fin de reducir los impactos negativos al medio ambiente y favorecer un uso eficiente de los recursos naturales</p>   |
| <p><b>Preservación de recursos (Minimización de conflictos)</b></p> | <p>Uso responsable y eficiente del agua</p>   | <p><b>Sistemas para la captación, tratamiento de agua de lluvias y reinyección a mantos acuíferos</b></p> <p><b>Programa de Mejoramiento de Eficiencias (PROME)</b></p> <p>-Detección de fugas</p> <p><b>Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR)</b></p> <p>-Coadyuvar en la realización de cambios en los procesos productivos</p> <p>-Dotar de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales</p> <p>-Sanear los cuerpos de agua contaminados</p> <p>-Implementar programas encaminados a la supervisión del efectivo saneamiento de aguas residuales a empresas que deban cumplir con dicha obligación.</p> <p>-Brindar el apoyo necesario, ya sea mediante vinculación a medios de financiamiento o mediante la facilitación de trámites administrativos ante el sector gobierno para que las empresas asuman su responsabilidad en el desarrollo de infraestructura y equipo requerido para efficientar el uso del agua utilizada en los procesos productivos así como el saneamiento del agua desechada.</p> <p>-Incentivar programas de colaboración entre la iniciativa privada industrial y las dependencias gubernamentales competentes para mejorar el uso y procesos de saneamiento del recurso agua.</p> |
|   |   | <p><b>Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA)</b></p> <p>-Fomento de acciones encaminadas a reducir el consumo de agua por medio de mejoras en los procesos productivos de las empresas involucradas.</p> <p>-Promover la incorporación de más empresas oaxaqueñas a dicho programa, resaltando los beneficios tanto para la empresa como para la sociedad</p>   |
| <p><b>Preservación de recursos (Minimización de conflictos)</b></p> | <p>Fomentar proyectos productivos conociendo los impactos al ambiente para implementar medidas preventivas y/o de mitigación.</p> | <p><b>Programa de evaluación de impacto y riesgo ambiental</b></p> <p>-Elaboración de manifestaciones de impacto ambiental de proyectos productivos</p> <p>-Elaboración de manifestaciones de riesgo ambiental</p> <p><b>Programa de procuración de justicia ambiental</b></p> <p>-Vigilar y sancionar a quienes violen la reglamentación por emisiones y contaminación de suelos y agua, de tala clandestina y tráfico de especies amenazadas</p> <p>-Realizar periódicamente visitas de inspección</p> <p><b>Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA)</b></p> <p>-Incentivar la incorporación voluntaria en el estado de un mayor número de empresas en el estado.</p> <p>-Realización de auditorías ambientales de forma periódica a las empresas inscritas voluntariamente al programa a fin de que cumplan con la normatividad ambiental.</p>  |
| <p><b>Preservación de recursos (Minimización de conflictos)</b></p> | <p>Remediar los sitios contaminados</p>   | <p><b>Programa de liderazgo ambiental para la competitividad</b></p> <p>-Reducir descargas de contaminantes</p> <p>-Evitar emisiones</p> <p>-Disminuir residuos</p> <p>-Reducir el consumo de agua, energía y materias primas</p> <p><b>Programa de procuración de justicia ambiental</b></p> <p>-Vigilar y sancionar a quienes violen la reglamentación por emisiones y contaminación de suelos y agua, de tala clandestina y tráfico de especies amenazadas</p>  |

*Manifestación de Impacto Ambiental  
Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>-Realizar periódicamente visitas de inspección</p> <p><b>Programa de inspección y vigilancia</b></p> <p>-Vigilar el desarrollo las actividades altamente riesgosas</p> <p>-Inspeccionar el manejo de residuos peligrosos</p> <p>-Vigilar el cumplimiento de obligaciones por parte de las empresas de jurisdicción federal respecto a contaminación de suelo, impacto ambiental y emisiones de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas</p> <p>Destrucción o modificación de los contaminantes (alteración de la estructura química del contaminante)</p> <p>Extracción o separación de los contaminantes del medio contaminado, por medio de sus propiedades físicas o químicas (volatilización, solubilidad, carga eléctrica)</p> <p>Aislamiento o inmovilización del contaminante con métodos físicos o químicos</p> <p>Remediación In situ, el suelo contaminado es tratado o los contaminantes son removidos del suelo contaminado sin necesidad de excavar el sitio</p> <p>Remediación Ex situ, excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento</p> <p>Tratamiento biológicos de lugares y vías fluviales ya contaminados (biorremediación) para degradar (destrucción), transformar o remover los contaminantes a productos metabólicos inocuos</p> <p>Tratamientos fisicoquímicos de lugares y vías fluviales ya contaminados, utiliza las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes o del medio contaminado para destruir, separar o contener la contaminación</p> <p>Tratamientos térmicos de lugares y vías fluviales ya contaminados, utilizan calor para incrementar la volatilización (separación), quemar, descomponer o fundir (inmovilización) los contaminantes en un suelo</p> <p>Seguimiento de la contaminación en agua y suelos por medio de biosensores y/o biomarcadores</p> <p>Tratamiento de los residuos de origen industrial</p> <p>Prevención de la contaminación (uso se microorganismos o enzimas, plantas,</p> |
|--|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  | biocombustible, plásticos biodegradables)  |
| <b>UGAS Aprovechamiento recomendado</b>  | <b>11</b>  |
| <b>UGAS Aprovechamiento condicionado</b> | <b>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 26</b> |
| <b>UGAS Conservación condicionado</b>    | <b>40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53</b>                        |
| <b>UGAS Restauración condicionado</b>    | <b>27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38</b>                            |
| <b>UGAS Protección condicionado</b>      | <b>54</b>  |

Cuadro III. 9. Vinculación de las estrategias y criterios ecologico de las UGA's 015 y 019 para el Sector industria.

| <b>Vinculación con el Proyecto</b>                     |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>SECTOR</b>  | <b>PARTICULARIDADES</b>  |   |   |
| Industria  | Si aplica, con uso condicionado.   |   |   |
| Preservación de recursos (minimización de conflictos). | Reducir y eliminar los impactos negativos al ambiente de las actividades | <b>Programa de apoyo a proyectos sustentables</b><br>-Apoyo financiero a largo plazo a empresas que promuevan proyectos | El proyecto considera en todas sus etapas medidas para evitar la contaminación del agua y establece un manejo responsable del líquido. En cuanto a las aguas residuales, éstas se |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |                                       |  |  |
|---|---------------------------------------|--|--|
|   | industriales.                         | <p>orientados al uso y conservación sustentable de los recursos naturales para disminuir la contaminación atmosférica, agua y fomento del ahorro y uso eficiente de la energía.</p> <p>Financiamiento para proyectos de energías renovables y eficiencia energética</p>  | <p>canalizarán a la planta de aguas residuales, para su tratamiento y reutilización, durante la etapa de operación y mantenimiento. En la etapa de cambio de uso de suelo y construcción las aguas residuales se generarán en sanitarios portátiles, estando a cargo de la empresa que cuente con este servicio y permisos ambientales correspondientes.</p> <p>La energía provendrá de una fuente renovable, mediante paneles solares, para reducir la dependencia de fuentes no renovables y disminuir la huella de carbono.</p> |
| Preservación de recursos (minimización de conflictos) | Uso responsable y eficiente del agua. | <p><b>Sistemas para la captación, tratamiento de agua de lluvias y reinyección a mantos acuíferos</b></p> <p><b>Programa de Mejoramiento de Eficiencias (PROME)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detección de fugas.</li> </ul> <p><b>Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Dotar de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales</li> <li>-Implementar programas encaminados a la supervisión del efectivo saneamiento de aguas residuales a empresas que deban cumplir con dicha obligación.</li> <li>-Brindar el apoyo necesario, ya sea mediante vinculación a medios de financiamiento o mediante la facilitación de trámites administrativos ante el sector gobierno para que las empresas asuman su responsabilidad en el desarrollo de infraestructura y equipo requerido para</li> </ul> | <p>Se implementarán sistemas de captación de agua de lluvia para reducir el consumo de agua potable y aprovechar los recursos hídricos locales. Además, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales que permitirá reutilizar el agua, disminuyendo así la presión sobre el recurso hídrico</p>  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | <p>eficientar el uso del agua utilizada en los procesos productivos, así como el saneamiento del agua desechada.</p> <p>-Incentivar programas de colaboración entre la iniciativa privada industrial y las dependencias gubernamentales competentes para mejorar el uso y procesos de saneamiento del recurso agua.</p>  |  |
| <p>Preservación de recursos (minimización de conflictos)</p> | <p>Fomentar proyectos productivos conociendo los impactos al ambiente para implementar medidas preventivas y/o de mitigación.</p> | <p><b>Programa de evaluación de impacto y riesgo ambiental</b><br/>-Elaboración de manifestaciones de impacto ambiental de proyectos productivos.</p> <p><b>Programa de procuración de justicia ambiental</b><br/>-Vigilar y sancionar a quienes violen la reglamentación por emisiones y contaminación de suelos y agua, de tala clandestina y tráfico de especies amenazadas<br/>-Realizar periódicamente visitas de inspección.</p> | <p>El presente proyecto, se ingresará a la autoridad ambiental para su evaluación, con la finalidad de obtener la autorización correspondiente.</p>  |
| <p>Preservación de recursos (minimización de conflictos)</p> | <p>Remediar sitios contaminados</p>   | <p><b>Programa de liderazgo ambiental para la competitividad</b><br/>-Reducir descargas de contaminantes<br/>-Evitar emisiones<br/>-Disminuir residuos<br/>-Reducir el consumo de agua, energía y materias primas</p> <p><b>Programa de inspección y vigilancia</b><br/>-Vigilar el desarrollo de las actividades altamente</p>  | <p>El presente proyecto consiste en la instalación de un Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, para la gestión de los residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca; él cual considera una planta de separación, una planta de biofertilizantes y un relleno sanitario para el aislamiento de los residuos inorgánicos finos.</p> <p>Se implementarán sistemas de captación de agua de lluvia para reducir el consumo de agua potable y aprovechar los recursos hídricos locales. Además, se instalará una planta de tratamiento de</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | riesgosas<br>-Inspeccionar el manejo de residuos peligrosos<br>-Aislamiento o inmovilización del contaminante con métodos físicos o químicos<br>Prevención de la contaminación (uso se microorganismos o enzimas, plantas, biocombustible, plásticos biodegradables). | aguas residuales que permitirá reutilizar el agua, disminuyendo así la presión sobre el recurso hídrico<br><br>La energía provendrá de una fuente renovable, mediante paneles solares, para reducir la dependencia de fuentes no renovables y disminuir la huella de carbono |
|--|---|--|

### III.1.4 Estrategias generales y/o estatales.

Además de las estrategias sectoriales y específicas para cada tipo de política, se tienen estrategias de tipo estatal donde los rubros son 3: Cambio climático, riesgo y disposición de residuos.

Cuadro III. 10 Estrategias generales conforme al Modelo de Ordenamiento Ecológico.

| ESTRATEGIAS GENERALES   |   |  |
|---|---|--|
| Rubro   | Cambio climático  |  |
| Objetivo específico   | Programas y acciones  | Vinculación con el proyecto  |
| CONTRIBUIR A LA REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS GENERADOS POR EL CAMBIO CLIMATICO.       | <b>Programa especial de cambio climático.</b><br><br>-Disposición de residuos | Para cumplir lo establecido, dentro de las medidas de mitigación se establecerá un programa para que se instalen contenedores para los RSU generados en las diversas áreas de trabajo y en todas las etapas del proyecto. Los RSU serán procesados en las plantas de separación y biofertilizantes, respectivamente. Así como la implementación de un Programa para fomentar entre el personal una cultura de prevención en la generación de residuos y de separación en la fuente |
| Rubro incendios   | Programas y acciones  | Vinculación con el proyecto  |
| FORTALECER LOS MECANISMOS E INSTRUMENTOS PARA PREVENIR Y CONTROLAR Y DISMINUIR EL | <b>Programa Estatal de prevención y combate de incendios forestales.</b>      | El promovente deberá llevar a cabo las recomendaciones por parte de la autoridad   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| NÚMERO DE INCENDIOS DAÑINOS, ASÍ COMO SU INTENSIDAD Y SUPERFICIE AFECTADA.  | - Detección oportuna de incendios forestales.  | municipal o comunal de San Pedro Totolápam, en caso de presentarse algún incendio que represente riesgo en cualquiera de las etapas del proyecto.   |
| <b>Rubro Sismos</b>   | <b>Programas y acciones</b>  | <b>Vinculación con el proyecto</b>  |
| DISMINUIR Y MITIGAR EL IMPACTO DESTRUCTIVO DE LOS FENOMENOS SISMICOS EN CUANTO A SU MAGNITUD E INTENSIDAD.  | <b>Elaboración de un programa de prevención de daños por sismos.</b><br>- Implementar programas de respuesta a siniestros, emergencias y desastres.  | El promovente deberá atender las recomendaciones de Protección civil municipal y estatal, en caso de presentarse algún siniestro, emergencia y/o desastre.  |
| <b>Rubro residuos</b>   | <b>Programas y acciones</b>  | <b>Vinculación con el proyecto</b>  |
| REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS FAVORECIENDO SU VALORIZACIÓN, ASÍ COMO EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA APROPIADA QUE PERMITA LA RECOLECCIÓN, SEPARACIÓN, RECICLAJE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MISMO. | <b>Programa para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos</b><br>-Asesorar técnicamente a los municipios respecto al manejo y gestión de residuos<br>-Elaborar dictámenes y estudios de sitios factibles para la construcción de rellenos sanitarios<br>-Llevar a cabo cursos de capacitación a municipios para que elaboren sus programas para la prevención y gestión integral de residuos sólidos.<br><br><b>Programa estatal para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</b><br>-Construcción de centros de acopio de residuos sólidos<br>-Equipamiento de centros de acopio y triturado de llantas de desecho<br>-Regular sitios que puedan ser rehabilitados para la disposición final de residuos | El presente proyecto consiste en la instalación de un Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, para la gestión de los residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca; él cual considera una planta de separación, una planta de biofertilizantes y un relleno sanitario para el aislamiento de los residuos inorgánicos finos. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Rehabilitar sitios de disposición fina de residuos</li> <li>-Adquisición de vehículos recolectores y contenedores de residuos sólidos en municipios que aún no cuenten con este servicio a fin de evitar la quema de basura</li> <li>-Eficientar el sistema de recolecta y disposición de residuos sólidos municipales con el fin de evitar la práctica de quema de basura</li> <li>-Establecer sistemas de gestión/manejo de desechos que asignen la más alta prioridad a prevenir o reducir al mínimo la generación de desechos y a reutilizarlos y reciclarlos, así como instalaciones para la eliminación ecológicamente racional de los desechos -</li> <li>Incentivar tecnologías o proyectos productivos que aprovechen la energía generada por los desechos. Revisar la normatividad ambiental en manejo de residuos por lo menos cada cinco años para adecuarla a las condiciones sociales y económicas imperantes</li> <li>-Delimitar la ubicación de zonas seguras para la disposición de residuos.</li> </ul> |  |
|--|--|--|

### III.1.5 Criterios de regulación ecológica

En el siguiente cuadro se establecen los criterios de regulación ecológica del POERTEO, mostrando los criterios con vinculación a las UGA's 15 y 19, a la que aplicara a cada uno. La columna política/sector, hace referencia a las políticas y sectores con aptitud a las UGA's a las que compete el cumplimiento de los criterios ecológicos.

Cuadro III. 11 Criterios de regulación ecológica.

| <b>Vinculación con el Proyecto</b> |                                       |  |  |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| <b>Clave</b>                       | <b>Política /Sector</b>               | <b>Criterio</b>  | <b>Vinculación con el proyecto</b>   |
| C-014                              | Transversal                           | Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.                                  | El proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la modificación de cauces naturales y/o flujos de escurrimientos perennes y temporales.   |
| C-17                               | Transversal                           | Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos. | Con la finalidad de desterrar la práctica de la quema doméstica de residuos sólidos, el Gobierno del Estado, instalara el Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, con la finalidad de proporcionar a la población en general una solución para dar disposición final de los RSU generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca. |
| C-029                              | Todas AH, minería, industria, turismo | Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.                  | Todos los residuos generados durante el cambio de uso de suelo del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, se evitará en todo momento depositarlos sobre áreas de vegetación nativa o en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.   |
| C-045                              | Todas industria                       | Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población  | Para su adecuada gestión, se implementará un programa específico de manejo de residuos sólidos peligrosos.   |
| C-046                              | Todas industria                       | En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.  | El presente proyecto contempla acciones de prevención, con la finalidad de evitar la contaminación por residuos no peligrosos. En caso de presentarse, se llevarán a cabo las acciones de restauración que corresponda.  |

### **III.2 Áreas Naturales Protegidas.**

Un área ecológica significativa o un área de importancia ecológica, es una zona delimitada geográficamente que posee atributos ecológicos de importancia tal que merecen ser objeto de medidas de conservación. Entre estos atributos de importancia se destacan la presencia de especies nativas de fauna y flora, así como especies con una clasificación de riesgo ecológico. Bajo este concepto es La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Entre las funciones principales de la CONABIO están instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), como establece el artículo 80, fracción V, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para brindar datos, información y asesoría a diversos usuarios, así como instrumentar las redes de información nacionales y mundiales sobre biodiversidad; dar cumplimiento a aquellos compromisos internacionales en materia de biodiversidad adquiridos por México que le sean asignados, y llevar a cabo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México, así como la zonificación de aquellas áreas que por su alta biodiversidad florística y faunística, sean de importancia ecológica y su conservación se vuelva prioritaria, así para el caso de México estas áreas quedan definidas y delimitadas por la CONABIO, como regiones prioritarias, siendo estas las siguientes:

#### **Regiones Terrestres Prioritarias.**

Representan áreas donde la conservación de los ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación.

#### **Regiones Marinas Prioritarias.**

Sitios prioritarios en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad costera y oceánica. Fueron delimitadas respecto a sus características biogeográficas específicas, así como los usos de sus recursos y las amenazas que enfrentan.

#### **Áreas de Importancia para la conservación de las aves.**

Tiene como propósito fundamental crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Para la delimitación de dichas áreas se utilizaron criterios como la riqueza de especies, endemismos, presencia de especies amenazadas y diversidad de ecosistemas.

#### **Regiones hidrológicas prioritarias.**

Tienen como objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas

identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

### Áreas en ANP'S y ADV'S

Las ANP's son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos. Una ADVC es un ANP de gran riqueza natural que pueblos indígenas, organizaciones sociales o personas físicas o morales han destinado de manera voluntaria a la conservación ambiental.

Como se puede observar en la figura III.3, en ninguno de los polígonos del presente proyecto, se identifica algún área de importancia ecológica.

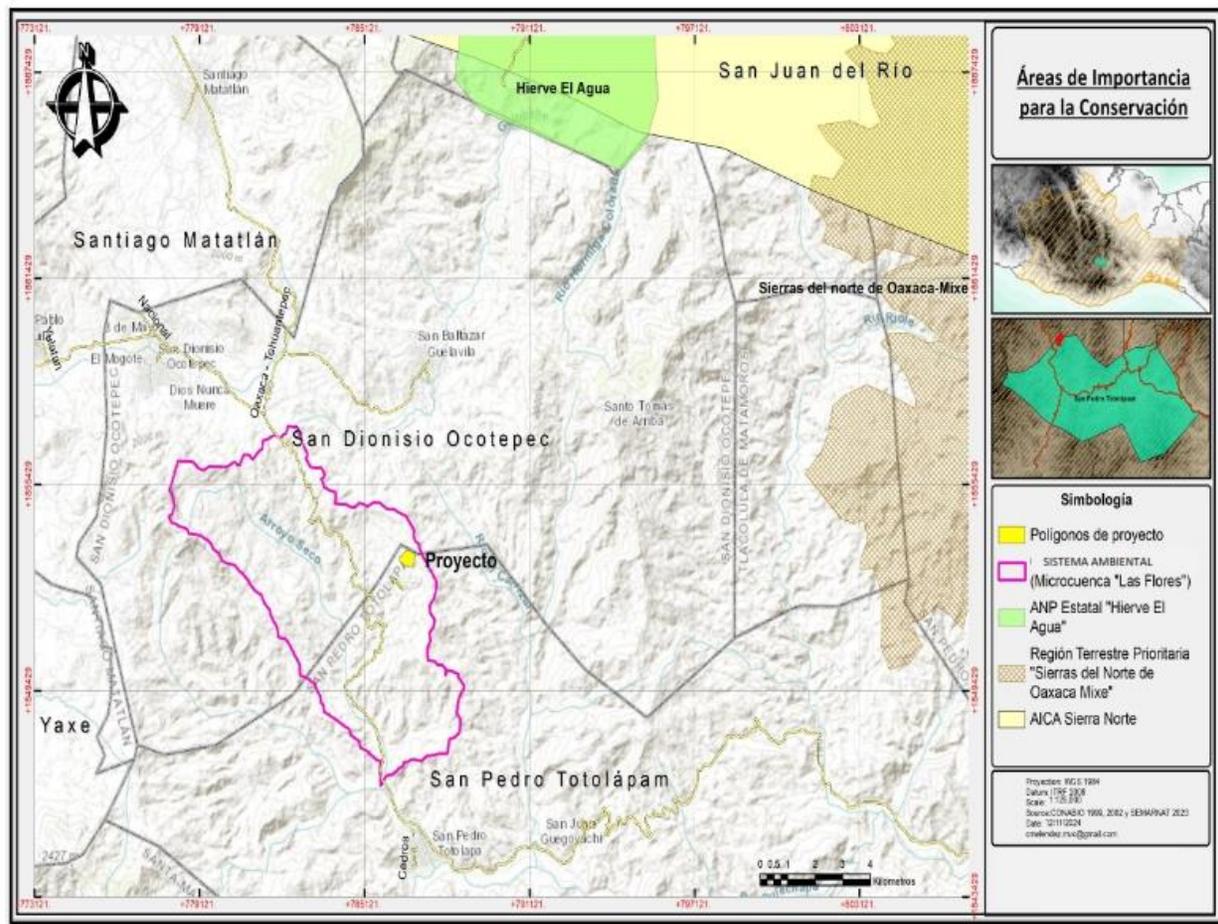


Figura III. 4. Mapa de áreas de importancia ecológica.

### III.3 Planes y programas de desarrollo urbano municipales.

#### III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo San Pedro Totolápam.

El Plan Municipal de Desarrollo, fue elaborado a través de una democracia participativa, en la cual de identifican las principales necesidades de la población, siendo una herramienta esencial para la toma de decisiones para el gobierno municipal.

Los principales temas abordados en las cinco mesas temáticas fueron **1. Municipio con bienestar:** pobreza y rezago social, alimentación, educación, salud. **2. Municipio honesto, cercano y transparente:** Transparencia y rendición de cuentas gobierno austero, tramites y servicios. **3. Municipio con seguridad y justicia para vivir en paz:** prevención protección y seguridad ciudadana, gobernabilidad y derechos humanos. **4. Municipio con crecimiento y desarrollo económico:** crecimiento económico. Empleo, fomento agroalimentario y desarrollo rural. **5. Municipio con infraestructura y servicios públicos:** Infraestructura, caminos y carreteras, vivienda, agua y saneamiento, infraestructura educativa.

| <br>PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2019-2024)<br><b>Plan Nacional de Desarrollo</b><br>GOBIERNO DE MÉXICO | <br>PLAN ESTATAL DE DESARROLLO<br>2022-2028 | PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SAN PEDRO TOTOLAPAM<br>2023-2025          | EJES TRANSVERSALES |  |                   |                            |
|---|---|--|--------------------|--|-------------------|----------------------------|
| I.-Política Y Gobierno<br><br><br><br>2.Política Social<br><br><br>3. Economía  | Estado de Bienestar   | Eje 1.- San Pedro Totolápam con Bienestar                              | Igualdad de Género | Desarrollo Sostenible y cambio climático | Interculturalidad | Niñas y niños adolescentes |
|   | Gobierno Honesto  | Eje 2.- San Pedro Totolápam Honesto, cercano y transparente            |                    |  |                   |                            |
|   | Seguridad y Justicia.   | Eje 3.- San Pedro Totolápam con Seguridad y Justicia para vivir en paz |                    |  |                   |                            |
|   | Crecimiento y Desarrollo Económico  | Eje 4- San Pedro Totolápam con Crecimiento y desarrollo económico      |                    |  |                   |                            |
|   | Infraestructura y servicios públicos  | Eje 5.- San Pedro Totolápam con Infraestructura y servicios públicos   |                    |  |                   |                            |
|   |   |  |                    |  |                   |                            |

Figura III. 5 Alineación del Plan Municipal de desarrollo con los instrumentos de planeación estatal, nacional y la agenda 2030.

Al atender de manera pronta estas necesidades identificadas así se logra contribuir con los objetivos de la planeación nacional, estatal y con los 17 objetivos y 169 metas del objetivo del desarrollo sostenible de la agenda 2030.

A continuación, se presenta el eje rector y transversal, que tiene relación con el establecimiento del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, en la comunidad de San Pedro Totolápam.

Cuadro III. 12 Eje rector del PMD San Pedro Totolápam.

| <b>Eje rector</b>                                     | <b>Eje transversal.</b>  | <b>Estrategia</b>   | <b>Línea de acción.</b>  |
|---|--|---|--|
| Municipio con bienestar.                              | Generar bienestar a través del desarrollo sostenible en el municipio de San Pedro Totolapam. | Impulsar el cuidado del medio ambiente para la generación de Bienestar para la población. | Generar concientización sobre el manejo adecuado de los recursos naturales       |
|   |  |   | Impulsar el desarrollo humano, social y económico con enfoque de sustentabilidad |
| Municipio honesto, cercano y transparente             |  | Impulsar el desarrollo sustentable con el manejo honesto de los recursos.                 | Impulsar el uso sostenible de los recursos                                       |
|   |  |   | Incentivar la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones            |
| Municipio con seguridad y justicia para vivir en paz. |  | Promover una sociedad justa e igualitaria.  | Promover una sociedad justa e igualitaria y pacífica con su entorno.             |
|   |  |   | Vigilar la protección de los recursos naturales.                                 |
| Municipio con crecimiento y desarrollo económico.     |  | Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible en el municipio.                 | Promover la actividad económica con enfoque de sustentabilidad.                  |
|   |  |   | Proteger los recursos naturales en las actividades económicas.                   |
| Municipio con infraestructura y servicio              |  |   |  |

| Eje rector | Eje transversal. | Estrategia | Línea de acción. |
|------------|------------------|------------|------------------|
| públicos.  |                  |            |                  |

Por lo anterior, la instalación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, para la gestión de los residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, contribuirá con el cuidado del ambiente, contribuirá con la protección de los recursos naturales, promoverá el crecimiento y desarrollo económico del municipio de San Pedro Totolápam; a través de los términos y condicionantes que para tal efecto emita la autoridad competente.

#### III.4 Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro III. 13. Normas Oficiales Mexicanas que tiene incidencia en el Proyecto.

| Norma Oficial Mexicana             | Descripción   | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para su cumplimiento   |
|------------------------------------|---|---|
| <b>En materia de Ruido</b>         |   |   |
| NOM-080-SEMARNAT-1994              | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. | El proyecto considera maquinaria pesada durante la etapa de cambio de uso de suelo. No obstante, se cuidará no exceder la emisión de ruido en el área del proyecto. Cabe mencionar que, se establecerán horarios diurnos de trabajo.  |
| NOM-081-SEMARNAT-1994              | Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición  | A) Asegurar que el ruido generado por las actividades de cambio de uso de suelo, no sobrepasen los límites máximos permisibles.<br>B) Esta medida se relaciona con el estado óptimo de la maquinaria y herramienta a utilizar, a fin de que cumplan con los límites máximos permisibles en materia de ruido.<br>No se prevé la generación de ruidos que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles que establece esta Norma. |
| <b>En materia de Flora y Fauna</b> |   |   |
| NOM-059-SEMARNAT-2010              | Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres-   | De la información que se obtuvo en campo, en cuanto a la flora, en el sitio del proyecto, no se identificó  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
|                               | <p>categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p> | <p>alguna especie dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-semarnat-2010.</p> <p>En cuanto a la fauna, se encontraron 3 especies dentro de la NOM-059, dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentra el Colibrí frente verde (<i>Ramosomyia viridifrons</i>), y dos especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada (<i>Salvadora lemniscata</i>) y culebra de collar (<i>Tantilla rubra</i>). En el compendio de la CITES se encontraron 3 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde (<i>Ramosomyia viridifrons</i>), el Puma (<i>Puma concolor</i>) y el tejón (<i>Nasua narica</i>). De los muestreos realizados, el grupo de las aves fue el que tuvo mayor abundancia y riqueza, debido a que es de alta movilidad.</p> <p>Dado que se trata de organismos en tránsito, no se descarta la presencia esporádica de algún ejemplar de vida silvestre y en estatus de conservación; por lo anterior, se implementarán acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de ejemplares en caso de ser necesario; dicha acción se ejecutará previo y durante la ejecución del cambio de uso de suelo, a fin de promover el cuidado y protección de la fauna silvestre.</p> <p>El proyecto considera pláticas de educación ambiental al personal empleado durante el cambio de uso de suelo; asimismo, se colocarán en el interior del predio letreros alusivos al cuidado y conservación de la fauna silvestre con el objetivo de promover la conservación y cuidado de la fauna silvestre.</p> |
| <b>En materia de residuos</b> |   |  |
| <p>NOM-161-SEMARNAT-2011</p>  | <p>Que establece los criterios para clasificar a los Residuos</p>   | <p>Todos los residuos generados durante el cambio de uso de suelo</p>  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo | del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, se evitará en todo momento depositarlos sobre áreas de vegetación nativa o en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.   |
| <b>En materia de Aire</b>                                     |  |   |
| NOM-045-SEMARNAT-2017   | Protección ambiental, vehículos que utilicen diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.  | Los vehículos utilizados para el proyecto contarán con las debidas afinaciones y mantenimientos vehiculares para evitar la emisión de contaminantes fuera de norma.   |
| <b>En materia de protección ambiental selección del sitio</b> |  |   |
| NOM-083-SEMARNAT-2003   | Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.    | En cumplimiento se están llevando a cabo los estudios ambientales necesarios para la protección ambiental del sitio seleccionado para el establecimiento del CIRRSU. El establecimiento de medidas de prevención, de mitigación y compensación ambiental prevé el manejo sustentable de los recursos que pudieran estar directamente involucrados en el proyecto; por lo que, el proyecto cumple con las especificaciones de la presente norma. |
| <b>En materia de Seguridad Laboral</b>                        |  |   |
| NOM-017-STPS-1994   | Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en centros de trabajo.   | Todo el personal que labore durante el cambio de uso de suelo de este proyecto y el resto de las etapas, contará con el equipo de protección personal establecido en la norma.  |

### III.5 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022 – 2028 (PED).

Con el firme propósito de contribuir a la consolidación de la cuarta transformación en Oaxaca y el país, el PED parte de los ejes rectores y objetivos propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. De igual forma, se alinea de manera integrada y coherente con los objetivos y metas establecidas a nivel mundial, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y ambiental planteados en la agenda 2030.

Su misión es servir al pueblo de Oaxaca, escuchando y atendiendo sus necesidades más sentidas, promoviendo el desarrollo de la justicia y bienestar desde el territorio, siendo un gobierno cercano y honesto que administra con eficiencia y transparencia los recursos de todos y todas.

Su visión es ser un gobierno de territorio, cercano, honesto y transparente, que, a través de una administración eficiente, que genere el desarrollo y bienestar de las oaxaqueñas y los oaxaqueños, atendiendo las carencias sociales, principalmente de quienes más lo necesitan.

La Construcción de las Bases para el Desarrollo Integral y Sustentable de las ocho regiones de Oaxaca busca desarrollar las vocaciones productivas de cada una de ellas, integrándolas en una estrategia general de crecimiento económico, que permitan fortalecer la producción local y colocarla en el mercado nacional e internacional.

Los ejes programáticos, transversales y estratégicos, en torno a los cuales se desarrolla este plan son los que se presentan en las siguientes figuras.



Figura III. 6. Ejes programáticos, de Plan estatal de Desarrollo 2022 - 2028.



Figura III. 7. Ejes transversales, Plan Estatal de Desarrollo, 2022 – 2028.



Figura III. 8. Ejes estratégicos, Plan Estatal de Desarrollo 2020 - 2028.

Los ejes estratégicos, en torno a los cuales se desarrolla este plan son los que se mencionan brevemente en el siguiente cuadro:

Cuadro III. 14 Ejes estratégicos del Plan Estatal de Desarrollo 2022- 2028.

| EJE ESTRATEGICO  | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO  |
|--|--|
| <b>EJE I: ESTADO DE BIENESTAR PARA TODAS LAS OAXAQUEÑAS Y OAXAQUEÑOS.</b>  | Con la finalidad de garantizar un ambiente más sano, el Gobierno del Estado, instalara el Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos, con la finalidad de proporcionar a la población en general una solución para dar disposición final de los RSU generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca. |
| <b>EJE II: GOBERINO HONESTO, CERCANO Y TRANSPARENTE AL SERVICIO DE LOS PUEBLOS Y COMUNIDADES.</b>  | No Aplica  |
| <b>EJE III: SEGURIDAD Y JUSTICIA PARA VIVIR EN PAZ.</b>  | No Aplica  |
| <b>EJE IV: CRECIMIENTO Y DESARROLLO ECONÓMICO PARA LAS OCHO REGIONES.</b><br><br><b>Objetivo 4.3:</b> Impulsar empleos con condiciones de trabajo dignas para el bienestar de la población oaxaqueña.<br><br><b>Estrategia 4.3.2:</b> Impulsar la generación de empleos dignos y formales en el estado de Oaxaca.<br><br><b>Línea de acción: 4.3.2.1:</b> Promover la capacitación, certificación e inclusión laboral de las personas en edad de trabajar. | El proyecto contempla durante la etapa de cambio de uso de suelo; privilegiar la contratación de mano de obra local, quienes deberán capacitarse en temas de manejo de residuos sólidos, protección civil, conservación de flora y fauna.  |
| <b>EJE V: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS PARA EL DESARROLLO DE OAXACA.</b>   | No Aplica  |

### III.5.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca (LEPA Oaxaca).

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones del Artículo 59 fracciones XXXVI y XXXVII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y

Municipios de acuerdo a lo dispuesto por el Artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En todo lo no previsto en esta Ley se aplicará supletoriamente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos que regulen la materia ambiental.

**Cuadro III. 15 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca y su vinculación con el proyecto.**

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>  |
|--|---|
| <p><b>ARTÍCULO 1.-</b> La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones del Artículo 59 fracciones XXXVI y XXXVII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. En todo lo no previsto en esta Ley se aplicará supletoriamente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos que regulen la materia ambiental.</p>   | <p>El promovente presentará la Manifestación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental correspondiente para su evaluación y resolución.</p>  |
| <p><b>ARTÍCULO 16.-</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual el Instituto establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los Reglamentos y Normas Oficiales emitidas para proteger el ambiente.</p> <p>A la evaluación de impacto ambiental se sujetarán la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites o condiciones emitidas para proteger el ambiente, debiendo obtener la autorización del Estado, por conducto del Instituto, conforme a las competencias que señala esta Ley, sin perjuicio de otras autorizaciones. Cuando corresponda al Instituto llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental, considerará la opinión</p> | <p>Las obras y actividades que comprende el proyecto se encuentran reguladas por el estado, en cumplimiento a este artículo por lo anterior, se presentara la Manifestación de Impacto ante la autoridad ambiental correspondiente para su evaluación y resolución.</p> |

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>   |
|--|--|
| <p>del Municipio donde se pretenda realizar la obra o actividad.</p> <p>Las obras o proyectos deberán tramitar su autorización previa al inicio de la adecuación del sitio donde se realizará la obra o actividad.</p> <p>El instituto podrá regularizar obras iniciadas con la autorización en materia de Impacto Ambiental, de conformidad al procedimiento establecido en el Artículo 18 de esta Ley y de manera específica las afectaciones ocasionadas, así como las medidas de mitigación y/o restauración, por lo cual impondrá la sanción correspondiente pudiendo decretar la suspensión de la obra ateniendo al lugar y a las condiciones que motivaron la actuación en los términos de la presente Ley.</p> |  |
| <p><b>ARTÍCULO 17.-</b> Se requerirá evaluar el Impacto Ambiental, en las siguientes obras o actividades:</p> <p>XIX.- ACTIVIDADES CONSIDERADAS NO ALTAMENTE RIESGOSAS; y</p> <p>XX.- Aquellas en las cuales el Estado justifique su participación de conformidad con esta Ley.</p>  | <p>Las obras y actividades que comprende el proyecto se encuentran especificadas en el presente artículo, por lo que el presente estudio se ingresará para su evaluación y resolución ante la autoridad ambiental correspondiente.</p> |
| <p><b>ARTICULO 33.-</b> Las siguientes obras o actividades, requerirán previo a su ejecución la autorización en materia de impacto ambiental:</p> <p>XVI. Sistemas de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial</p>  | <p>El promovente presentará la Manifestación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental correspondiente para su evaluación y resolución.</p>   |
| <p><b>ARTÍCULO 73.-</b> Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y deberá producir la menor alteración al equilibrio de los ecosistemas;</p>   | <p>El estudio de impacto ambiental incluye medidas de mitigación para evitar la contaminación del agua, suelo y aire</p>   |
| <p><b>ARTÍCULO 93.-</b> Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes</p>  |  |

| <b>Artículo</b>   | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>   |
|---|--|
| <p>criterios:</p> <p>I.- La prevención y control de la contaminación del agua son fundamentales para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del Estado;</p>  |  |
| <p><b>ARTÍCULO 96.-</b> No podrán descargarse en los sistemas de drenaje, alcantarillado o en cuerpo receptor alguno, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento que satisfaga la Norma Oficial o autorización de la autoridad respectiva en el que se justifique la necesidad de la misma, con excepción de las de origen doméstico.</p>   |  |
| <p><b>ARTÍCULO 104.</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II.- Su uso debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p>V. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>VI. Es necesario reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales, e incorporar técnicas y procedimientos para su <b>reusó</b> y reciclaje.</p> <p>VII.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas; y</p> <p>VIII.- Riesgos y problemas de salud.</p> | <p>El proyecto en sus diferentes etapas considera el manejo adecuado de los residuos sólidos municipales, residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos; para lo cual se establecen medidas de mitigación y de prevención como pláticas de educación ambiental referente al manejo adecuado de los residuos, colocación de contenedores con tapa (orgánicos e inorgánicos). En todas las etapas del proyecto se realizará limpieza diaria en el predio tanto al interior como al exterior del proyecto.</p> <p>Los RSU serán procesados en las plantas de separación y biofertilizantes, respectivamente. Así como la implementación de un Programa para fomentar entre el personal una cultura de prevención en la generación de residuos y de separación en la fuente.</p> |
| <p><b>ARTÍCULO 105.</b> Dichos criterios deberán considerarse en los siguientes casos:</p> <p>II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;</p> <p>III. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.</p>  |  |
| <p><b>ARTÍCULO 107.-</b> Todo manejo y disposición final de residuos sólidos en los suelos, se sujetará a lo dispuesto por esta Ley, el Reglamento en la materia, la Ley General</p>  |  |

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>  |
|--|---|
| y las Normas Oficiales que para tal efecto se expidan.   |   |
| <p><b>ARTÍCULO 113.-</b> Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 23 de esta Ley, los interesados deberán presentar al Instituto un Estudio de Riesgo, el cual deberá contener, por lo menos, una descripción del proceso o procesos involucrados, la identificación de fuentes y áreas que representen un riesgo potencial interno y externo, medidas de prevención, control, seguridad y atención a emergencias y las demás necesarias para evitar y reducir la mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p> <p>Si después de la presentación del Estudio de Riesgo se realizan modificaciones al proyecto correspondiente a la actividad no considerada altamente riesgosa, los interesados deberán hacerlas del conocimiento del Instituto, a fin de que éste, en un plazo no mayor de diez días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones en términos de lo dispuesto en esta Ley. La resolución se regulará de conformidad con el Artículo 24 de la presente Ley.</p> | <p>En base a lo establecido en este Artículo, el promovente presentara la Manifestación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental correspondiente para su evaluación y resolución.</p> <p>En dicho estudio se establecerán medidas de mitigación y prevención, para evitar la contaminación del agua, suelo y aire</p> |
| <p><b>ARTÍCULO 119.-</b> Quedan prohibidas las emisiones de ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los Reglamentos y Normas Oficiales correspondientes. El Instituto y los Ayuntamientos adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p>  | <p>El estudio de impacto ambiental incluye medidas de mitigación y de prevención relacionadas al control de la contaminación del aire (ruido y partículas sólidas suspendidas), por lo que se cumple con dicho precepto.</p>  |
| <p><b>ARTÍCULO 120.-</b> En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, lumínica, ruido, olores o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p> <p>Las Normas Oficiales que para tal efecto se expidan en la materia objeto de este Capítulo, establecerán los</p>  |   |

| <b>Artículo</b>   | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b> |
|---|--|
| <p>procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores y fijarán los límites de emisión.</p> <p>El Instituto en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales e internacionales, integrarán la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos tecnologías de control y tratamiento de las mismas.</p> |  |

### **III.6 Ordenamientos jurídicos federales.**

#### **III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 y reformada el 10 de febrero de 2014, los principales criterios que asume la Nación para orientar el desarrollo del país mediante el otorgamiento de las garantías individuales y colectivas.

En el artículo 4º, párrafo quinto, se establece que: toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

El artículo 25, en su párrafo primero, se establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo, y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo; En el párrafo sexto, se establece que: bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

En el Artículo 27, en su párrafo tercero se describe que; la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer

adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Artículo 73. Es facultad del Congreso Federal:

Fracción XXIX c. Expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal de los Estados y Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de asentamientos humanos.

Fracción XXIX g. "En materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico".

En el Artículo 115, se establece que los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes Federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;
- h) Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial; e
- i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

En lo conducente y de conformidad a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios.

De lo anterior, se puede mencionar que con la finalidad de no contravenir lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente en el Párrafo Quinto de su Artículo Cuarto, se entregará a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el presente Manifiesto de Impacto ambiental y el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; donde se consideran medidas de mitigación y compensación, para preservar y contribuir al equilibrio ecológico del ambiente. Del mismo modo, se reconciliarán los

aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas, de acuerdo al párrafo primero del Artículo 25 de dicha Constitución.

### **III.6.2 Planes de Desarrollo en sus diferentes niveles (PND, PDU, PMD, etc.)**

#### **a) Plan Nacional de Desarrollo**

Dado que aún no se publica el actual Plan Nacional de Desarrollo 2024-2030, se cita el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) el cual, en su contenido, considera tres políticas: 1. Política y Gobierno, 2. Política Social y 3. Política Economía, dentro de la Política Social se encuentra el Desarrollo Sostenible, el cual establece lo siguiente:

Desarrollo sostenible:

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

El presente proyecto, contribuye a garantizar un futuro ambientalmente habitable y armónico, el cual se ajustará a los lineamientos legales aplicables en la materia a fin de no provocar afectaciones al ambiente, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental. Por lo anterior, el proyecto no contraviene con los lineamientos del presente instrumento.

### **III.6.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fue publicada el 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 20 de abril de 2022. Dicha Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En el siguiente cuadro se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimiento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Cuadro III. 16. Artículos de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

| <b>Artículo</b>   | <b>Vinculación con el Proyecto y cumplimiento</b>   |
|---|---|
| <p>Artículo 28. La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente.</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</p> | <p>El presente estudio forma parte del trámite para obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo, llevando a la par el trámite para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.</p>  |
| <p>Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>  | <p>El presente trámite para obtener la autorización de impacto ambiental y de Cambio de uso de suelo, contempla medidas de mitigación para evitar la contaminación al ambiente.</p>   |
| <p>Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.</p>  | <p>Durante las diferentes etapas del Proyecto, se generarán aguas residuales, sin embargo, se descarta contaminación por las mismas, ya que durante la etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo), construcción y abandono del sitio se arrendará el servicio de sanitarios portátiles. Durante la etapa de operación y mantenimiento, las aguas residuales se canalizarán a la planta de tratamiento de aguas residuales, que permitirá reutilizar el agua, disminuyendo así la presión sobre el recurso hídrico.</p> |
| <p>Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>   | <p>El promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos urbanos durante las diferentes etapas del proyecto con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación al suelo. Se implementarán medidas de</p>   |
| <p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p>   | <p>El promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos urbanos durante las diferentes etapas del proyecto con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación al suelo. Se implementarán medidas de</p>   |

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y cumplimiento</b>   |
|--|---|
| <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p>   | <p>mitigación y prevención como la colocación de contenedores con tapa para la recolección de los residuos, con leyenda de orgánicos e inorgánicos según sea el caso. Los RSU serán procesados en las plantas de separación y biofertilizantes, respectivamente. Así como la implementación de un Programa para fomentar entre el personal una cultura de prevención en la generación de residuos y de separación en la fuente. En el caso de los residuos de manejo especial, como son los desechos de la construcción, se implementará un programa específico de manejo de residuos sólidos de la construcción.</p> |
| <p>Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:</p> <p>I. La contaminación del suelo;</p> <p>II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;</p> <p>III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y</p> <p>IV. Riesgos y problemas de salud.</p>   | <p>El Promovente implementará procedimientos de manejo de residuos en los que se establecerán la prohibición de disposición e infiltración en suelo natural de los mismos, evitando de esta manera la posible contaminación al suelo.</p>   |
| <p>Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> | <p>La maquinaria a utilizar deberá estar en condiciones óptimas de operación para garantizar que no se superen los valores máximos permisibles. Se establecerán horarios diurnos de trabajo para minimizar el impacto por ruido en la zona.</p>   |

Derivado de lo descrito, podemos concluir que el Proyecto dará pleno cumplimiento a lo establecido en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

### **III.6.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación de impacto ambiental.**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental fue publicado el 30 de Mayo del 2000 y la última reforma se realizó el 31 de octubre de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Cuadro III. 17. Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto.

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>  |
|--|---|
| <p>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS.</p>   | <p>Este artículo aplica directamente al Proyecto por tratarse de obras y actividades derivadas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, donde se construirá el Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU).</p>  |
| <p>Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p>  | <p>A la par del trámite para obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo, se realizará el trámite en del Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo ante la SEMARNAT.</p>  |
| <p>Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.</p> | <p>El Promoviente consiente del CUSTF que se dará derivado del presente Proyecto, presentará ante la SEMARNAT la manifestación de impacto ambiental y el estudio técnico justificativo para solicitar el cambio de uso de suelo y dar cumplimiento al Artículo 117 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y a los Artículos 120 y 121 su Reglamento, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero del 2005.</p> |

El promovente dará cumplimiento, con base a lo previsto en Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

### III.6.5 Ley General de Vida Silvestre.

La nueva Ley General de Vida Silvestre fue publicada el 3 de Julio de 2000 con la última reforma publicada el 20 de mayo de 2021, es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Cuadro III. 18 . Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el Desarrollo del Proyecto.

| Artículo  | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento  |
|---|--|
| Artículo 4. Establece que <i>“es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación”</i> .   | El promovente implementará medidas de prevención y mitigación referente a pláticas de educación ambiental al personal que laborará en las diferentes etapas del proyecto, a fin de respetar la fauna silvestre.  |
| Artículo 70. Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre. | De la información que se obtuvo en campo, se obtuvo que dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentra el Colibrí frente verde ( <i>Ramosomyia viridifrons</i> ), y dos especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada ( <i>Salvadora lemniscata</i> ) y culebra de collar ( <i>Tantilla rubra</i> ). En el compendio de la CITEs se encontraron 3 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde ( <i>Ramosomyia viridifrons</i> ), el Puma ( <i>Puma concolor</i> ) y el tejon ( <i>Nasua narica</i> ). De los |

|   |  |
|---|--|
| <p>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</p> | <p>muestreos realizados, el grupo de las aves fue el que tuvo mayor abundancia y riqueza, debido a que es de alta movilidad.</p> <p>Dado que se trata de organismos en tránsito, no se descarta la presencia esporádica de algún ejemplar de vida silvestre y en estatus de conservación; por lo anterior, se implementarán acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de ejemplares en caso de ser necesario; dicha acción se ejecutará previo y durante la ejecución del cambio de uso de suelo, a fin de promover el cuidado y protección de la fauna silvestre.</p> |
|---|--|

Mediante la implementación de las medidas de prevención y mitigación, encaminadas a la conservación de la flora y fauna del área del proyecto, el promovente dará cumplimiento a lo citado en los artículos antes mencionados correspondientes a la Ley General de Vida Silvestre.

### **III.6.6 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.**

El nuevo Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, última reforma de fecha 09 de mayo de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

Cuadro III. 19. Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al Proyecto.

| Artículo  | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento  |
|---|--|
| <p>Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica:</p> <p>III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación;</p> <p>IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de los mismos;</p> <p>V. La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y</p> <p>VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.</p> | <p>El Promovente implementará medidas de prevención y mitigación en las diferentes etapas del proyecto, referidas al cuidado y conservación de la fauna silvestre, como lo son: platicas de educación ambiental, acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de ejemplares de vida silvestre</p> |

Con base a lo señalado en el cuadro anterior, el proyecto no se contrapone con lo establecido en esta Ley.

### **III.6.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre de 2003, última reforma publicada en el D.O.F. el 18 de enero de 2021. Su Nuevo Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, última reforma 31 de octubre de 2014. Son reglamentarios de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto “...*garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación...*”.

Cuadro III. 20. Artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables al Proyecto.

| <b>Artículo</b>   | <b>Vinculación con el proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>  |
|---|---|
| <p>Artículo 1.- La Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.</p> <p>Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.</p> | <p>El proyecto considera la implementación de medidas de prevención y mitigación referentes al manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial, éstos serán recolectados en contenedores con tapa, ubicados dentro del predio del proyecto y se registrará en bitácora. Los RSU serán procesados en las plantas de separación y biofertilizantes, respectivamente. Así como la implementación de un Programa para fomentar entre el personal una cultura de prevención en la generación de residuos y de separación en la fuente.</p> <p>En cuanto a los residuos peligrosos, para su adecuada gestión, se implementará un programa específico de manejo de residuos sólidos peligrosos.</p> |
| <p>Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:</p> <p>III. Controlar los residuos sólidos urbanos;</p> <p>IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia.</p>   |   |

El proyecto en sus diferentes etapas realizará el manejo adecuado de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto y dará disposición final adecuada a los mismos en el marco del Programa de vigilancia ambiental establecida para el proyecto.

### **III.6.8 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018, con última reforma publicada el 01 de abril de 2024, ésta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y

tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Cuadro III. 21. Artículo de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicable al Proyecto.

| <b>Artículo</b>   | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>   |
|---|--|
| <p>Artículo 32. Son criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, los siguientes:</p> <p><b>I.</b> Orientarse hacia el mejoramiento ambiental del territorio nacional a través de la gestión de las actividades forestales, para que contribuyan a la manutención del capital genético y la biodiversidad, la calidad del entorno de los centros de población y vías de comunicación y que, del mismo modo, conlleve la defensa de los suelos y cursos de agua, la disminución de la contaminación y la provisión de espacios suficientes para la recreación;</p> <p><b>II.</b> La sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales, ...</p> <p><b>III.</b> El uso sustentable de los ecosistemas forestales;</p> <p><b>IV.</b> La estabilización del uso del suelo forestal a través de acciones que impidan el cambio en su utilización, promoviendo las áreas forestales permanentes,</p> <p><b>VI.</b> La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación,</p> <p><b>VIII.</b> La captación, protección y conservación de los recursos hídricos y la capacidad de recarga de los acuíferos,</p> <p><b>XI.</b> La conservación prioritaria de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial,</p> <p><b>XIII.</b> La recuperación al uso forestal de los terrenos preferentemente forestales, para incrementar la frontera forestal.</p> <p><b>XVI.</b> Observar los principios como: biodiversidad, interconectividad, interdependencia, procesos de largo plazo y complejidad.</p> | <p>El proyecto en evaluación tiene como medida la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal afectada, que tiene por objetivo implementar acciones de rescate y reubicación de especies de interés biológico.</p> <p>Se implementarán medidas para evitar la erosión del suelo como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Realizar riegos durante la etapa de cambio de uso de suelo y Preparación del sitio en el área del Proyecto.</li> <li>- Desmontar de forma controlada sólo las áreas destinadas al desarrollo del Proyecto.</li> <li>- Respetar en todo momento el límite del predio autorizado para CUS.</li> </ul> |

| Artículo   | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento  |
|--|--|
| <p>Artículo 54. Las autorizaciones, avisos, informes y otros actos previstos en esta Ley, sólo se otorgarán a los propietarios y poseedores de los terrenos que legalmente tengan derecho a ello.</p> <p>Cuando la solicitud de una autorización o aviso en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido o comunidad agraria, comunidad indígena o afro mexicana sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario o de la comunidad indígena o afromexicana mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria y la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que corresponde a comunidades indígenas y afromexicana.</p>   | <p>En cumplimiento a este artículo, el promovente comprueba la posesión legal del terreno donde se pretende desarrollar el presente proyecto mediante la carpeta básica, que se presenta en el anexo 1, de presente estudio.</p>   |
| <p>Artículo 61. Cuando una autorización u otros actos previstos en la ley puedan afectar los derechos colectivos, de alguna comunidad indígena o afromexicana, la Secretaría en coordinación con otras instancias competentes, deberá verificar que por parte de los interesados se han establecido los procedimientos para consultas de manera previa, libre, informada y culturalmente adecuada en los términos de esta Ley y su Reglamento a fin de llegar a un acuerdo y obtener el consentimiento mutuamente acordado de las comunidades.</p>   | <p>En cumplimiento a este artículo, se informa que no se afectarán los derechos colectivos de ninguna comunidad indígena o afromexicana. Se comprueba la posesión legal del terreno donde se pretende desarrollar el presente proyecto mediante la carpeta básica, que se presenta en el anexo 1, de presente estudio.</p>         |
| <p>Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal...</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat</p> | <p>Se presentará ante la SEMARNAT el Estudio Técnico Justificativo para solicitar el cambio de uso de suelo con vegetación forestal.</p> <p>En cumplimiento a este artículo, el promovente comprueba la posesión legal del área donde se pretende desarrollar el presente proyecto mediante la carpeta básica que se presenta.</p> |

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>     |
|--|--|
| <p>conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.</p> |  |
| <p>Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.</p>  | <p>En su oportunidad el Promovente presentará el comprobante de pago respectivo.</p> |

Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable tiene como uno de sus objetivos el regular, fomentar la conservación y protección de los ecosistemas forestales del país, el presente estudio contempla actividades, la cuales se mencionan en el cuadro anterior, con la finalidad de dar cumplimiento a los preceptos de esta Ley.

### **III.6.9 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El Nuevo Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de diciembre de 2020. Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Cuadro III. 22. Artículos del reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicable al Proyecto.

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>   |
|--|--|
| <p>Artículo 139. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico Justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.</p> <p>Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener por lo menos, lo siguiente:</p> <p>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM; Además de las fracciones III a la XV...</p> <p>Para el caso específico de ...la fracción IX, referente a la Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo.</p> <p>La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas</p> | <p>El promovente ingresara a la SEMARNAT, la solicitud de cambio de uso de suelo y el Estudio Técnico Justificativo, para ser evaluado por parte de la autoridad, con la finalidad de obtener la autorización de cambio de uso de suelo.</p> |

| Artículo  | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento |
|---|---|
| vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.<br>Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal. |   |

El promovente a través del presente estudio constituye la base para el cumplimiento de dicho Reglamento, su contenido establecerá los lineamientos para que, en el ámbito de su competencia, la SEMARNAT valide y autorice de manera condicionada el cambio de uso de suelo.

### **III.6.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.**

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada el 7 de Julio de 2013, última reforma de fecha 07 de junio de 2013. Regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4 Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

Cuadro III. 23. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental aplicables al Proyecto.

| Artículo   | Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento   |
|--|---|
| Artículo 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: | El Promovente presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo forestal. Asimismo, se dará |

| <b>Artículo</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento</b>  |
|--|---|
| <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</p> <p>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.</p> <p>La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.</p> | <p>pleno cumplimiento a las condicionantes que ordene la misma Secretaría, bajo los lineamientos del Programa de vigilancia ambiental establecido para el proyecto.</p>   |
| <p>Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.</p> <p>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</p>   | <p>En caso fortuito de que se ocasione algún daño ambiental durante el desarrollo de alguna de las etapas que contempla el proyecto, el promovente reparará los daños ocasionados y dará cumplimiento a lo señalado por la autoridad ambiental.</p> |

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

En el presente capítulo se llevará a cabo una caracterización de los elementos bióticos y abióticos del Sistema Ambiental (SA), en donde se encuentra inserto el proyecto, por lo que a continuación se describen los elementos físicos y biológicos del Sistema Ambiental del proyecto denominado *Cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU), para la gestión de los residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca*. Con la finalidad de identificar sus condiciones ambientales.

##### **IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental y del área de influencia**

Para poder delimitar el sistema Ambiental, se realizó el procesamiento de información geográfica empleando para ello curvas de nivel, escurrimientos superficiales en la zona y las condiciones topográficas del terreno. Se consultó también el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, portal que permite visualizar el sistema hidrográfico del país.

Como resultado del proceso anterior se consideró a la microcuenca denominada “Las Flores”, la cual se utilizó como Sistema Ambiental para el proyecto que ocupa el presente documento. Ésta se extiende sobre el territorio de dos municipios del Estado de Oaxaca: San Dionisio Ocoatepec y San Pedro Totolapam. Se ubica dentro de la Subcuenca hidrológica RH22Bd Río San Antonio, en la Cuenca RH22B Río Tehuantepec, y pertenece a la Región Hidrográfica RH22.

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

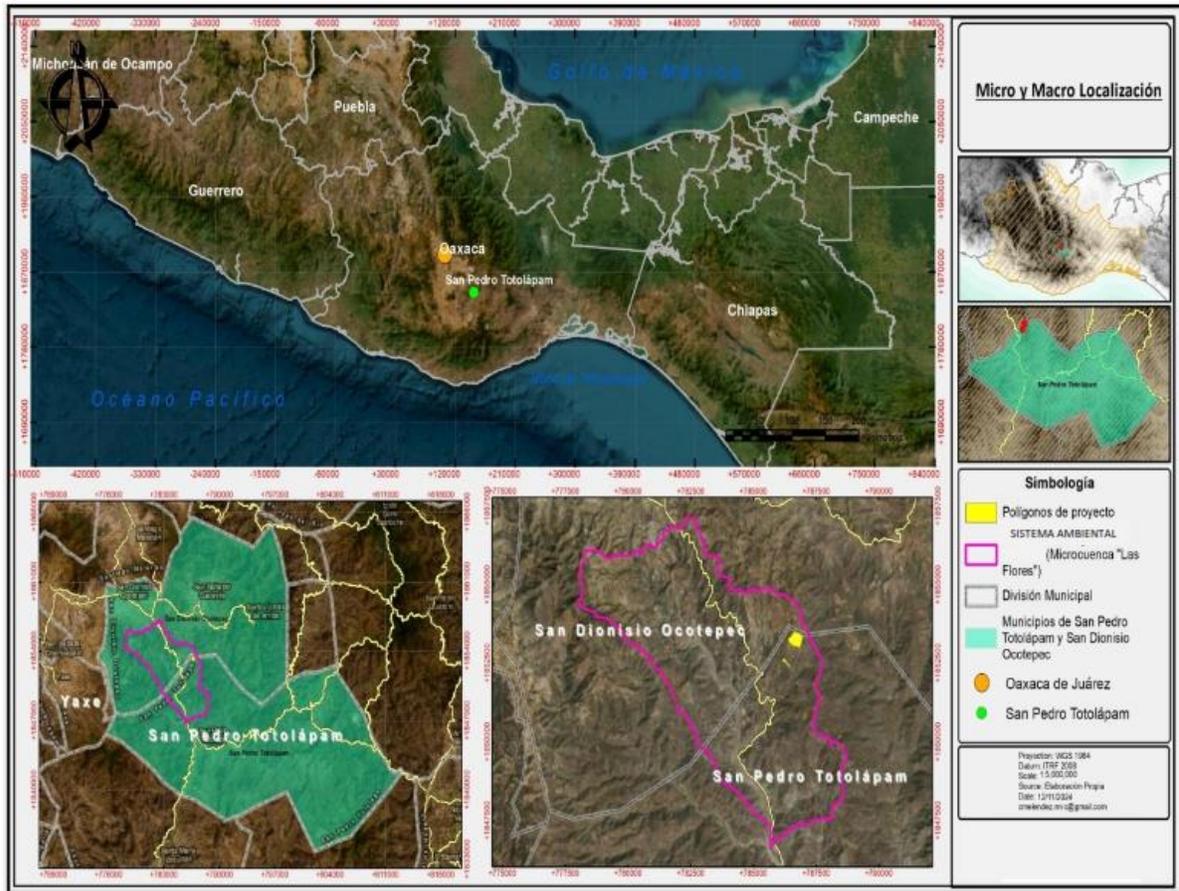


Figura IV. 1 Mapa Macro y Micro localización.

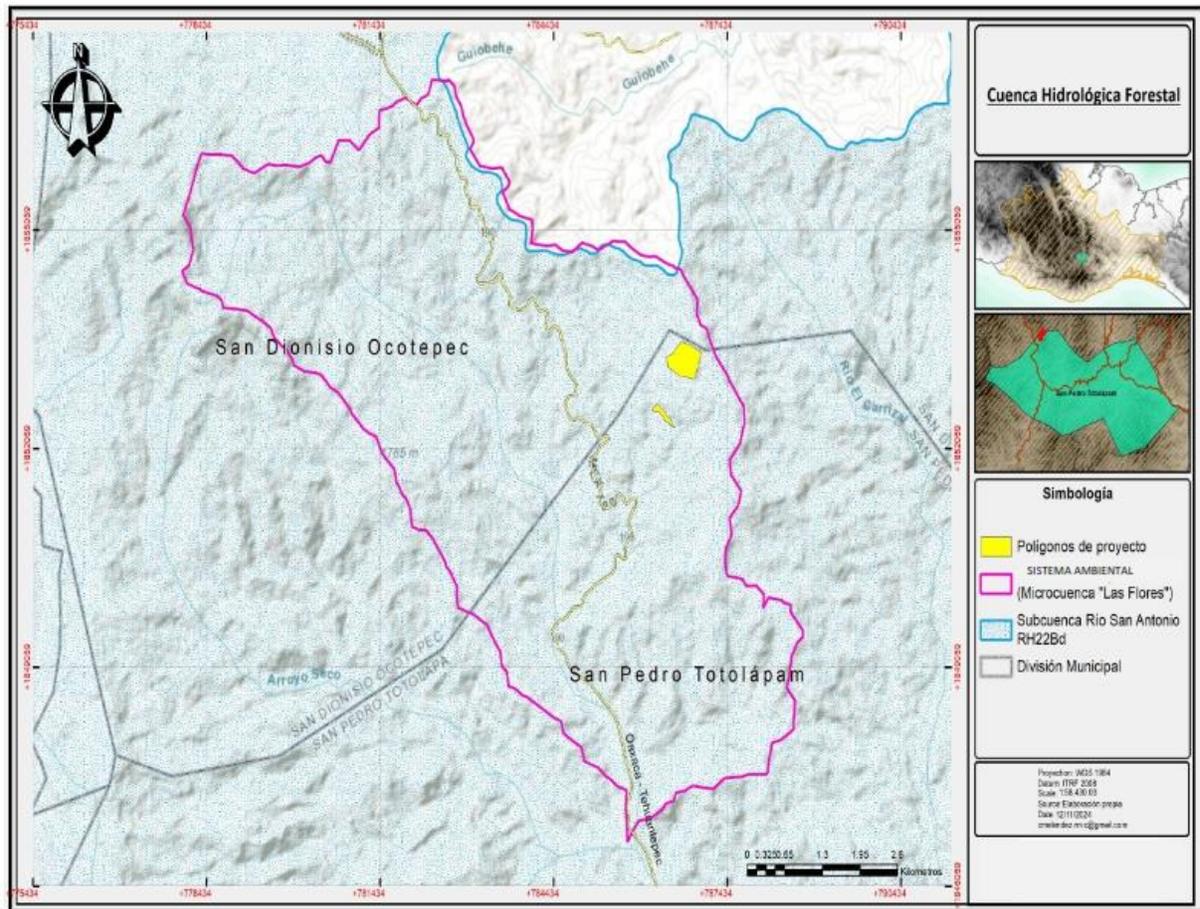


Figura IV. 2 Mapa del sistema ambiental en base a la Cuenca Hidrológica Forestal.

Anexo 15.4. Mapa Macro y Micro localización

Anexo 15.5 Mapa sistema ambiental.

## IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA).

Del sistema ambiental delimitado, se llevó a cabo un análisis espacial con el fin de considerar los usos de suelo y vegetación, tipos de rocas, geformas, tipo de suelo y climas diferentes a los directamente relacionados con el Proyecto mediante comandos del software ArcGIS, como se menciona anteriormente.

#### **IV.2.1. Medio abiótico**

##### **- Clima y fenómenos meteorológicos**

De acuerdo con la carta temática de Climas del Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI, 1981), dentro del Sistema Ambiental se identifican tres tipos de climas, los cuales se describen a continuación:

- a) BSO(h')w(w). es un clima seco del subgrupo seco muy cálido. Con lluvias en verano y escasas a lo largo del año con un porcentaje de precipitación invernal menor de 5%. Se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 22.9 °C, siendo los meses de abril, mayo, y junio los más calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 24.7°C, 25.8°C, y 24.6°C respectivamente. La precipitación anual es de 378.5 mm, siendo junio, julio, agosto, y septiembre, los meses de mayor precipitación con una media de 86.6 mm, 57.2 mm, 52.9 mm, y 103.3 mm respectivamente.
- b) BS1hw(w): Clima Seco del subgrupo semiseco semicálido, con un invierno fresco, lluvias en verano y escasas a lo largo del año, porcentaje de precipitación invernal menor de 5%. Presenta una temperatura media anual de 19.3°C, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 21.9°C, 21.8°C y 21.3°C respectivamente. La precipitación anual es de 590.8 mm, siendo mayo, junio, julio, agosto, y septiembre, los meses de mayor precipitación con una media de 78.2 mm, 119.9 mm, 89.5 mm, 91.0 mm, y 126.3 mm respectivamente.
- c) C(w0)(w): Clima Templado del subgrupo templado subhúmedo, es el menos húmedo de los templados subhúmedos, con un porcentaje de precipitación invernal menor de 5%. Presenta una temperatura media anual de 17.4°C, siendo los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre los más calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 18.9°C, 19.7°C, 19.5°C, 18.6°C, 18.8°C y 18.6°C respectivamente. La precipitación anual es de 629.8 mm, siendo Mayo, Junio, Julio, Agosto, y Septiembre, los meses de mayor precipitación con una media de 87.2 mm, 129.1 mm, 67.9 mm, 86.3 mm, y 129.1 mm respectivamente.

Respecto a las temperaturas y precipitación máximas, mínimas y promedios anuales, en el siguiente cuadro se indican los datos de temperatura máxima y mínima mensual, así como la media normal además la precipitación normal y máxima mensual, dicha información fue obtenida del sitio web del Servicio Meteorológico Nacional. Los datos de temperatura y precipitación fueron registrados en la estación meteorológica clave 20170 Totolapan; ubicado en el Municipio de San Pedro Totolapan, dicha estación se encuentra a 8 km del sitio del proyecto con datos desde 1991 al 2020, la cual es la estación meteorológica en operación más cercana al sitio del proyecto.

Cuadro IV. 1. Datos de la estación meteorológica clave 20170 Totolapam

|   |                 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Periodo:</b>                               | 1991-2020       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Estación:</b>                              | 20170 Totolapam |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Latitud:</b>                               | 16.66333333 N   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Longitud:</b>                              | -96.3075 W      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Altura:</b>                                | 942 MSNM        |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Distancia de la poligonal del Proyecto</b> | A 8 km          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|   | <b>Ene</b>      | <b>Feb</b> | <b>Mar</b> | <b>Abr</b> | <b>May</b> | <b>Jun</b> | <b>Jul</b> | <b>Ago</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Nov</b> | <b>Dic</b> |
| <b>Temperatura máxima mensual</b>             | 36.1            | 36.8       | 37.8       | 40.4       | 40.4       | 39.6       | 39.5       | 39         | 39         | 38.7       | 35.7       | 35.2       |
| <b>Temperatura media normal</b>               | 21.2            | 22.9       | 25.3       | 27.2       | 27.3       | 25.7       | 25.1       | 25.2       | 25.1       | 24.4       | 22.7       | 21.6       |
| <b>Temperatura mínima mensual</b>             | 6.4             | 9.3        | 13.1       | 14         | 13.2       | 12.2       | 9.5        | 10.6       | 11         | 10.3       | 8.87       | 6.5        |
| <b>Precipitación máxima mensual</b>           | 18              | 22         | 51         | 85.5       | 125.7      | 255        | 365        | 220        | 234.5      | 121.5      | 71         | 30.5       |
| <b>Precipitación normal</b>                   | 1.1             | 3.5        | 9.7        | 20.7       | 52.7       | 101        | 73.9       | 78.5       | 83.8       | 29.3       | 5.5        | 1.2        |
| <b>Evaporación total</b>                      | 149.5           | 152.4      | 190.6      | 183.9      | 180.2      | 153.2      | 161.9      | 162.2      | 146.2      | 158.5      | 150.3      | 150.7      |

Fuente: Servicio meteorológico nacional. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=oax>

Con base en los registros mostrados anteriormente se generó el siguiente diagrama ombrotérmico, el cual indica que la temperatura promedio se encuentra en un rango que va desde una temperatura mínima de 6.4°C a una máxima de 40.4°C, con un periodo de lluvias bien establecido en los meses de junio a septiembre, siendo los meses más lluviosos junio y septiembre. Mientras que el periodo seco, está bien definido en los meses de noviembre a abril.

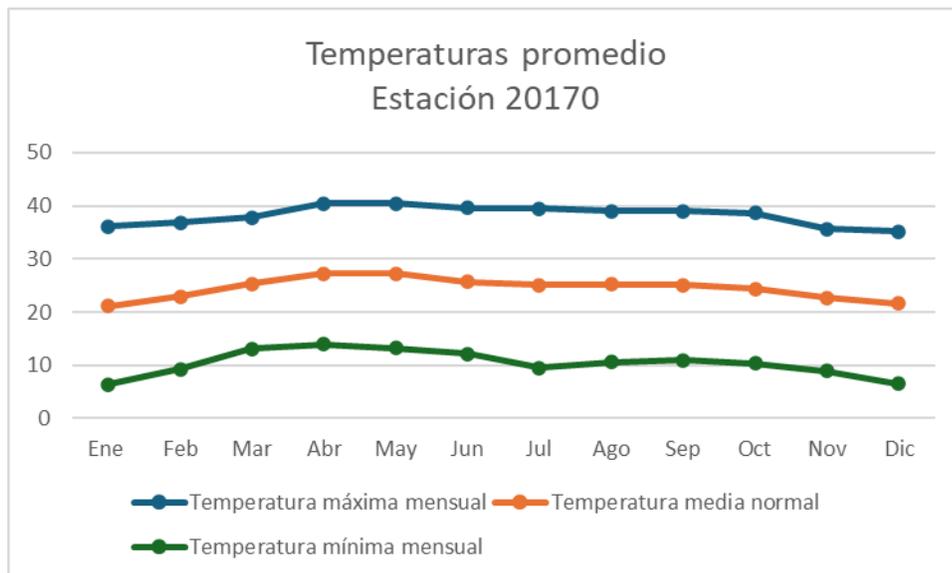


Figura IV. 3. Temperaturas de la estación meteorológica 20170 Totolapam.

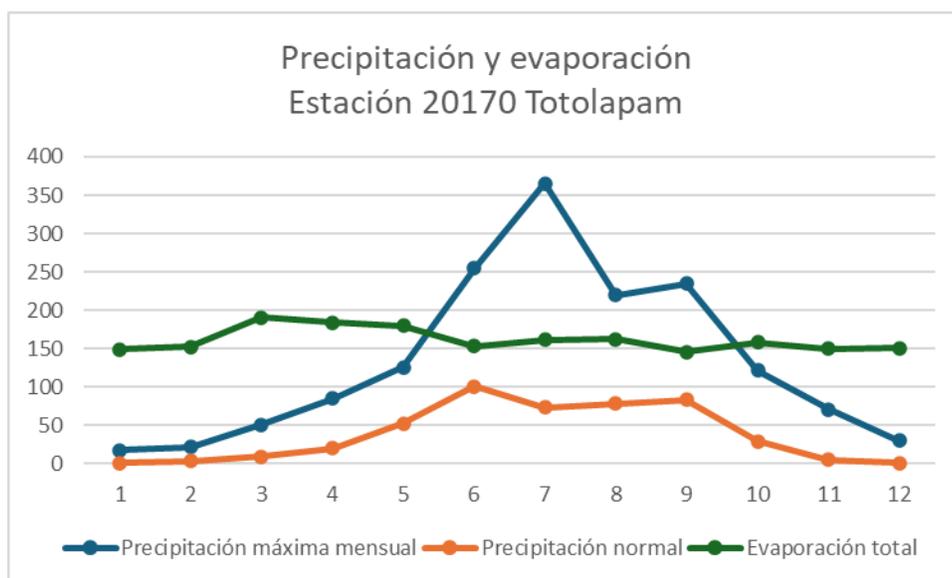


Figura IV. 4 Precipitación y evaporación estación 20170 Totolapam.

De acuerdo con el Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca<sup>1</sup>, la distribución diurna de la velocidad del viento (o velocidad del viento contra hora del día) es influenciada por la elevación del sitio, la topografía y la exposición directa a los flujos de los vientos predominantes. En las cuencas y valles de las regiones centro, las direcciones dominantes del viento se ven fuertemente influenciadas por la topografía local y por las condiciones de estabilidad atmosférica. En el cuadro que se muestra a continuación, se hace mención a los tipos de clima que prevalecen en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 2. Climas en el Sistema Ambiental.

| ID     | CLAVE       | Tipo de Clima       | Área (ha) |
|--------|-------------|---------------------|-----------|
| 1      | BS1hw(w)    | Semiseco semicálido | 3,302.94  |
| 2      | BS0(h')w(w) | Seco muy cálido     | 1,577.15  |
| 3      | C(w0)(w)    | Templado subhúmedo  | 280.18    |
| Total. |             |                     | 5,160.27  |

### **Área del proyecto**

Se presenta el clima BS1hw(w): Clima Seco del subgrupo semiseco semicálido, con un invierno fresco, lluvias en verano y escasas a lo largo del año, porcentaje de precipitación invernal menor de 5%. Presenta una temperatura media anual de 19.3°C, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 21.9°C, 21.8°C y 21.3°C respectivamente. La precipitación anual es de 590.8 mm, siendo mayo, junio, julio, agosto, y septiembre, los meses de mayor precipitación con una media de 78.2 mm, 119.9 mm, 89.5 mm, 91.0 mm, y 126.3 mm respectivamente.

---

<sup>1</sup> <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/330.pdf>

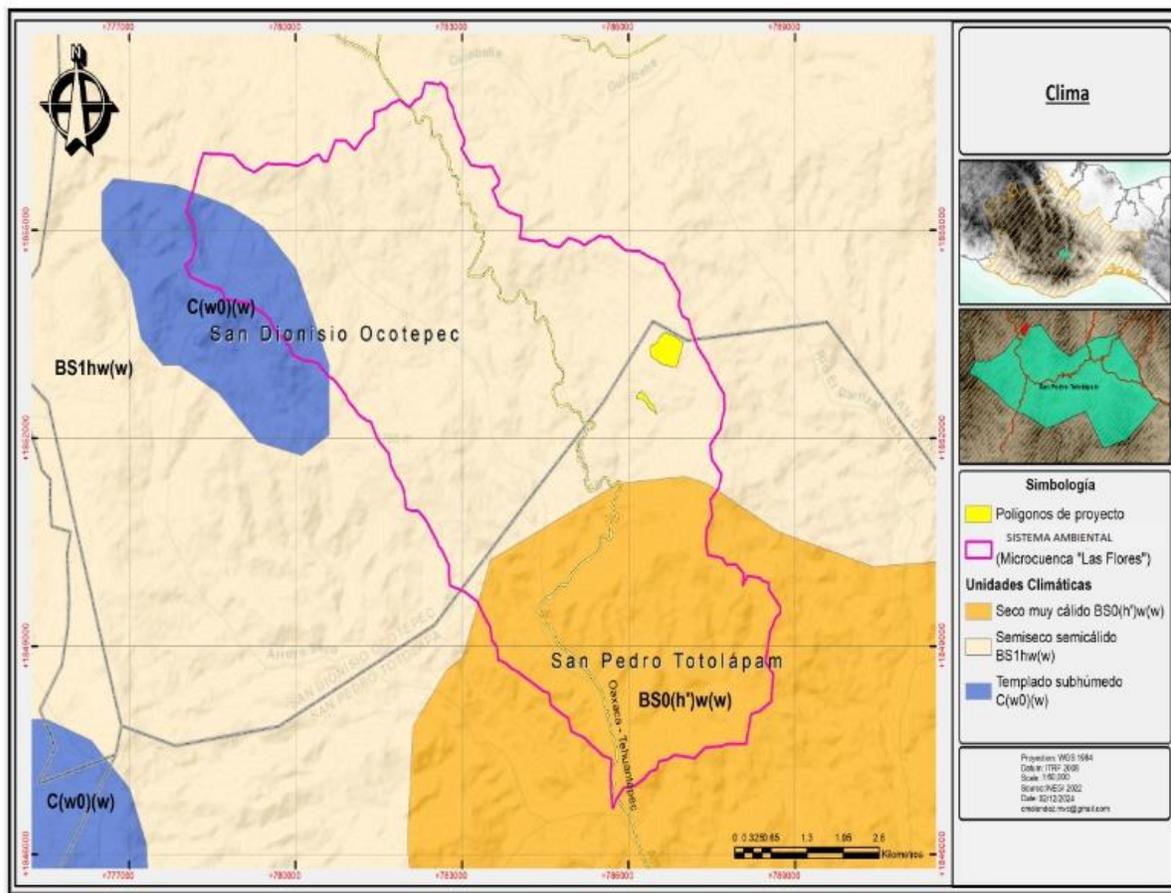


Figura V. 5 Mapa de Climas

Anexo 15.6. Mapa de climas.

- **Geología y geomorfología**

En el sistema Ambiental se incluye dos municipios, San Dionisio Ocotepec y San Pedro Totolápam. Los dos municipios se ubican dentro de la provincia fisiográfica sierra madre del sur, misma que presenta una estructura compleja. Constituida por una serie de montañas y sierras que presentan grandes desniveles considerables. De acuerdo con la Carta Temática de Geología del INEGI, dentro del Sistema Ambiental se encuentran afloramientos rocosos correspondientes a roca ígnea extrusiva ácida que ocupa los dos municipios.

La roca ígnea extrusiva. Son rocas volcánicas formadas por la solidificación de magma en la superficie terrestre y que están compuestas por minerales claros como el cuarzo y los

feldespatos. Los tipos más comunes de rocas ígneas ácidas son las riolitas y las dacitas. Las rocas ígneas se forman cuando el magma se enfría y endurece. El magma puede erupcionar de un volcán como lava o estallar en el aire, y al enfriarse rápidamente en la superficie desarrolla pequeños cristales que forman rocas de grano fino.

Con base en la cartografía consultada y de acuerdo con la carta temática de INEGI, se tiene que la estructura geológica donde se ubica el área del proyecto se compone de roca ígnea extrusiva ácida. La roca ígnea extrusiva. Son rocas volcánicas formadas por la solidificación de magma en la superficie terrestre y que están compuestas por minerales claros como el cuarzo y los feldespatos.

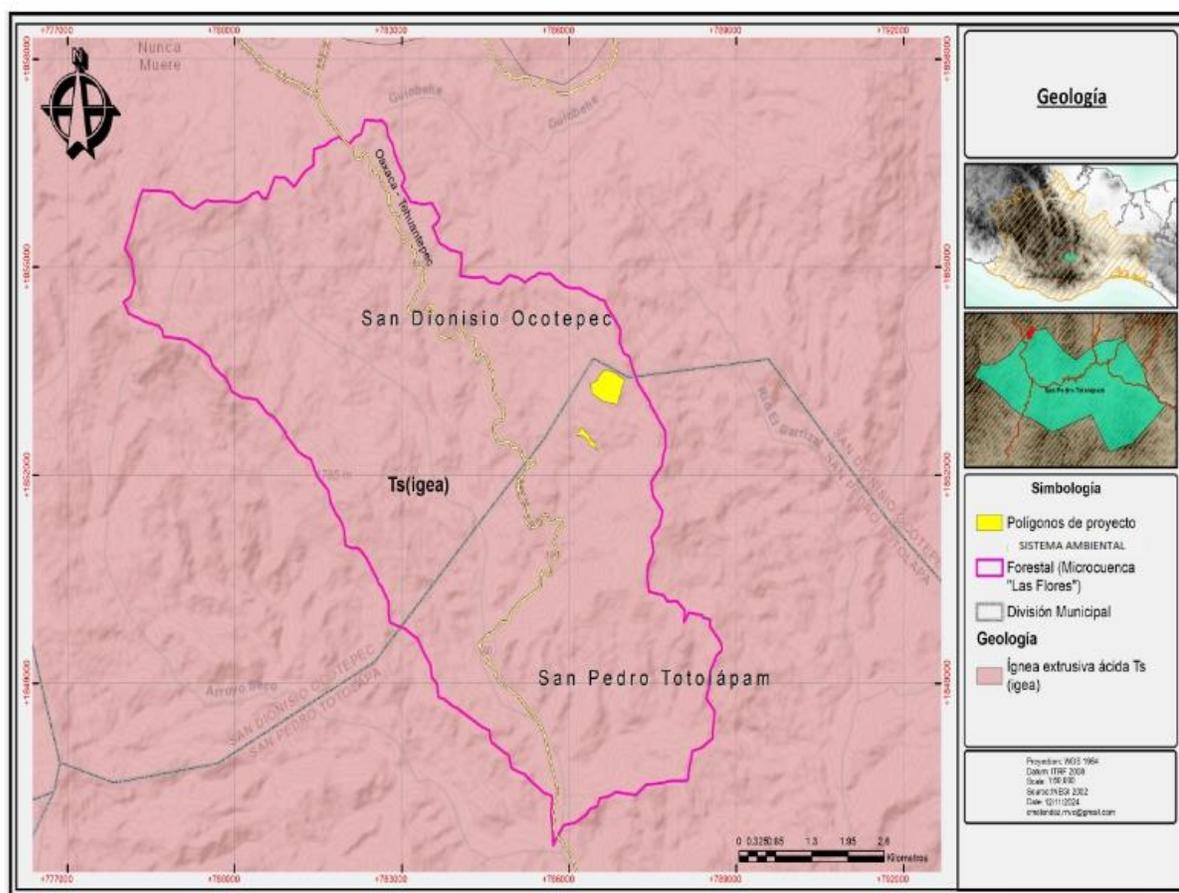


Figura IV. 6 Geología dentro del sitio del proyecto.

Anexo 15.7. Mapa geología

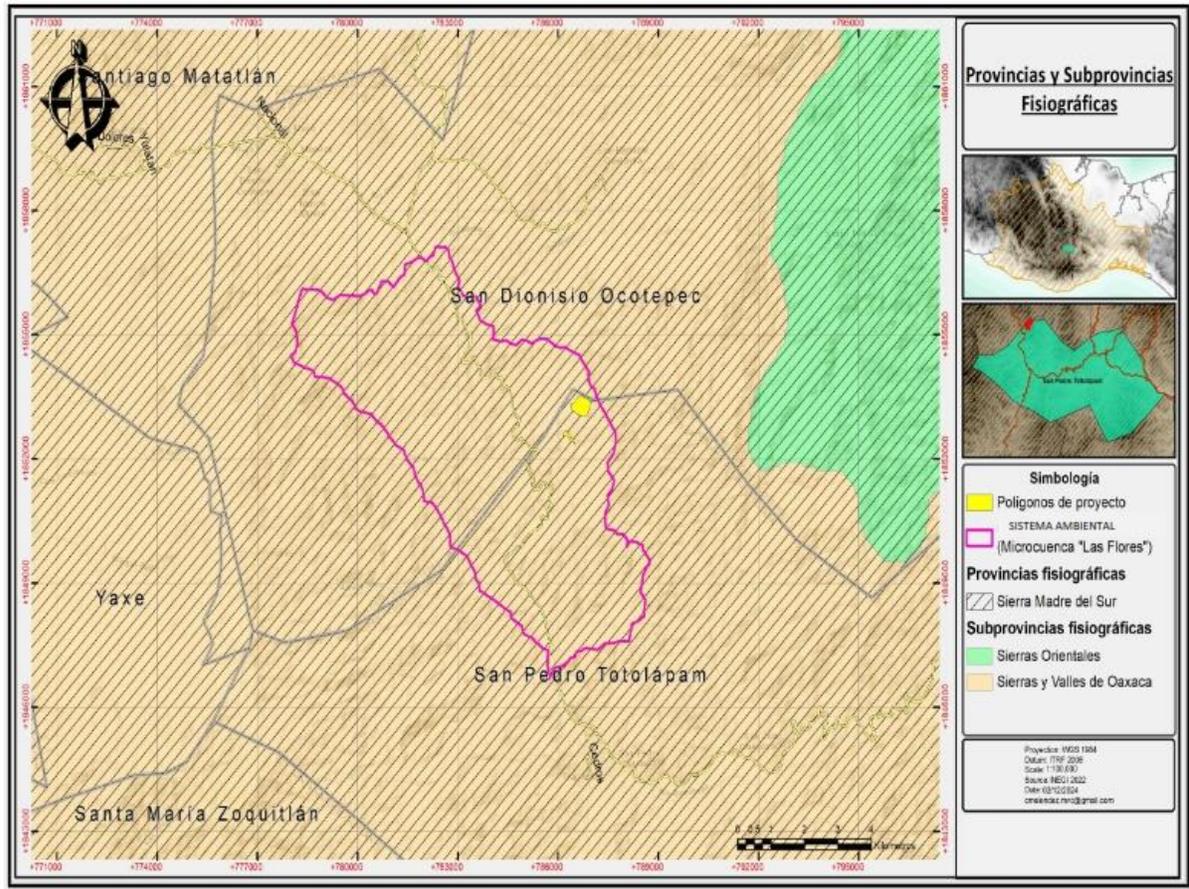


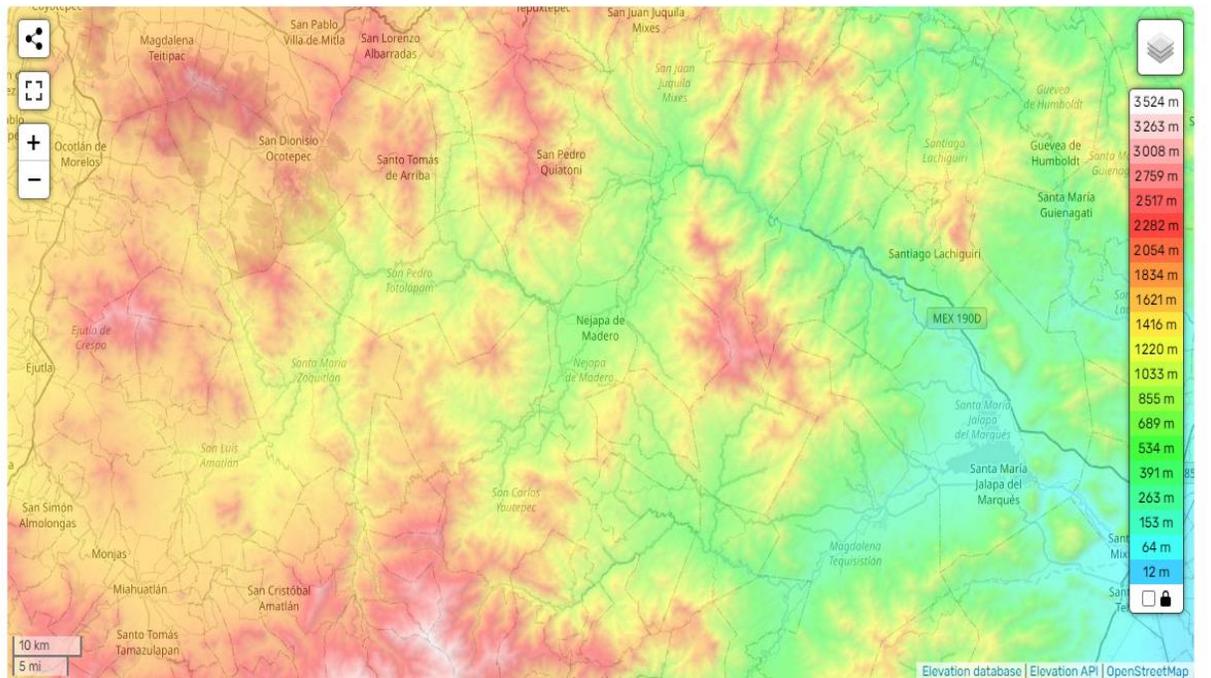
Figura IV. 7 Provincias y subprovincias fisiográficas.

#### - Topografía

De manera general se puede mencionar que, la topografía es un factor importante, ya que en ocasiones de ésta depende el grado de afectación de algún ecosistema. La topografía está compuesta por regiones de relieve plano, ondulado, de colinas y de montaña; con formas de arista, depresiones cerradas, laderas convexas, laderas planas, llanuras, zonas montañosas. Se observa que de los dos municipios que ocupan la microcuenca San Dionisio Ocotepec se encuentra en una zona con alturas que van desde los 700 hasta los 2100 m; en cuanto al municipio de San Pedro Totolapam se encuentra en zonas que van desde los 600 m hasta los 2000 m.

## Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.



Fuente: tographic-map.com

Figura IV. 8 Rangos de altitud en el Sistema Ambiental.

De manera general se puede mencionar que, la topografía es un factor importante, ya que en ocasiones de ésta depende el grado de afectación de algún ecosistema. La topografía está compuesta por regiones de relieve plano, ondulado, de colinas y de montaña; con formas de arista, depresiones cerradas, laderas convexas, laderas planas, llanuras, zonas montañosas. Se observa que de los dos municipios que ocupan la microcuenca San Dionisio Ocoatepec se encuentra en una zona con alturas que van desde los 700 hasta los 2100 m; en cuanto al municipio de San Pedro Totolápam se encuentra en zonas que van desde los 600 m hasta los 2000 m.

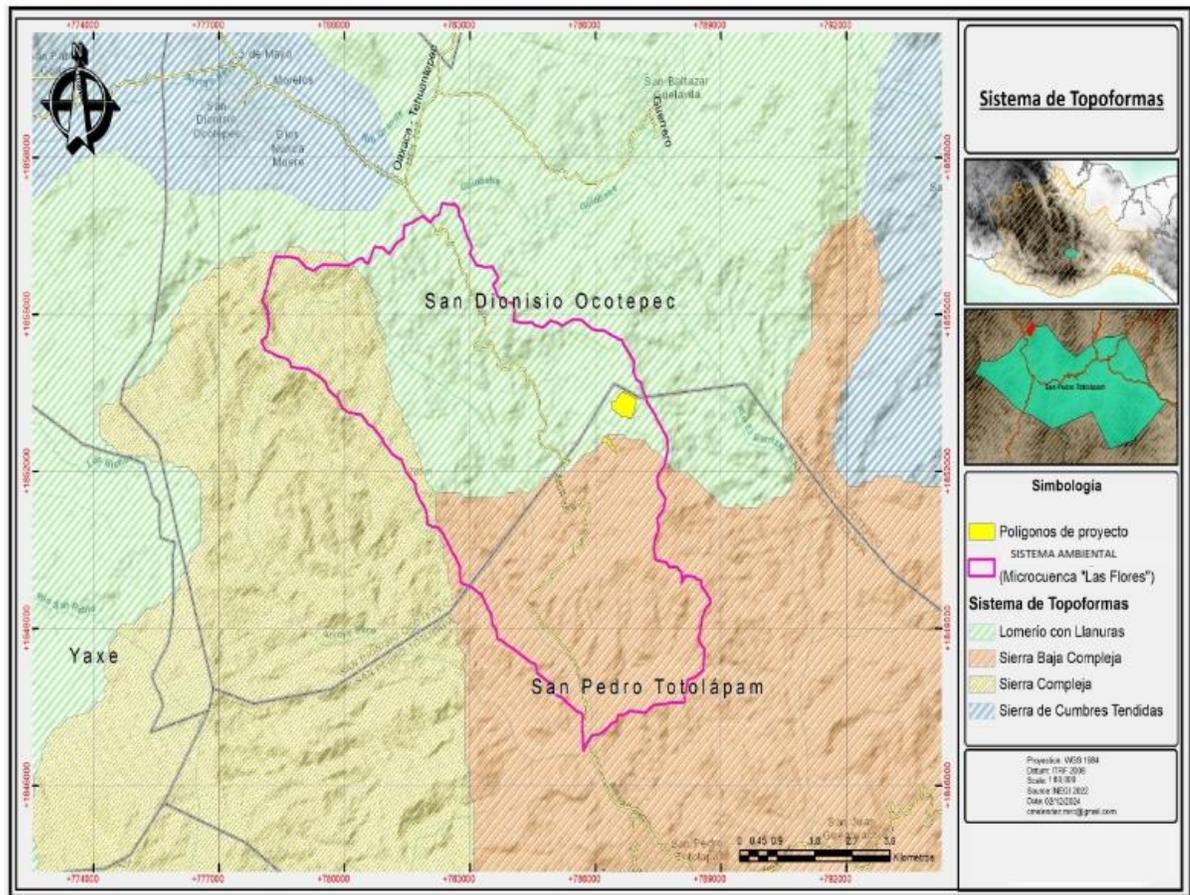


Figura IV. 9 Mapa de topografías en el área del proyecto.

#### - Riesgos

Con el objetivo de conocer el riesgo que existe en la zona donde se encuentra el Proyecto, específicamente en lo referente a ciclones tropicales, inundaciones y deslizamientos, se consultó el Atlas Nacional de Riesgos, publicado por la Comisión Nacional de Protección Civil México (2014), a partir de la aplicación que está disponible en línea<sup>2</sup>, se obtuvieron las siguientes imágenes de satélite, donde se identifica el grado de riesgo que existe en la zona para cada fenómeno consultado.

2 <http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

En este sentido, es necesario puntualizar dos cosas: según el Atlas Nacional de Riesgos (2014) el peligro se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo en un lapso dado y la capacidad destructiva del peligro se mide por su intensidad y su periodo de retorno. Mientras que, el riesgo es la probabilidad de sufrir daños y pérdidas de vidas y bienes expuestos frente a un peligro dado. A continuación, se presentan los riesgos presentes en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto.

- **Riesgo por Sismos**

De acuerdo al grado de sismicidad, el CENAPRED<sup>3</sup> ha dividido a la República Mexicana en cuatro grandes regiones en base a los registros históricos de grandes sismos de México y la aceleración del terreno.

Zona A. Es aquella donde no se tienen registros históricos, ni se han reportado grandes sismos durante los últimos 80 años. Entre los Estados implicados se encuentran Baja California, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Chihuahua y Zacatecas.

Zonas B y C. Presenta sismicidad con menor frecuencia o están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% del valor de la gravedad, aquí se ubican Sonora, Durango, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Tabasco, parte de Chihuahua, el Estado de México y Chiapas.

En la zona D. Lugares donde han ocurrido grandes temblores con aceleraciones del terreno superiores al 70%. Aquí se ubica a Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Por tanto, las zonas C y D se encuentran entre las de mayor peligro, ya que juntas incluyen mil 1 municipios de los 2 mil 443 que tiene la República Mexicana. Para efectos de estudio, el Sistema Ambiental y el Proyecto, se ubican en la Zona D, la de mayor peligro por sismicidad, tal y como se muestra en la figura IV.8 y IV.10. Esta información se confirma con el mapa de sismicidad generado a partir de registros sísmicos durante el año 2023 y publicado por el Servicio Sismológico Nacional<sup>4</sup>. Esta zona de mayor riesgo se extiende en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero.

---

<sup>3</sup> <https://www.gob.mx/cenapred>

<sup>4</sup> <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/>

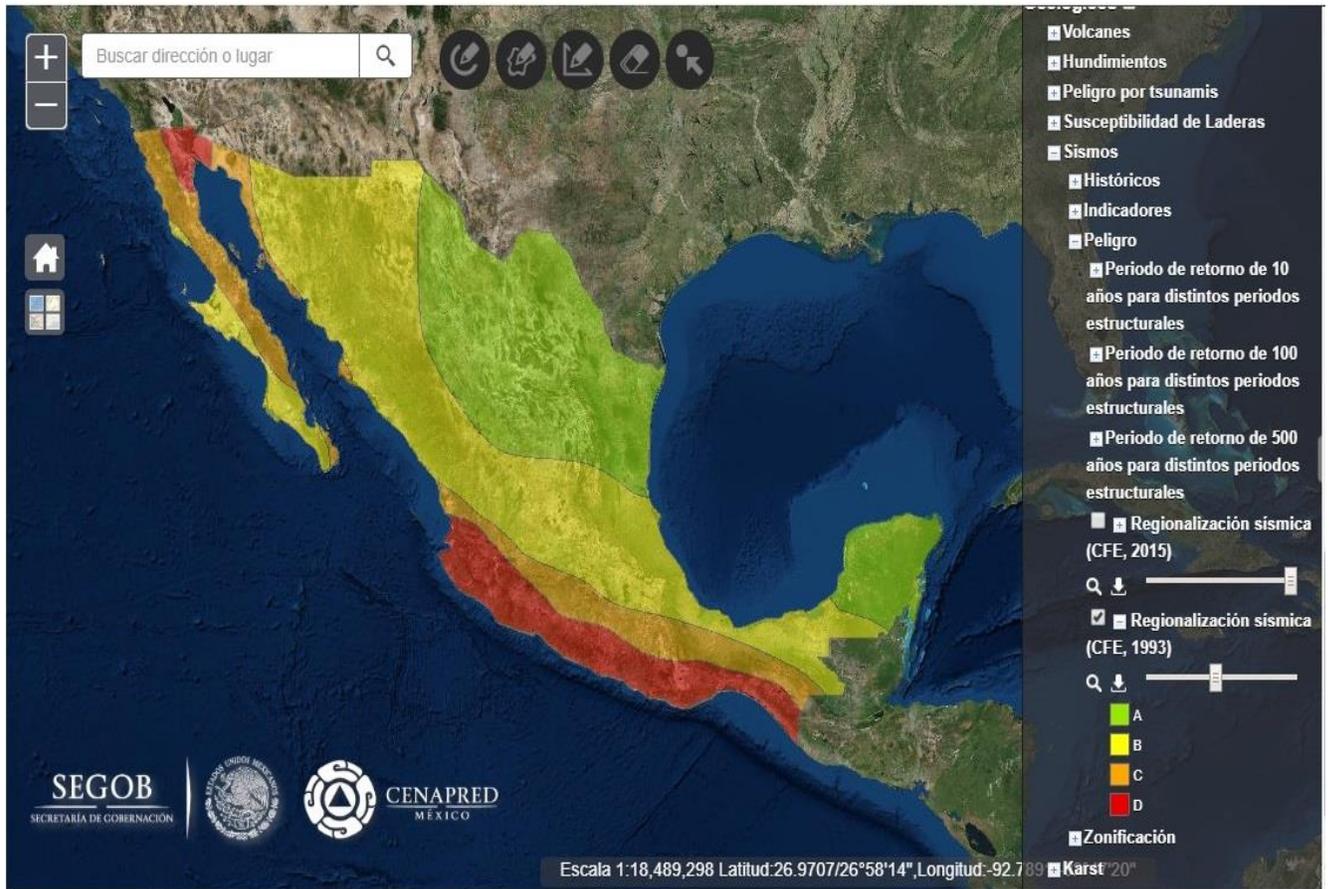


Figura IV. 10 Regionalización sísmica del país

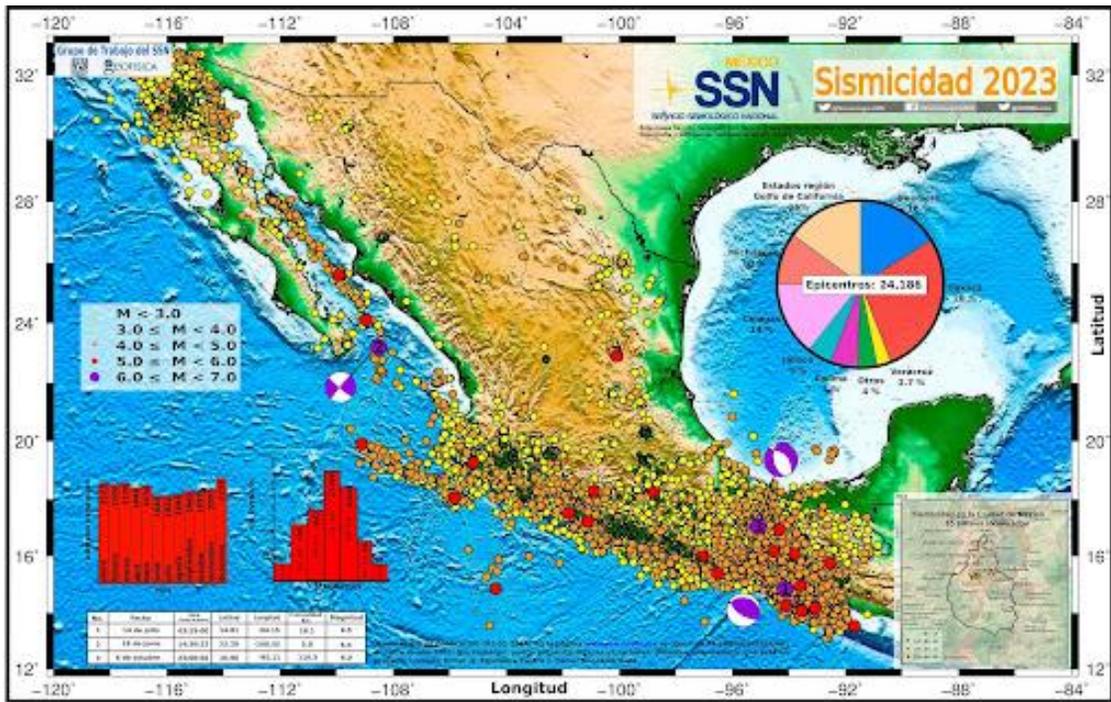


Figura IV. 11 Mapa de sismicidad durante el año 2023, en México.

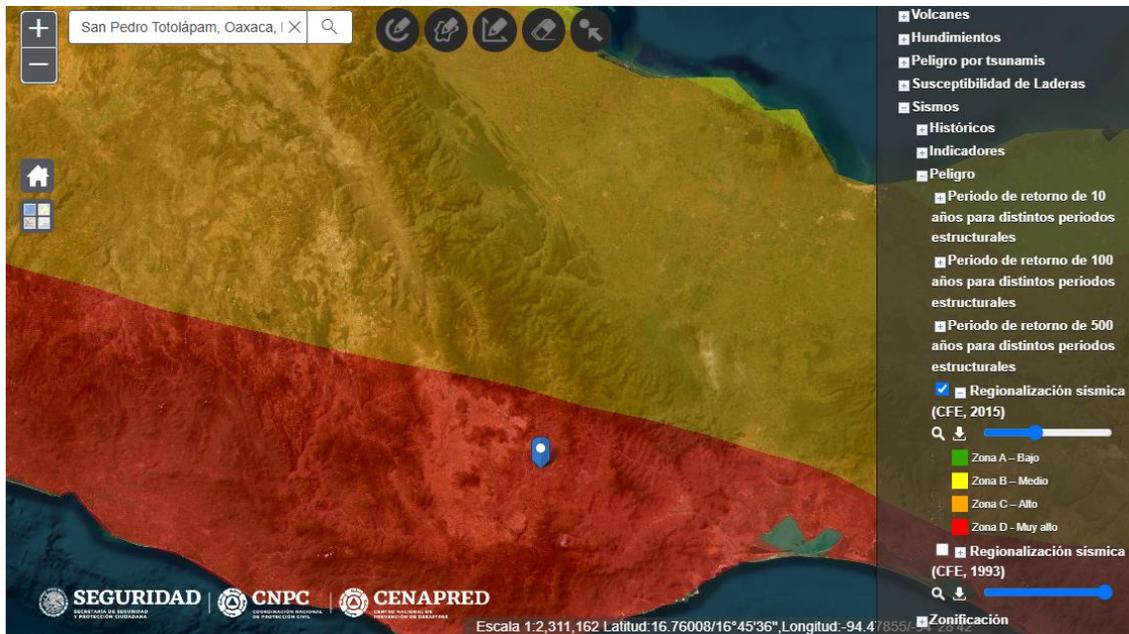


Figura IV. 12 Mapa de la Zona de región sísmica

### - Riesgo y Peligro por Ciclones Tropicales

En cuanto a ciclones tropicales el CENAPRED5 presenta dos índices; el grado de peligro y el grado de riesgo por ciclones tropicales. Según la información consultada, el proyecto se ubica en una zona clasificada como de peligro Muy bajo. Este índice se refiere a la probabilidad de que ocurra un ciclón tropical con determinada intensidad (Figura IV.13).

En la Figura IV.14., se presenta el grado de riesgo por presencia ciclones tropicales, ubicando el proyecto en una zona de riesgo Muy Bajo, como se ha mencionado anteriormente el riesgo es la probabilidad de sufrir daños y pérdidas de vidas y bienes expuestos frente a un peligro dado.



Figura IV. 13 Grado de peligro por ciclones tropicales en el Polígono 1 (CENAPRED, 2020).

5 <https://www.gob.mx/cenapred>



Figura IV. 14 Grado de peligro por ciclones tropicales en el Polígono 2 (CENAPRED, 2020).



Figura IV. 15 Grado de riesgo por ciclones tropicales en el Polígono 1 (CENAPRED, 2020).



Figura IV. 16 Grado de riesgo por ciclones tropicales en el Polígono 2 (CENAPRED, 2020).

#### - Vulnerabilidad por inundación

Según el CENAPRED las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo con el tiempo de duración de la inundación, éstas pueden ser lentas o rápidas, y con base en el mecanismo que las genere, pueden ser pluviales (por exceso de lluvia), fluviales (por desbordamiento de ríos), por marea de tormenta (producida por ciclones tropicales en las costas) o por falla o mala operación de obras hidráulicas.

También define que existe una inundación cuando el agua ocupa temporalmente una zona del terreno con un espesor mayor a 25 cm, se hace más perjudicial cuanto más tiempo se mantiene sobre un lugar y el espesor de agua es más grande. El peligro se refiere a la probabilidad de que haya pérdida de vidas humanas o de que afecte negativamente a cierta clase de bienes materiales en una región por la inundaciones de zonas de baja altitud geográfica y la Vulnerabilidad señala la proporción en que puede dañarse cierto elemento de riesgo cuando ocurre la inundación, esto depende de las características hidráulicas de la inundación (velocidad de las corrientes, arrastre de sedimentos, escombros, profundidad del agua de la inundación).

El predio donde se ubica el Proyecto se encuentra en una zona con vulnerabilidad por inundación de media, tal y como se muestra en la Figura IV.17 y IV.18. La clasificación del grado de vulnerabilidad por inundación está dada con base en el índice de inundación, el cual está definido como el cociente entre acumulación de escurrimiento y la tangente de la pendiente, en el caso del proyecto y el Sistema Ambiental las pendientes no son tan pronunciadas en la región. También se presenta en la

Figura IV.19., el índice de peligro por inundación, para el caso del Proyecto, se ubica en un índice muy bajo.

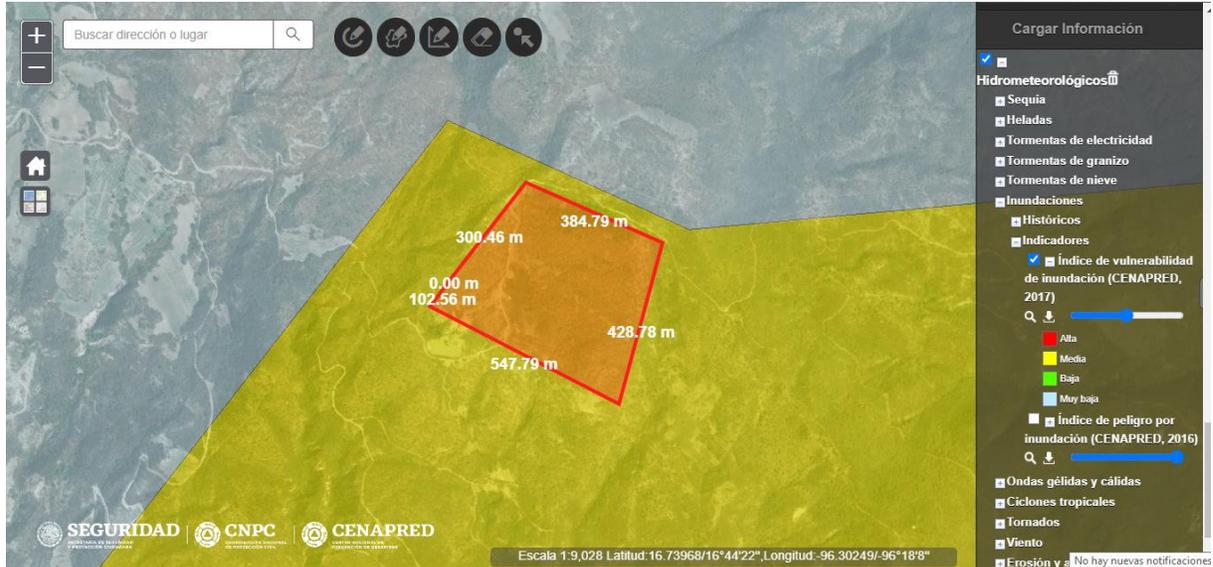


Figura IV. 17 Índice de vulnerabilidad por inundaciones en el polígono 1.



Figura IV. 18 Índice de vulnerabilidad por inundaciones en el Polígono 2.



Figura IV. 19 Índice de peligro por inundación en el polígono 1.



Figura IV. 20 Índice de peligro por inundación en el polígono 2.

### Inestabilidad de laderas.

Según el CENAPRED:

El polígono 1 se presenta susceptibilidad por inestabilidad de ladera de Muy baja, Media y Alto.

El polígono 2 se presenta susceptibilidad por inestabilidad de ladera de Media y Alto.



Figura IV. 21 Susceptibilidad por inestabilidad de Laderas en el Polígono 1.

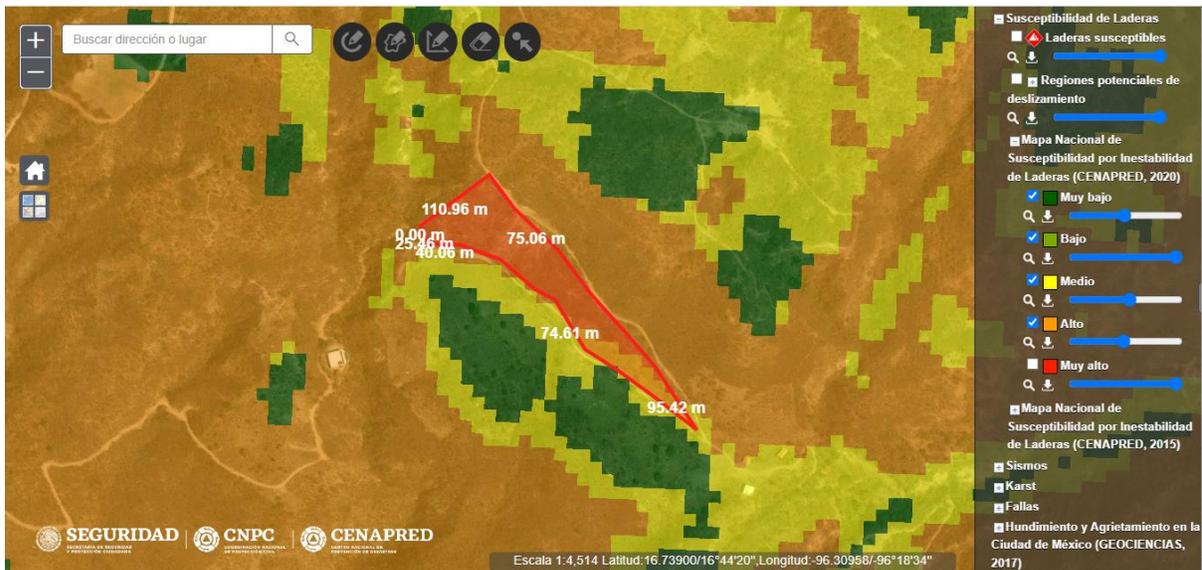


Figura IV. 22 Susceptibilidad por inestabilidad de Laderas en el Polígono 2.

- **Edafología.**

En el SA se localiza una zona edáfica bien definidas como producto del intemperismo provocado por los factores climáticos, el tipo de roca de origen, la fauna microbiana, la descomposición de la materia orgánica y de igual forma, por la acción directa del hombre. Según la Carta Edafológica de INEGI, el tipo de suelo que se encuentra en el 100% de la microcuenca es:

Cuadro IV. 3. Unidades Edafológicas en la Microcuenca.

| ID | CLAVE       | NOM_SUE1 | NOM_SUB1 | CLA_TEX | FAS_FISCA       | AREA_METER |
|----|-------------|----------|----------|---------|-----------------|------------|
| 1  | Lc+I/3/LP   | Luvisol  | crómico  | Fina    | Lítica Profunda | 588.44     |
| 2  | Je/1/P      | Fluvisol | eútrico  | Gruesa  | Pedregosa       | 312.87     |
| 3  | Re+Hh+I/3/L | Regosol  | eútrico  | Fina    | Lítica          | 4,258.96   |

*Luvisol.* Los Luvisoles (del latín *luere*, lavar) son suelos que se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Son muy comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con marcada estacionalidad de lluvia y sequía. Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado, sobre todo para la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar. Los Luvisoles se extienden por alrededor de 500 a 600 millones de hectáreas en el mundo y en México en 17.3 millones, siendo la Sierra Madre Occidental, Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán, algunas de sus zonas de distribución. (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo con un horizonte 24% árgico de color pardo a rojo, subsuperficial, con un alto contenido de arcilla, una textura franco-arenosa o muy fina y un grado de saturación del 50%; carece de propiedades gleicas (alta saturación con agua) en los 100 cm superficiales. La textura puede ser fina y la fase lítica profunda hace referencia a una capa dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundante que impiden la penetración de las raíces.

*Fluvisol.* Suelos profundos, formados a partir de aluviones recientes que han sido depositados por los ríos más caudalosos del país. Están débilmente desarrollados o no tienen desarrollo, son pobres en materia orgánica y la mayor parte de ellos presenta nivel freático a un poco más de 50 cm de profundidad. El subtipo eútrico también presenta el horizonte A ótrico, pero no el horizonte C gléyico; sin embargo, su característica diferenciadora es su contenido moderado a alto de nutrientes dentro de los 100 cm superficiales. Se localiza entre los lamerías de la provincia Llanura. Su fertilidad al uso agrícola es moderada, baja susceptibilidad a la erosión, y prácticamente no presenta limitantes para su uso y manejo. En el valle intermontano sustenta pastizal cultivado, su fertilidad es moderada y con susceptibilidad moderada a la erosión. Las limitantes para su uso y manejo es la textura gruesa que provoca una permeabilidad excesiva en todo el espesor del suelo. La textura puede ser gruesa

con una fase pedregosa, que hace referencia a presencia de piedras con 7.5 cm o más de diámetro en la superficie del terreno o dentro de los 30 cm de profundidad.

**Regosoles.** Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. En general son claros y pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, profundos, sin desarrollo, formados principalmente por depósitos recientes de origen marino, los cuales constituyen a las playas, barras y dunas de la zona litoral y, además, se encuentran en lomeríos de la porción oriental. El subtipo éutrico está constituido en todo su espesor por capas u horizontes de textura gruesa, por lo cual su drenaje interno es muy drenado; tiene alto contenido de nutrientes y pH ligeramente ácido (6.5) a neutro (7.0). La textura puede ser fina con una fase lítica.

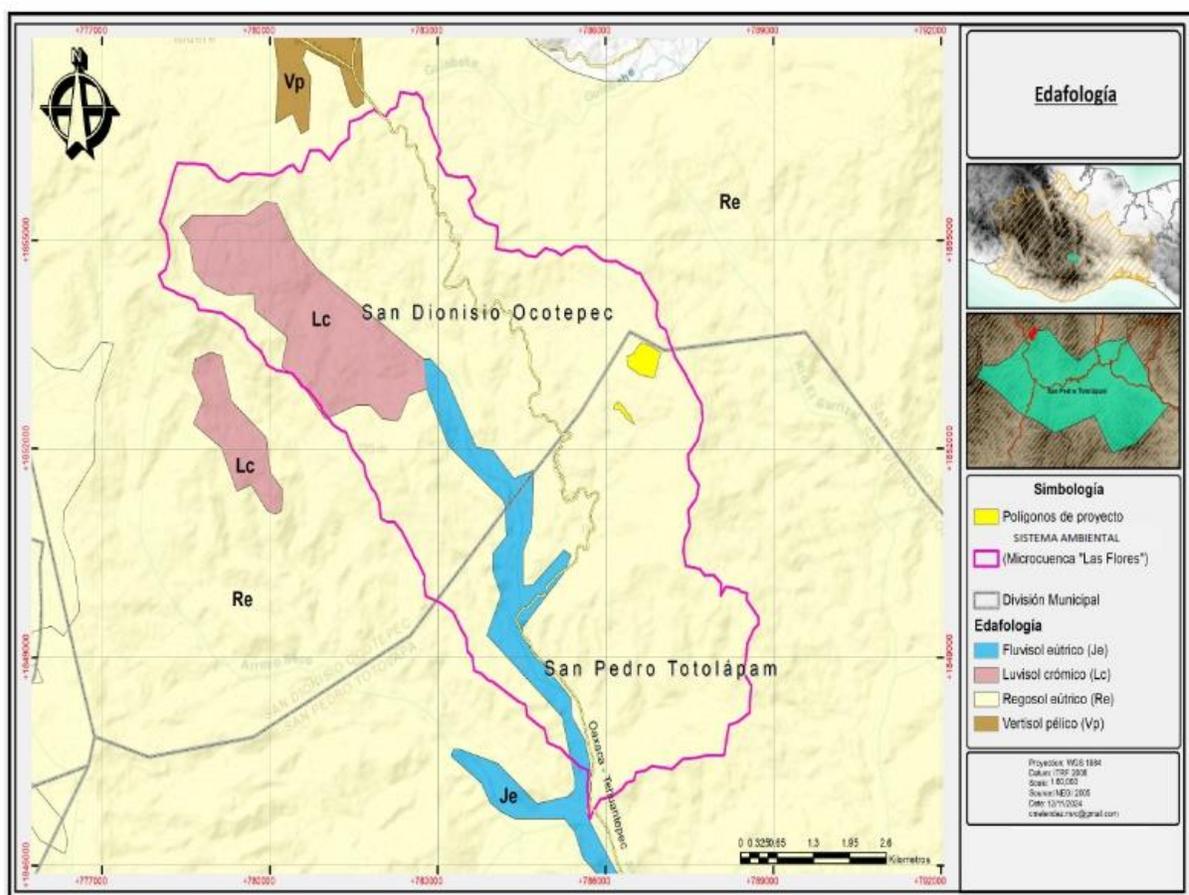


Figura IV. 23 Edafología dentro del Sistema Ambiental.

## **Área del proyecto**

En el área del proyecto se presenta suelo conformado por Regosoles. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. En general son claros y pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, profundos, sin desarrollo, formados principalmente por depósitos recientes de origen marino, los cuales constituyen a las playas, barras y dunas de la zona litoral y, además, se encuentran en lomeríos de la porción oriental. El subtipo éutrico está constituido en todo su espesor por capas u horizontes de textura gruesa, por lo cual su drenaje interno es muy drenado; tiene alto contenido de nutrientes y pH ligeramente ácido (6.5) a neutro (7.0). La textura puede ser fina con una fase lítica.

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de Oaxaca dominan las topoformas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles). La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles. En el área existe un suelo de tipo dominante y dos tipos de suelo secundarios, su clasificación edafológica es la siguiente:

- Suelo primario I (Litosol).
- Suelo secundario Re (Regosol Éutrico)
- Suelo secundario Hh (Feozem Háptico)
- Textura: 2 (Media).

## **Litosoles**

Son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Ocupan 20.04% de la superficie estatal, principalmente en topoformas de sierras de la porción noroeste y suroeste del estado. Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro, y los contenidos de materia orgánica van de moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.17.4). El complejo de intercambio se encuentra saturado con cantidades muy bajas de sodio (0.1

meq/100 g), bajas de potasio (0.2-0.4 meq/100 g), moderadas a muy altas de calcio (5.6-30.0 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.5-2.8 meq/100 g).

#### **PERFIL REPRESENTATIVO PARA: LITOSOL**

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur Subprovincia: Mixteca Alta Sistema de topofomas: Lomerío con cañadas

- Horizonte A1

Profundidad 0-9 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.



Figura IV. 24 *Suelo Litosol, presente en el área*

## **Regosoles**

Estos suelos ocupan el primer lugar de dominancia con 33.09% de la superficie estatal. Se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspensión. Son de origen residual formados a partir de rocas de muy diversa naturaleza: ígneas intrusivas ácidas, metamórficas, volcanoclásticas y sedimentarias, como también de origen aluvial a partir de sedimentos recientes; todos estos materiales conforman topoformas de sierras, lomeríos, mesetas y valles, en los que predominan muy diversos climas desde cálidos húmedos, pasando por los templados, hasta climas secos. Se distribuyen en gran parte de la porción occidental y en áreas serranas colindantes con el estado de Chiapas. De estos suelos, 93.01% están limitados por fase lítica, 0.48% por fase gravosa y 0.30% por fase pedregosa; los que tienen limitantes químicas (fase salina y fase sódica) comprenden 1.58%, mientras que los profundos sin ninguna limitante comprenden 4.64%. En la entidad se encuentran tres tipos de regosoles: éutricos, calcáricos y dístricos.

**Los regosoles éutricos.** - comprenden el 91.78% de los regosoles. Presentan las características mencionadas con anterioridad y, además, saturación de bases de moderada a muy alta, por lo que son suelos con fertilidad moderada a alta. De estos suelos 93.46% están limitados por fase lítica, 0.57% por fases gravosa y pedregosa, 1.72% por fases salina y/o sódica y sólo 4.25% son profundos sin ninguna limitante. Las texturas varían desde arena hasta migajón arcillo-arenoso. Los colores son pardos, a veces con tonos amarillentos o grisáceos, o con color gris o amarillo. La variación en el pH va de moderada a ligeramente ácido. Los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial en general son muy pobres, aunque se llegan a encontrar contenidos extremadamente ricos. La capacidad de intercambio catiónico fluctúa de baja a moderada y la saturación de bases de moderada a muy alta. Las cantidades de sodio intercambiable varían de bajas a muy bajas, las de potasio bajas a muy bajas, las de calcio y de magnesio de muy bajas a moderadas.

### **PERFIL REPRESENTATIVO PARA: REGOSOL ÉUTRICO EN FASE LÍTICA**

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur Subprovincia: Cordillera Costera del Sur

Sistema de topoformas: Sierra alta compleja

- Horizonte A1

Profundidad 0-14 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Estructura de forma migajosa de tamaño muy fino y desarrollo débil. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.

- Horizonte C1

Profundidad 14-33 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado.

**Feozem.-** Estos suelos se caracterizan por la presencia del horizonte A mólico, el cual cuando está seco no es masivo ni duro, es de color oscuro, con saturación de bases mayor de 50% y contenido de materia orgánica mayor de 1% en todo su espesor, que es mayor de 10 cm. Ocupan 4.56% de la superficie estatal y casi tres cuartas partes están limitadas por fases: 51.14% por fase lítica, 14.48% por fase pedregosa, 8.85% por fase gravosa y 25.52% de los suelos son profundos sin limitantes. Su origen es residual a partir de rocas sedimentarias e ígneas, que conforman sierras, llanuras, lomeríos y algunos valles, o de origen aluvial sobre sedimentos que conforman llanuras y valles. En la entidad se encuentran tres tipos de feozems: háplicos, lúvicos y calcáricos.

Los feozems háplicos presentan únicamente las características de la unidad y constituyen el 53.49% de los feozems. Casi las tres cuartas partes presentan limitaciones: 34.14% tienen fase lítica, 24.61% con fase pedregosa y 16.54% con fase gravosa, mientras que los suelos profundos sin limitantes comprenden 24.71%. Las variaciones texturales son muy amplias, desde arena hasta arcilla, pero con predominio de los migajones arenosos. Los colores en el horizonte superficial son pardo grisáceo, gris o a veces negro, y a mayor profundidad pardos con tonos amarillentos o rojizos. El pH fluctúa de fuertemente ácido a muy ligeramente alcalino, tanto en el horizonte A como en el horizonte B. Los porcentajes de materia orgánica están entre moderadamente pobres y extremadamente ricos (1.3-4.7). Como existe una amplia variación en las texturas, esto se refleja en la capacidad de intercambio catiónico que va de baja a muy alta (1.5-37.5 meq/100 g), la saturación de bases de moderada a muy alta (53.5-100%). El sodio intercambiable está en cantidades entre muy bajas y bajas (0.02-0.1 meq/100 g), el potasio de muy bajas a moderadas (0.06-0.7 meq/100 g), el calcio y el magnesio de bajas a muy altas. Se localizan en inmediaciones de San Juan Bautista Valle Nacional, sureste de Unión Hidalgo, alrededores de Candelaria Loxicha, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y Tlacolula de Matamoros, entre otras.



Figura IV. 25. Perfil de Feozem en fase lítica, en el que se observa la pedregosidad superficial e interna constituida por fragmentos de roca.

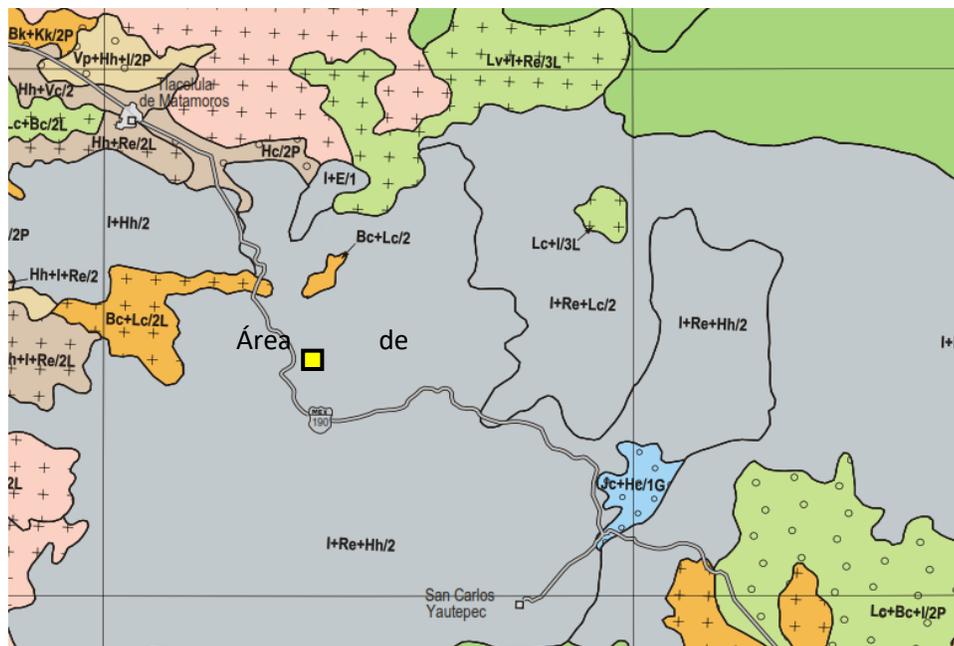


Figura IV. 26.- Suelo predominante en el área de estudio INEGI

Cuadro IV. 4. Estratigrafía

| <b>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>                     |                          |               |   |
|--|--------------------------|---------------|---|
| <b>RANCHO "EL JABALI"</b>                                |                          |               |   |
| <b>OBRA:</b>   | <b>RELLENO SANITARIO</b> |               |   |
| <b>UBICACIÓN: RANCHO "EL JABALI" SAN PEDRO TOTOLAPAM</b> |                          |               |   |
| No ENSAYE  |                          |               | 1 |
| No. DE SONDEO  |                          |               | 1 |
| No. DE MUESTRA   |                          |               | 1 |
| PROF. EN Mts.  | 0.00–.30(DESP)           | 0.30 - 50.00  |   |
| TAMAÑO MAXIMO  | mm                       | 9.6           |   |
| Coordenadas  | X=786514.77              | Y=1853131.483 |   |
| P.E.S. SUELTO Kg/M3                                      | 1106                     |               |   |
| P.E. DEL LUGAR Kg/M3                                     | 1127                     |               |   |
| <b>Composición Granulométrica (%)</b>                    |                          |               |   |
| RETENIDO EN LA MALLA de 75 mm                            |                          | 0             |   |
| PASA MALLA Nº 4 4.75                                     |                          | 87            |   |
| PASA MALLA Nº 40 (0.425mm)                               |                          | 76            |   |
| PASA MALLA Nº 200 (0.075mm)                              |                          | 63            |   |
| <b>ANÁLISIS DE FINOS (%)</b>                             |                          |               |   |
| Equivalente de arena %                                   |                          | 89            |   |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |   |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO %  | 36  |
| INDICE PLÁSTICO %   | 54  |
| CONTRACCION LINEAL %  | 21.2  |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup>   | 1.0   |
| ANGULO DE FRICCION INTERNA  | 23°   |
| CLASIF. DE SUELOS (SUCS)  | <b>(CH) Arcilla de alta compresibilidad</b> |
| La muestra se clasifica como Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas |   |

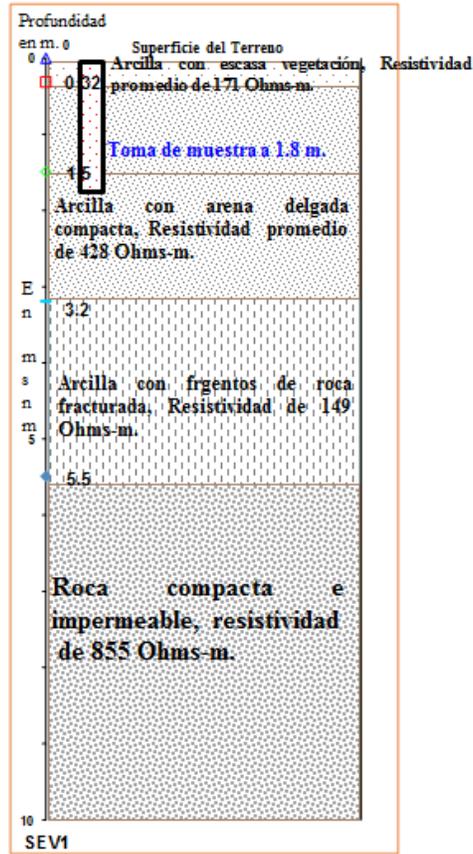


Figura IV. 27.- Columna estratigráfica – Geo eléctrica, Sondeo 1, “Rancho el Jabali”, Oax, de 10 m, de profundidad a 50 m, la roca es compacta.



Figura IV. 28 Muestra de suelo tomado a 1.8 metros de profundidad.



Figura IV. 29 Perfil del Pozo 1



Figura IV. 31.- Geotecnia pozo 1, sondeo eléctrico vertical 1, explorado a 50 metros



Figura IV. 30 Excavación de pozo 1 a cielo abierto muestra obtenida a 1.8 metros

Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.

|           |              |              |
|-----------|--------------|--------------|
| 1 archivo | modelado:    | EJAB1.OUT    |
| El Jabalí | SEV1         |              |
| 23datos   | 6capas       |              |
| ab/2      | r-ap         | r-mod        |
| 0.2       | 254.401304   | 242.730868   |
| 0.3       | 433.11157    | 413.242957   |
| 0.4       | 469.263832   | 447.736766   |
| 0.5       | 347.41417    | 331.47685    |
| 0.65      | 206.782925   | 197.29694    |
| 0.8       | 67.6611486   | 64.5572529   |
| 1         | 30.7940358   | 29.3813865   |
| 1.3       | 16.4248      | 15.6713267   |
| 1.6       | 13.9329052   | 13.2937454   |
| 2         | 18.0238392   | 17.1970114   |
| 2.5       | 29.2685511   | 27.925882    |
| 3.2       | 37.8983656   | 36.1598114   |
| 4         | 32.6618069   | 31.1634752   |
| 5         | 23.8720263   | 22.7769181   |
| 6.5       | 29.6686012   | 28.3075802   |
| 8         | 41.1248608   | 39.2382939   |
| 10        | 65.6124      | 62.6024888   |
| 15        | 173.978363   | 165.997258   |
| 20        | 312.617648   | 298.276588   |
| 25        | 478.855068   | 456.888013   |
| 30        | 702.690157   | 670.454864   |
| 40        | 1156.8551    | 1103.78539   |
| 50        | 1698.09114   | 1620.1927    |
|           | %error r.m.s | 4.58741219   |
| Capa      | Espesor      | Resistividad |
| 1         | 0.1          | 60           |
| 2         | 0.22         | 282          |
| 3         | 1.18         | 45           |
| 4         | 1.7          | 279          |
| 5         | 2.3          | 149          |
| 6         |              | 855          |

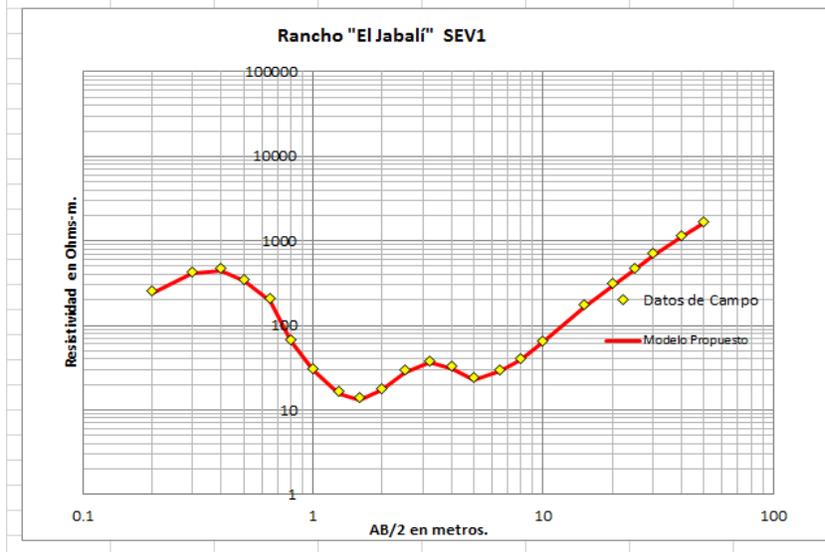


Figura IV. 32 - Resultados del Sondeo Eléctrico Vertical 1

Cuadro IV. 5.. Resultados del Estudio de Mecánica de suelos.

| <b>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>                     |                |              |   |
|--|----------------|--------------|---|
| <b>RANCHO "EL JABALI"</b>                                |                |              |   |
| <b>RELLENO SANITARIO</b>                                 |                |              |   |
| <b>UBICACIÓN: RANCHO "EL JABALI" SAN PEDRO TOTOLAPAM</b> |                |              |   |
| No ENSAYE  |                |              | 1 |
| No. DE SONDEO  |                |              | 2 |
| No. DE MUESTRA   |                |              | 2 |
| PROF. EN Mts.  | 0.00-.30(DESP) | 0.35 - 50.00 |   |
| TAMAÑO MAXIMO  | mm             | 9.6          |   |
| Coordenadas  | X=786372.30    | Y=1852419.60 |   |
| P.E.S. SUELTO Kg/M3                                      | 1498           |              |   |
| P.E. DEL LUGAR Kg/M3                                     | 1502           |              |   |
| <b>Composición Granulométrica (%)</b>                    |                |              |   |
| RETENIDO EN LA MALLA de 75 mm                            |                | 0            |   |
| PASA MALLA Nº 4 4.75                                     |                | 96           |   |
| PASA MALLA Nº 40 (0.425mm)                               |                | 54           |   |
| PASA MALLA Nº 200 (0.075mm)                              |                | 17           |   |
| <b>ANÁLISIS DE FINOS (%)</b>                             |                |              |   |
| EQUIVALENTE DE ARENA %                                   |                | 31           |   |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

|                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| LIMITE LIQUIDO %                      | 22                       |
| INDICE PLÁSTICO %                     | 54                       |
| CONTRACCION LINEAL %                  | 2.3                      |
| COHESION Kg/cm <sup>2</sup>           | 0.2                      |
| ANGULO DE FRICCION INTERNA            | 25º                      |
| CLASIF. DE SUELOS (SUCS)              | <b>(SM) Arena limosa</b> |
| Arena limosa, mezcla de arena y limo. |                          |

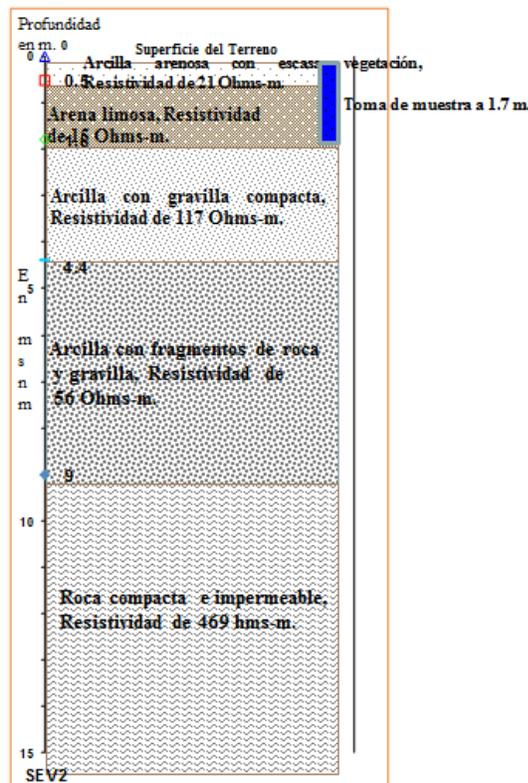


Figura IV. 33.- Columna estratigráfica – Geo eléctrica, Sondeo 2, “Rancho el Jabali”, Oax, de 15 m, de profundidad a 50 m, la roca es compacta.



Figura IV. 34.- Muestra de suelo tomada a 1.7 metros



Figura IV. 35.- Perfil del pozo 2



Figura IV. 36 .- Geotecnia pozo 2, sondeo eléctrico vertical 2, explorado a 50 metros.



Figura IV. 37 .- Excavación de pozo 2 a cielo abierto, muestra obtenida a 1.7 metros

|           |              |              |
|-----------|--------------|--------------|
| 1 archivo | modelado:    | EJAB2.OUT    |
| El Jabalí | SEV2         |              |
| 23datos   | 5capas       |              |
| ab/2      | r-ap         | r-mod        |
| 0.2       | 29.4157303   | 28.6682704   |
| 0.3       | 46.8067431   | 45.6173738   |
| 0.4       | 62.14825     | 60.5690498   |
| 0.5       | 79.5908194   | 77.5683998   |
| 0.65      | 85.8193171   | 83.63863     |
| 0.8       | 75.1039022   | 73.1954961   |
| 1         | 47.8478959   | 46.6320707   |
| 1.3       | 32.143719    | 31.3269403   |
| 1.6       | 32.9521829   | 32.114861    |
| 2         | 34.8209906   | 33.9361819   |
| 2.5       | 55.8424439   | 54.4234756   |
| 3.2       | 106.10069    | 103.404649   |
| 4         | 134.910243   | 131.482145   |
| 5         | 160.664201   | 156.58169    |
| 6.5       | 127.7888     | 124.54166    |
| 8         | 104.168136   | 101.521201   |
| 10        | 123.404731   | 120.26899    |
| 15        | 247.283221   | 240.999702   |
| 20        | 429.341467   | 418.431809   |
| 25        | 691.35913    | 673.791548   |
| 30        | 950.321181   | 926.173318   |
| 40        | 1697.68301   | 1654.54452   |
| 50        | 2853.12842   | 2780.62982   |
|           | %error r.m.s | 2.54102129   |
| Capa      | Espesor      | Resistividad |
| 1         | 0.1          | 10           |
| 2         | 0.4          | 33           |
| 3         | 1.3          | 15           |
| 4         | 2.6          | 117          |
| 5         | 4.6          | 56           |
| 6         |              | 469          |

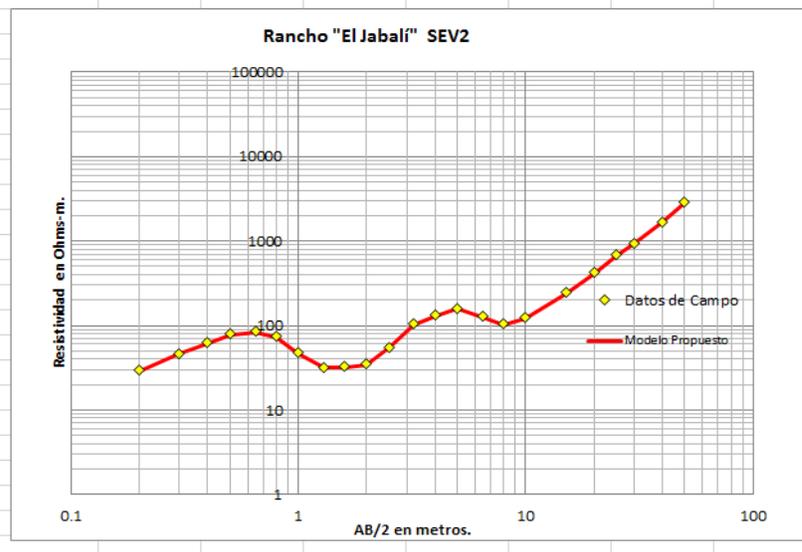


Figura IV. 38 - Resultados del Sondeo Eléctrico Vertical 1

### -Degradación del suelo

En el año 2001 – 2002, la Dirección General Forestal y de Suelos; así como el Colegio de Postgraduados, realizaron un mapa de Degradación del suelo causada por el hombre, a una escala 1:250,000. En él se plasma la ubicación de los tipos de erosión como son eólica, déficit de humedad e hídrica causada por factores de inundación, sedimentación, escurrimiento, entre otros. Los tipos de degradación química por salinización, contaminación, eutricación, pérdida de nutrientes, la degradación física que distingue la compactación de la estructura del suelo, el encostramiento y sellamiento; hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva. Esto permite ubicar los principales procesos de degradación del suelo en base a la reducción de la productividad de los terrenos.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003)<sup>6</sup>, a través del Inventario Nacional de Suelos, realizó la actualización de la evaluación de la degradación del suelo, causada por el hombre a nivel nacional. Los principales resultados muestran un 45% del territorio en proceso de degradación (89 millones de hectáreas), entre los que se muestran los procesos de degradación química en 18% (36 millones de hectáreas), erosión hídrica en 12% (24 millones de hectáreas), la erosión eólica en 9% (18 millones de hectáreas) y la degradación física en 6% (12 millones de hectáreas). Definiendo brevemente cada una de ellas a continuación.

Erosión hídrica: con pérdida de suelo superficial, se presenta en grado ligero y la principal causa es la deforestación y remoción de la vegetación.

Degradación química: por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, se presenta en grado ligero y las principales causas son la práctica de actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación.

En este sentido y de acuerdo con el mapa de degradación del suelo, se presentan los siguientes tipos de degradación dentro del Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 6 Tipos de degradación en el Sistema Ambiental.

| ID | Tipo  | Área (ha) |
|----|---|-----------|
| 1  | Degradación hídrica con pérdida de suelo superficial. | 3,155.83  |
| 2  | Sin Degradación                                       | 2,004.44  |

<sup>6</sup> [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen14/03\\_suelos/3\\_2.html](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html)

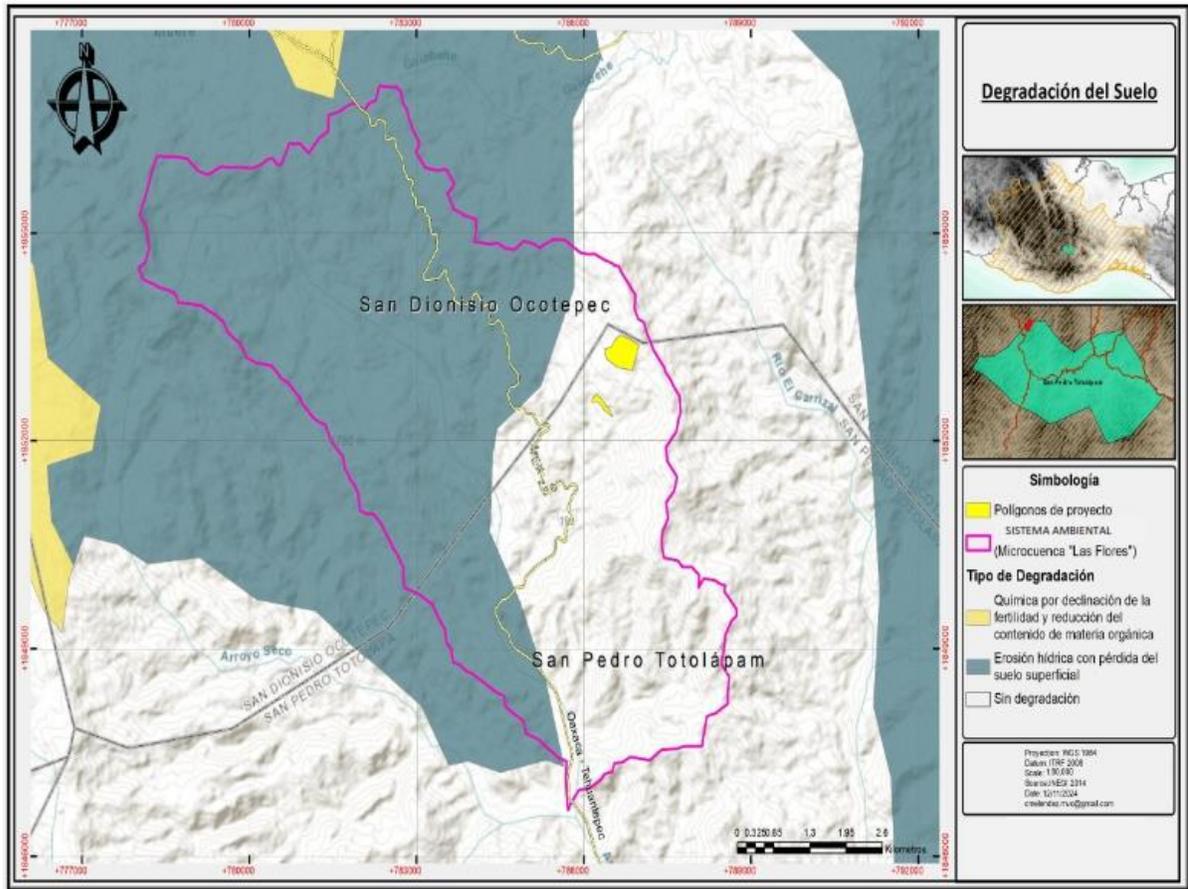


Figura IV. 39 Degradación de suelo, dentro del Sistema Ambiental.

Anexo 15.9. Mapa de degradación.

### Erosión eólica e hídrica en el área del Proyecto

A continuación, se presenta el cálculo de la erosión y/o retención del suelo en el Proyecto en las condiciones actuales del predio

### Metodología para estimar la pérdida de suelo (erosión)

Para determinar la cantidad de material que se está removiendo en un espacio y tiempo determinado (ton/ha/año), se utilizó el Índice de Erosión de Suelos contemplado en el Manual de Ordenamiento Ecológico (SEDUE, 1988). En la determinación del índice de erosión hídrica se consideró el uso del

suelo, la cubierta vegetal, características del suelo como textura, unidad o subunidad, precipitación, pendiente del terreno, uso del suelo, y topografía, contemplados en el Manual antes mencionado.

El Manual de Ordenamiento de la SEDUE maneja la siguiente expresión para la estimación de la pérdida de suelo:

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Dónde:

PECRE: Periodo de crecimiento

IALLU: Índice de agresividad de la lluvia

CAERO: Coeficiente de erodabilidad

CATEX: Calificación de textura y fase

CATOP: Calificación de la topografía

CAUSO: Calificación por uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo con las características de cada variable. A continuación, se presenta el procedimiento:

Cuadro IV. 7. Información Polígonos CUS

| CONCEPTO                   | Polígono 1 (20.33 ha)  | Polígono 2 (2.31 ha)   |
|----------------------------|--|--|
| Datos del sitio            | De 1679 a 1750 msnm  | De 1550 a 1570 msnm  |
| Uso actual:                | Vegetación secundaria<br>arborescente de bosque de encino<br>D | Vegetación secundaria<br>arborescente de Selva baja<br>caducifolia |
| Suelo Unidad:              | Regosol éútrico  | Regosol éútrico  |
| Pendiente:                 | 15.43 %  | 29.85 %  |
| Precipitación media anual: | 468.2  | 468.2  |

Cuadro IV. 8. Cálculo de pendiente Polígonos CUS

| CONCEPTO                  | POLIGONO 1 | POLIGONO 2 |
|---------------------------|------------|------------|
|                           | VALORES    | VALORES    |
| MSNM Máxima               | 1750       | 1570       |
| MSNM Mínima               | 1679       | 1550       |
| DISTANCIA                 | 460        | 67         |
| MSNM Máxima - MSNM Mínima | 71         | 20         |
| PENDIENTE                 | 15.43%     | 29.85%     |

**CALCULO PARA EL POLIGONO 1 DE 20.33 HECTAREAS VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO.**

#### **PECRE**

El periodo de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.119$$

Dónde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable se tomó el valor de precipitación media anual de 468.2 mm, reportada y publicada por el Servicio Meteorológico Nacional, de la estación 20170 Totolápam; ubicado en el Municipio de San Pedro Totolápam, para el periodo 1991-2020.

Al sustituir el valor se obtiene el valor de PECRE:

$$PECRE = 71.49$$

Una vez obtenido PECRE, se calcula el índice de agresividad de la lluvia (IALLU) e índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante las siguientes fórmulas.

$$\text{IALLU} = 1.1244 (71.49) - 14.7875 = 65.59$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.766 (71.4689) = 106.0700$$

Como regla de decisión se tiene que, si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es susceptible a la erosión laminar hídrica, y si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es susceptible a la erosión laminar eólica.

### CAERO

Calificativo por erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse, se recurre al cuadro de unidades de suelo del manual y con base en la carta temática de Edafología (INEGI), en el área se identifica Regosol éutrico, por lo que:

$$\text{CAERO} = 1.0$$

Cuadro IV. 9. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0.5   | Af                | An | Bf | Bh | Cg | Ch | Ck | Cl |
|       | E                 | Fa | Fh | Fo | Fp | Fr | Fx | Gc |
|       | Gh                | Gm | Hc | Hg | Hh | HI | Jc | Lf |
|       | Nd                | Nc | Nh | Od | Oe | Ox | Qa | Qc |
|       | Qf                | Ql | Rc | Th | Tm | U  | Zm |    |
| 1     | Ag                | Ac | Bc | Bd | Be | Bg | Bk | Gd |
|       | Ge                | Gp | Jd | Je | Kh | Kk | HI | Lc |
|       | Lg                | Lk | Lo | Ma | Hg | Ph | Pl | Rd |
|       | Re                | Sm | To | Tv | Wh | Wm | Zg | Zo |
| 2     | Ao                | Ap | Bv | Bx | Dd | De | Dg | Gx |

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|       | I                 | Jt | La | Lp | Lv | Pf | Pg | Po |
|       | Pp                | Rx | Sg | Vc | Vp | Wd | We | Ws |
|       | Wx                | Xh | Xk | Xl | Xy | Yh | Yk | Yl |
|       | Xy                | Yt | Zt |    |    |    |    |    |

### CATEX

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo a la escala de valores presentados en el siguiente cuadro. El valor para esta variable en el área del predio es de Textura Fina, por lo que:

$$\text{CATEX} = 0.1$$

Cuadro IV. 10 Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

| CATEX | Textura y fase           |
|-------|--------------------------|
| 0.2   | 1 (Gruesa)               |
| 0.3   | 2 (Media)                |
| 0.1   | 3 (Fina)                 |
| 0.5   | Fase Pedregosa o Gravosa |

### CATOP

El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) conforme a lo presentado en el siguiente cuadro, considerando que la pendiente en el Predio es de 15.43%, el valor que le corresponde a la variable es de **3.50**.

Cuadro IV. 11 Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

| CATOP | Clase de pendiente | Rango  | Topoforma |
|-------|--------------------|--------|-----------|
| 0.35  | A                  | 0 - 8% | Valle     |

| CATOP | Clase de pendiente | Rango         | Topografía                          |
|-------|--------------------|---------------|-------------------------------------|
|       |                    |               | Llanura                             |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 m       |
| 3.50  | B                  | 8 - 30%       | Lomeríos                            |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 a 750 m |
| 11.0  | C                  | Mayor del 30% | Sierra                              |
|       |                    |               | Bajada                              |
|       |                    |               | Meseta con variación mayor de 750 m |

#### CAUSO

Esta variable queda determinada a partir del uso del suelo y vegetación en el predio.

Cuadro IV. 12 Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |
| Bosque de pino – encino  | 0.10  |

| Uso del suelo y vegetación  | CAUSO |
|---|-------|
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria                      | 0.11  |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical | 0.11  |
| Cuerpo de agua  | 0.00  |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos                     | 0.15  |
| Matorral desértico corosetófilo   | 0.15  |
| Mezquital   | 0.15  |
| Vegetación secundaria arbustiva y herbácea  | 0.13  |
| Pastizal halófilo   | 0.12  |
| Pastizal inducido y agroforestería  | 0.12  |
| Pastizal natural y sabana   | 0.12  |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería             | 0.40  |
| Vegetación de galería   | 0.10  |
| Vegetación halófila   | 0.12  |

Considerando que en el predio 1 es Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, se determinó un valor de:

$$\text{CAUSO} = 0.11$$

El resultado de la erosión eólica e hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

$$E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Con base en los resultados que se obtengan, se pueden agrupar en 4 categorías la erosión hídrica, propuestas por FAO/UNESCO tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 13 Valoraciones para la erosión hídrica

| Categoría | Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año) |
|-----------|--|
| Ligera    | Menor de 12                              |
| Moderada  | 12 - 50                                  |
| Alta      | 50 – 200                                 |
| Muy alta  | Mayor de 200                             |

Al igual que en la erosión hídrica, según sus valores de erosión eólica, se clasifica con la siguiente escala ordinal:

Cuadro IV. 14 Valoraciones para la erosión eólica

| Grado de erosión | Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año) |
|------------------|--|
| Sin erosión      | Menor de 12                              |
| Ligera           | 12 a <50                                 |
| Moderada         | 50 a <100                                |
| Alta             | 100 a <200                               |
| Muy alta         | >= 200                                   |

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IALLU es mayor de 50, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar hídrica, y si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica. A partir de lo anterior, también es posible determinar si en el área de estudio se presentan los dos tipos de erosión, o bien sin influencia erosiva.

#### Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte.

Cuadro IV. 15 Parámetros para el cálculo de erosión sin el Proyecto

| Escenario 1  |
|--------------|
| PECRE= 71.49 |

$$IALLU = 1.1244 (71.49) - 14.7875$$

$$IALUU = 65.59$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.766 (71.49)$$

$$IAVIE = 106.07$$

$$CAERO = 1.0$$

$$CATEX = 0.1$$

$$CATOP = 3.5$$

$$CAUSO = 0.11$$

$$E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

$$E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.11$$

$$E_H = 2.525$$

$$E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.11$$

$$E_{EO} = 1.167$$

$$E_T = E_H + E_{EO}$$

$$E_T = 2.525 + 1.167$$

$$E_T = 3.69$$

Tenemos como resultado en el Polígono 1 que:

- Erosión hídrica antes de realizar el desmonte: **2.525 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), sería de 51.34 toneladas por año, catalogada como ALTA.
- Erosión eólica antes de realizar el desmonte: **1.167 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), sería de 23.72 ton por año, catalogada como LIGERA.

- La estimación total considera en el predio es de **3.69 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.33 ha (203,324.34 m<sup>2</sup>), será de 75.06 ton por año, catalogada en el cuadro como ALTA.

**CALCULO PARA EL POLIGONO 2.31 HECTAREAS VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA.**

**PECRE= 71.49**

**IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875= 65.59**

**IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.4689) = 106.0700**

**CAERO: 1.00**

Cuadro IV. 16. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0.5   | Af                | An | Bf | Bh | Cg | Ch | Ck | Cl |
|       | E                 | Fa | Fh | Fo | Fp | Fr | Fx | Gc |
|       | Gh                | Gm | Hc | Hg | Hh | HI | Jc | Lf |
|       | Nd                | Nc | Nh | Od | Oe | Ox | Qa | Qc |
|       | Qf                | Ql | Rc | Th | Tm | U  | Zm |    |
| 1     | Ag                | Ac | Bc | Bd | Be | Bg | Bk | Gd |
|       | Ge                | Gp | Jd | Je | Kh | Kk | HI | Lc |
|       | Lg                | Lk | Lo | Ma | Hg | Ph | PI | Rd |
|       | Re                | Sm | To | Tv | Wh | Wm | Zg | Zo |

| CAERO | Unidades de suelo |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 2     | Ao                | Ap | Bv | Bx | Dd | De | Dg | Gx |
|       | I                 | Jt | La | Lp | Lv | Pf | Pg | Po |
|       | Pp                | Rx | Sg | Vc | Vp | Wd | We | Ws |
|       | Wx                | Xh | Xk | Xl | Xy | Yh | Yk | Yl |
|       | Xy                | Yt | Zt |    |    |    |    |    |

**CATEX = 0.1**

Cuadro IV. 17 Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

| CATEX | Textura y fase           |
|-------|--------------------------|
| 0.2   | 1 (Gruesa)               |
| 0.3   | 2 (Media)                |
| 0.1   | 3 (Fina)                 |
| 0.5   | Fase Pedregosa o Gravosa |

**CATOP**

Pendiente en el Predio es de 29.85%, el valor que le corresponde a la variable es de **3.50**.

Cuadro IV. 18 Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

| CATOP | Clase de pendiente | Rango   | Topografía                          |
|-------|--------------------|---------|-------------------------------------|
| 0.35  | A                  | 0 - 8%  | Valle                               |
|       |                    |         | Llanura                             |
|       |                    |         | Meseta con variación de 500 m       |
| 3.50  | B                  | 8 - 30% | Lomeríos                            |
|       |                    |         | Meseta con variación de 500 a 750 m |

| CATOP | Clase de pendiente | Rango         | Topoforma                           |
|-------|--------------------|---------------|-------------------------------------|
| 11.0  | C                  | Mayor del 30% | Sierra                              |
|       |                    |               | Bajada                              |
|       |                    |               | Meseta con variación mayor de 750 m |

### CAUSO

Esta variable queda determinada a partir del uso del suelo y vegetación en el predio.

Cuadro IV. 19 Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |
| Bosque de pino – encino  | 0.10  |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria   | 0.11  |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical  | 0.11  |
| Cuerpo de agua   | 0.00  |

| Uso del suelo y vegetación  | CAUSO       |
|---|-------------|
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos         | 0.15        |
| Matorral desértico corosetófilo   | 0.15        |
| Mezquital   | 0.15        |
| <b>Vegetación secundaria arbustiva y herbácea</b>                       | <b>0.13</b> |
| Pastizal halófilo   | 0.12        |
| Pastizal inducido y agroforestería                                      | 0.12        |
| Pastizal natural y sabana   | 0.12        |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería | 0.40        |
| Vegetación de galería   | 0.10        |
| Vegetación halófila   | 0.12        |

Considerando que en el predio 2 es Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja caducifolia, el valor de:

$$\text{CAUSO} = 0.13$$

**Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte.**

Cuadro IV. 20 Parámetros para el cálculo de erosión sin el Proyecto

| Escenario 1                      |
|----------------------------------|
| PECRE= 71.49                     |
| IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875 |
| <b>IALUU = 65.59</b>             |
| IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.49) |
| <b>IAVIE = 106.07</b>            |

$$\text{CAERO} = 1.0$$

$$\text{CATEX} = 0.1$$

$$\text{CATOP} = 3.5$$

$$\text{CAUSO} = 0.13$$

$$E_H = \text{IALLU} \times \text{CAERO} \times \text{CATEX} \times \text{CATOP} \times \text{CAUSO}$$

$$E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.13$$

$$E_H = 2.984$$

$$E_{EO} = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.13$$

$$E_{EO} = 1.379$$

$$E_T = E_H + E_{EO}$$

$$E_T = 2.984 + 1.3789$$

$$E_T = 4.36$$

Tenemos como resultado en el Polígono 2 que:

- Erosión hídrica antes de realizar el desmonte: **2.984 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), sería de 6.89 toneladas por año, catalogada como LIGERA.
- Erosión eólica antes de realizar el desmonte: **1.379 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), sería de 3.19 ton por año, catalogada como SIN EROSION

- La estimación total considera en el predio es de **4.36 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 2.31 ha (23,052.71 m<sup>2</sup>), será de 10.08 ton por año, catalogada en el cuadro como LIGERA.

Cuadro IV. 21 Comparativo de valores de erosión

| Datos  | Condición actual |            |
|--|------------------|------------|
|  | Polígono 1       | Polígono 2 |
| Superficie rotal del predio (m2)                   | 203,324.34       | 23,052.71  |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha)          | 20.33            | 2.31       |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)                | 2.525            | 2.984      |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)                 | 1.167            | 1.379      |
| Erosión hídrica actual en el área de CUS (ton/año) | 51.34            | 6.89       |
| Erosión eólica actual en el área de CUS (ton/año)  | 23.72            | 3.19       |
| Erosión total                                      | 75.06            | 10.08      |

Anexo 4.1. Base de datos de calculo

- **Hidrología**

El Sistema Ambiental se ubica en la Región Hidrológica número 22, denominada Tehuantepec, que se encuentra ubicada suroriental del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°07'20" y 17°22'28" de latitud norte y entre los meridianos 94°28'30" y 96°39'16" de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 14,015 km<sup>2</sup>. Limita al norte con los acuíferos Tuxtepec y Coatzacoalcos, al este con Ostuta; al oeste con los acuíferos Río Verde-Ejutla y Miahuatlán; al suroeste con Huatulco, al sur con Santiago Astata y Morro Mazatán; al noroeste con Valles Centrales, todos ellos del estado de Oaxaca. Al sureste su límite natural es el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico.

- **Hidrología superficial**

Con base a la información consultada de INEGI, la microcuenca pertenece a la Región Hidrológica 22, donde nace el río Tehuantepec. Ésta se extiende sobre el territorio de dos municipios del Estado de Oaxaca: San Dionisio Ocotepec y San Pedro Totolápam. Se ubica dentro de la Subcuenca hidrológica RH22Bd Río San Antonio, misma que es alimentada por medio de los escurrimientos superficiales intermitentes.

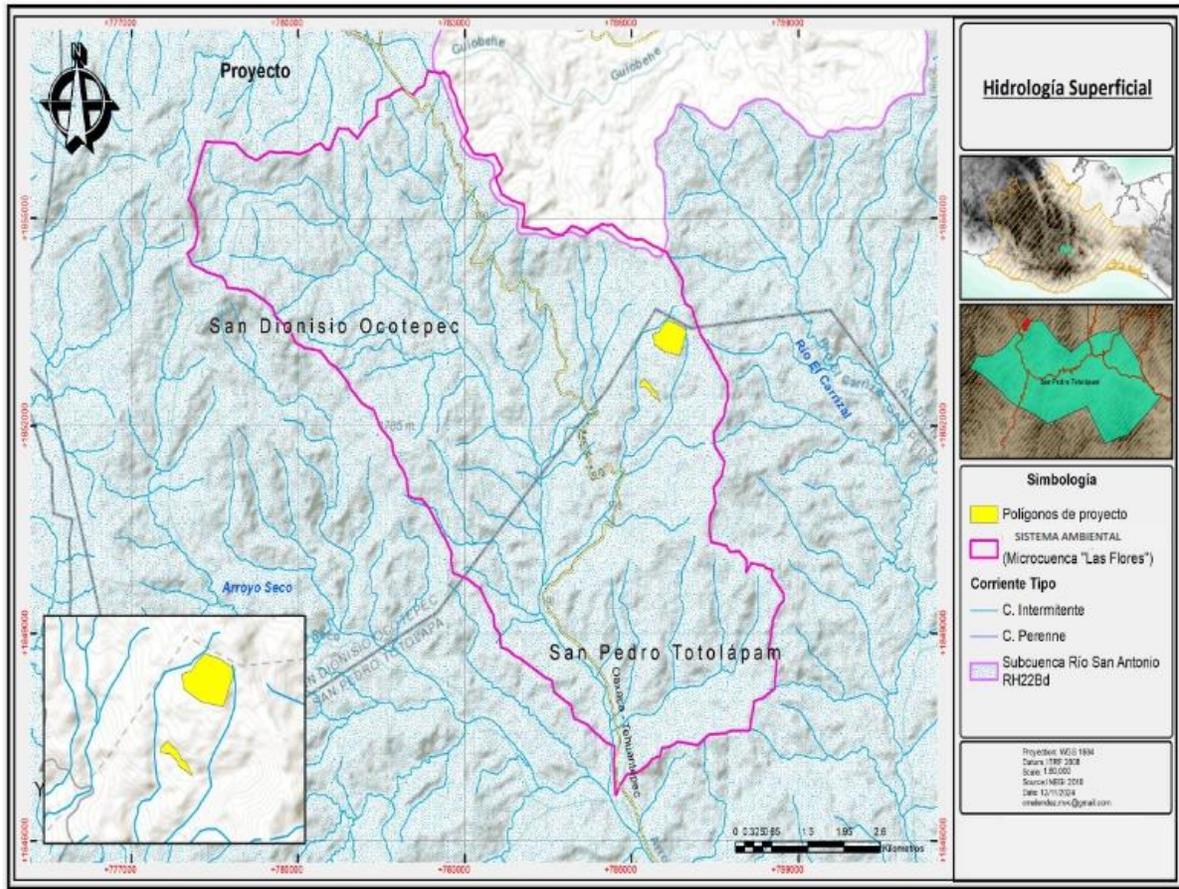


Figura IV. 40 Hidrología superficial dentro del sistema Ambiental.

Anexo 15.10. Mapa hidrología superficial.

### Área del proyecto

#### Determinación de la pendiente media y longitud del cauce principal.

Con ayuda del software ArcGIS y la extensión HEC-GeoHMS se procesó el modelo de elevaciones del INEGI con una resolución de 15 m para obtener la longitud y la pendiente media del cauce.

Cuadro IV. 22 Características generales polígono 1.

| Características              | Dimensiones |
|------------------------------|-------------|
| Área Tributaria              | 20.3324 ha  |
| Longitud del Cauce Principal | 187.1 m     |
| Pendiente Promedio del cause | 0.0906      |

Cuadro IV. 23 Características generales polígono 2.

| Características              | Dimensiones |
|------------------------------|-------------|
| Área Tributaria              | 9.9314 ha   |
| Longitud del Cauce Principal | 266.5 m     |
| Pendiente Promedio del cause | 0.0019      |

#### Coefficiente de escurrimiento de la cuenca

Con los datos recabados durante el reconocimiento de campo, y apoyándonos en las Cartas Edafológicas y cartas de uso del suelo de la CONABIO, además del INSTRUCTIVO DE HIDROLOGÍA PARA DETERMINAR LA AVENIDA MÁXIMA ORDINARIA ASOCIADA A LA DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL, de la CONAGUA, se determinó las características de la superficie que influyen en el escurrimiento, que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 24 Coeficiente de escurrimiento Polígono 1.

| Tipo de Superficie                                      | Area (km <sup>2</sup> ) | Coefficiente de Escurrimiento |
|---|-------------------------|-------------------------------|
| Vegetacion Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino     | 0.1702                  | 0.35                          |
| Vegetacion Secundaria Arborea de Selva Baja Caducifolia | 0.0331                  | 0.35                          |
| <b>Coefficiente Ponderado</b>                           |                         | <b>0.35</b>                   |

Cuadro IV. 25 Coeficiente de escurrimiento Polígono 2.

| Tipo de Superficie                                      | Area (km <sup>2</sup> ) | Coeficiente de Escurrimiento |
|---|-------------------------|------------------------------|
| Vegetacion Secundaria Arborea de Selva Baja Caducifolia | 0.0331                  | 0.35                         |
| Coeficiente Ponderado                                   |                         | 0.35                         |

### Cálculo del gasto máximo instantáneo

El cálculo se hará por medio del Método Racional Americano.

$$Q = 0.0028 \times C \times i \times A$$

Q= Gasto máximo instantáneo, m<sup>3</sup>/s

C= Coeficiente de escurrimiento que depende de textura y uso de suelo (se obtiene de tablas), adimensional.

i= Intensidad de la lluvia para un periodo dado, mm/hora

A=área de la cuenca, hectáreas

### Determinación del tiempo de concentración del Polígono 1

Se utilizará la ecuación de Kirpich.

$$t_c = \frac{0.000325 \times L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$t_c$  = Tiempo de concentración, horas

$L$  = Longitud del cauce principal, metros

$S$  = Pendiente del cauce principal, adimensional

$L = 187.1$  m

$S = 0.906$

$$t_c = 0.046 \text{ horas}$$

#### IV. Determinación del tiempo de concentración del Polígono 2

Se utilizará la ecuación de Kirpich.

$$t_c = \frac{0.000325 \times L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$t_c$  = Tiempo de concentración, horas

$L$  = Longitud del cauce principal, metros

$S$  = Pendiente del cauce principal, adimensional

$L = 266.5 \text{ m}$

$S = 0.0019$

$$t_c = 0.2675 \text{ horas}$$

#### Cálculo de intensidad de la lluvia

- Precipitación máxima en 24 horas

Para la obtención de datos de precipitación máxima, se hizo un análisis del registro histórico de la estación climatológica más cercana, que corresponde a la Estación Climatológica Totolápam, Oaxaca de clave 20170 del Servicio Meteorológico Nacional. Con coordenadas geográficas 96.3075° longitud N, 16.663° latitud W, 942 metros de Altitud con un periodo de 30 años. Los datos faltantes de precipitación se estimaron con el método del inverso cuadrado de la distancia apoyado de las estaciones 20388 Albarradas, 20366 Mitla, 20191 Zoquitlán, 2009 Boquilla Número Uno.

Cuadro IV. 26 Precipitación máxima en 24 horas.

| Año  | PP (mm/día) | Año  | PP (mm/día) |
|------|-------------|------|-------------|
| 1993 | 45          | 2008 | 46          |
| 1994 | 75          | 2009 | 53          |
| 1995 | 36          | 2010 | 53          |
| 1996 | 34          | 2011 | 49          |
| 1997 | 30.5        | 2012 | 38          |
| 1998 | 83          | 2013 | 42          |
| 1999 | 36.1        | 2014 | 45.5        |
| 2000 | 38          | 2015 | 24.8        |
| 2001 | 54          | 2016 | 44.5        |
| 2002 | 53.5        | 2017 | 43          |
| 2003 | 26          | 2018 | 41.5        |
| 2004 | 34          | 2019 | 45.5        |
| 2005 | 38          | 2020 | 67.5        |
| 2006 | 23          | 2021 | 61          |
| 2007 | 52          | 2022 | 60          |

Precipitaciones con periodo de retorno

Con ayuda del programa **Ax** del CENAPRED, que la CONAGUA recomienda usar para este tipo de cálculos, se procesaron los datos y se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro IV. 27. Resultados obtenidos en CENAPRED

| Función      | Momentos     |              | Máxima Verosimilitud |              |
|--------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|
|              | 2 parámetros | 3 parámetros | 2 parámetros         | 3 parámetros |
| Normal       | 3.209        | -----        | 3.209                | -----        |
| Lognormal    | 2.340        | 2.369        | 2.300                | 2.290        |
| Gumbel       | 2.341        | -----        | 1.982                | -----        |
| Exponencial  | 3.631        | -----        | 25.964               | -----        |
| Gamma        | 2.430        | 2.351        | 2.540                | 2.399        |
| Doble Gumbel | 3.253        |              |                      |              |

Mínimo error estándar: 1.982

Calculado por la función: Gumbel (máx. ver.)

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

El programa nos indica que la función que mejor se ajusta es la Gumbel Máxima Verosimilitud con un error estándar de 1.982.

The screenshot shows a software window titled "Errores cuadráticos Archivo: Datos.txt". It contains a table with 5 columns: "i", "Tr", "Dato", "Calculada", and "Error^2". The table lists 22 data points. Below the table, it displays "Parámetros estadísticos de la muestra:" with values for  $\mu = 45.8$ ,  $\sigma = 14.06$ ,  $\gamma = 0.751$ , and  $\kappa = 3.92$ . It also shows "Parámetros de la función:" for a "Gumbel (máx. ver.)" distribution, with a table listing "Parámetro" (Alpha and Beta) and "Valor" (0.087 and 39.197). At the bottom, it states "Error estándar = 1.98".

| i  | Tr    | Dato | Calculada | Error^2 |
|----|-------|------|-----------|---------|
| 1  | 31    | 83   | 78.46     | 20.63   |
| 2  | 15.5  | 75   | 70.3      | 22.07   |
| 3  | 10.33 | 68   | 65.45     | 6.52    |
| 4  | 7.75  | 61   | 61.94     | .88     |
| 5  | 6.2   | 60   | 59.16     | .7      |
| 6  | 5.17  | 54   | 56.85     | 8.12    |
| 7  | 4.43  | 54   | 54.85     | .73     |
| 8  | 3.88  | 53   | 53.09     | .01     |
| 9  | 3.44  | 53   | 51.49     | 2.28    |
| 10 | 3.1   | 52   | 50.03     | 3.88    |
| 11 | 2.82  | 49   | 48.67     | .11     |
| 12 | 2.58  | 46   | 47.4      | 1.97    |
| 13 | 2.38  | 46   | 46.2      | .04     |
| 14 | 2.21  | 46   | 45.05     | .9      |
| 15 | 2.07  | 45   | 43.95     | 1.11    |
| 16 | 1.94  | 44   | 42.88     | 1.26    |
| 17 | 1.82  | 43   | 41.83     | 1.36    |
| 18 | 1.72  | 42   | 40.81     | 1.42    |
| 19 | 1.63  | 42   | 39.8      | 4.85    |
| 20 | 1.55  | 38   | 38.79     | .62     |
| 21 | 1.48  | 38   | 37.78     | .05     |
| 22 | 1.41  | 38   | 36.76     | 1.55    |
| 23 | 1.35  | 36   | 35.71     | .08     |

Parámetros estadísticos de la muestra:  
 $\mu = 45.8$     $\sigma = 14.06$     $\gamma = 0.751$     $\kappa = 3.92$

Parámetros de la función:      Gumbel (máx. ver.)

| Parámetro | Alfa  | Beta   |
|-----------|-------|--------|
| * Valor   | 0.087 | 39.197 |

Error estándar = 1.98

Y finalmente obtenemos los siguientes datos.

Cuadro IV. 28. Resultados precipitación en 24 horas – periodo de retorno.

| <b>Tr<br/>Periodo de<br/>Retorno</b> | <b>Precipitación<br/>en 24 Hr</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 2                                    | 43.50                             |
| 5                                    | 56.40                             |
| 10                                   | 65.00                             |
| 25                                   | 75.90                             |
| 50                                   | 84.00                             |
| 100                                  | 92.00                             |
| 200                                  | 100.00                            |
| 500                                  | 110.60                            |

**Construcción de las curvas altura precipitación – duración – periodo de retorno.  $H_p - D - T_r$ .**

De los valores representativos de la altura de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno, se determina la relación de la altura de precipitación con duración de una hora a la de 24 horas y con periodo de retorno de 2 años. De acuerdo con el trabajo de Baeza Ramírez que regionaliza el factor de convectividad R, mapa el cual se menciona a continuación, además de los datos de precipitación de la estación base se estima que el valor de la relación.

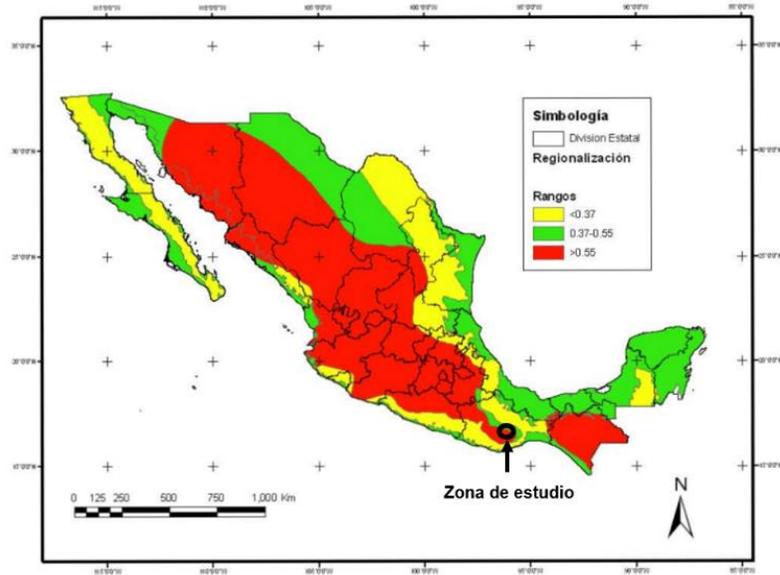


Figura IV. 41. Regionalización del factor de conectividad R.

$$R = \frac{P_1^2}{P_{24}^2} = 0.55$$

Cuadro IV. 29. Resultados obtenidos Precipitación en 1 hora – periodo de retorno

| Tr<br>Periodo de<br>Retorno | Precipitación<br>en 1 Hr |
|-----------------------------|--------------------------|
| 2                           | 23.93                    |
| 5                           | 31.02                    |
| 10                          | 35.75                    |
| 25                          | 41.75                    |
| 50                          | 46.20                    |
| 100                         | 50.60                    |
| 200                         | 55.00                    |
| 500                         | 60.83                    |

Chen (1983) propuso una fórmula general para representar la relación intensidad-duración- periodo de retorno, la cual es la siguiente:

$$P_t^{Tr} = \frac{a P_1^{10} \log(10^{2-f} T r^{f-1})}{60(t + b)^c}$$

Donde:

$$f = \frac{P_1^{100}}{P_1^{10}}$$

$$a = -2.297536 + 100.0389 R - 432.5438 R^2 + 1256.228 R^3 - 1028.902 R^4$$

$$b = -9.845761 + 96.94864 R - 341.4349 R^2 + 756.9172 R^3 - 598.7461 R^4$$

$$c = -0.06498345 + 5.069294 R - 16.08111 R^2 + 29.09596 R^3 - 20.06288 R^4$$

$P_1^{100}$  = precipitación de duración de una hora y periodo de retorno de 100 años, en milímetros.

$P_1^{10}$  = precipitación de duración de una hora y periodo de retorno de 10 años, en milímetros.

Y nuestros datos son:

$$P_1^{100} = 50.60$$

$$P_1^{10} = 35.75 \qquad f = 1.4153$$

$$R = 0.55$$

$$a = 36.7333$$

$$b = 11.5014$$

$$c = 0.8635$$

Obteniendo finalmente los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 30 Duración – Precipitación – Periodo de Retorno.

| Duración Minutos | Periodo de Retorno |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 2                  | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 500   |
| 5                | 6.90               | 8.51  | 9.72  | 11.33 | 12.54 | 13.76 | 14.98 | 16.58 |
| 10               | 10.98              | 13.54 | 15.47 | 18.03 | 19.96 | 21.90 | 23.83 | 26.39 |
| 20               | 15.79              | 19.47 | 22.25 | 25.93 | 28.71 | 31.49 | 34.27 | 37.95 |
| 40               | 20.66              | 25.47 | 29.11 | 33.92 | 37.56 | 41.20 | 44.84 | 49.65 |
| 60               | 23.34              | 28.78 | 32.89 | 38.32 | 42.44 | 46.55 | 50.66 | 56.10 |
| 120              | 27.58              | 34.00 | 38.86 | 45.29 | 50.15 | 55.01 | 59.87 | 66.29 |
| 240              | 31.51              | 38.85 | 44.40 | 51.74 | 57.29 | 62.85 | 68.40 | 75.74 |
| 280              | 32.36              | 39.90 | 45.60 | 53.14 | 58.84 | 64.55 | 70.25 | 77.79 |

Con estos datos se dibujan las gráficas hp-d-Tr

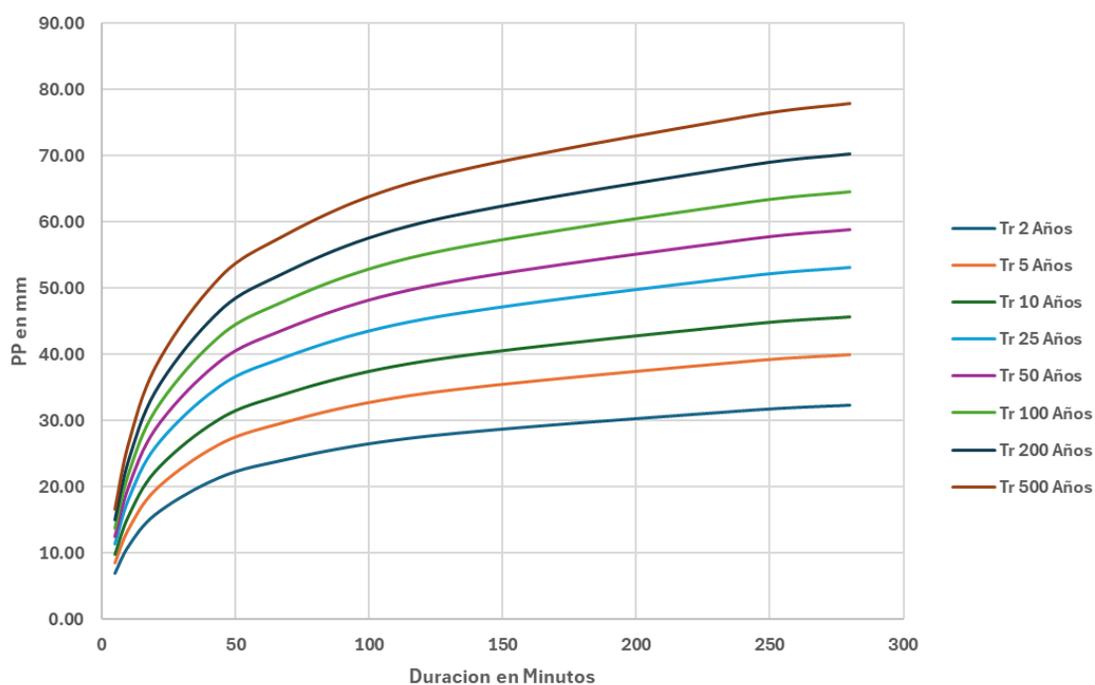


Figura IV. 42. . Duración – Precipitación.

### Determinación del gasto en la zona en el Polígono 1.

Con los datos disponibles se procede a calcular el gasto que pasa a través del cauce principal del área donde se pretende hacer el Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario, utilizándose el método racional americano.

$$Q = 0.0028 \times C \times i \times A$$

$$C = 0.35$$

$$A \text{ Pol 1} = 20.3324 \text{ ha}$$

$$A \text{ Pol 2} = 9.9314 \text{ ha}$$

Los Gastos para diferentes periodos de retorno se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 31 Gastos para diferentes periodos de retorno Pol 1

| Tr (Años) | PP (mm) | I (mm/hr) | Q (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------|---------|-----------|-----------------------|
| 2         | 4.32    | 93.88     | 1.87                  |
| 5         | 5.33    | 115.75    | 2.31                  |
| 10        | 6.09    | 132.29    | 2.64                  |
| 25        | 7.09    | 154.16    | 3.07                  |
| 50        | 7.85    | 170.7     | 3.4                   |
| 100       | 8.62    | 187.24    | 3.73                  |
| 200       | 9.38    | 203.78    | 4.06                  |
| 500       | 10.38   | 225.65    | 4.5                   |

Cuadro IV. 32. Gastos para diferentes periodos de retorno Pol 2

| Tr (Años) | PP (mm) | I (mm/hr) | Q (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------|---------|-----------|-----------------------|
| 2         | 14.23   | 53.18     | 0.52                  |
| 5         | 17.54   | 65.56     | 0.64                  |
| 10        | 20.05   | 74.93     | 0.73                  |
| 25        | 23.36   | 87.32     | 0.85                  |
| 50        | 25.87   | 96.69     | 0.94                  |
| 100       | 28.37   | 106.06    | 1.03                  |
| 200       | 30.88   | 115.43    | 1.12                  |
| 500       | 34.19   | 127.82    | 1.24                  |

Según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias. En el apartado 18.1.3 nos indica que las obras de drenaje deberán diseñarse con capacidad para manejar caudales iguales o mayores al de una tormenta con periodo de retorno de 25 años.

Considerando lo anterior obtenemos un gasto de:

$$Q \text{ Pol 1} = 3.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ Pol 2} = 0.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para evitar acumulación de aguas en los rellenos sanitarios es recomendable la construcción de una obra hidráulica que tenga como finalidad evacuar dichas acumulaciones. La obra que será utilizada para desalojar las escorrentías pluviales ya sea canal, dren o alcantarilla, deberá ser diseñada en base a la fórmula de Manning, tomando como gasto de diseño para el Polígono 1: 3.07 m<sup>3</sup>/s y para el Polígono 2: el cual corresponde a un periodo de retorno de 25 años.

Cuerpos de agua superficiales.

El cuerpo de agua superficial con caudal continuo más cercano al proyecto se ubica a una distancia de 2.5 kilómetros de distancia en dirección Suroeste.

Lagos y lagunas: En los predios seleccionados para la ejecución del proyecto no se presentan esta condición. Las topoformas presentes en el sitio del proyecto son Lomeríos con llanuras y sierra baja compleja.

En la zona del sistema ambiental a menos de 500 metros de distancia del proyecto, se presentan dos escurrimientos superficiales intermitentes, los cuales únicamente presentan agua en el temporal de lluvias.

Colindante al Polígono 1 en dirección sur, se presenta un cuerpo de agua denominado “Jagüey”, el cual fue habilitado por la autoridad comunal para almacenamiento de agua de lluvia.

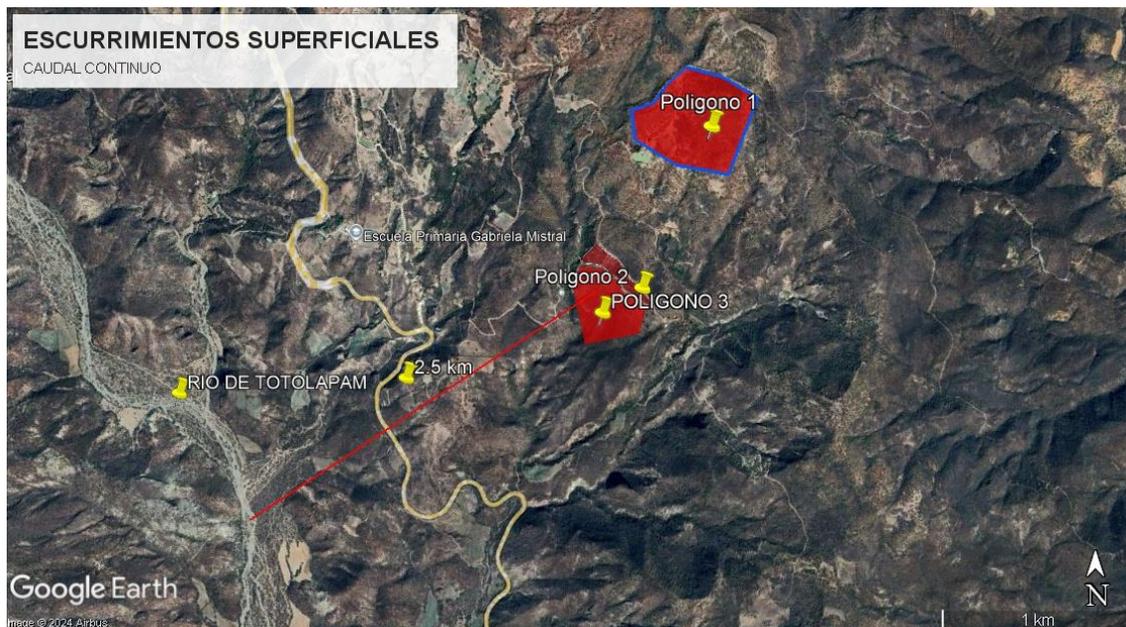


Figura IV. 43.: Mapa de ubicación de escurrimientos continuos en el área del proyecto.

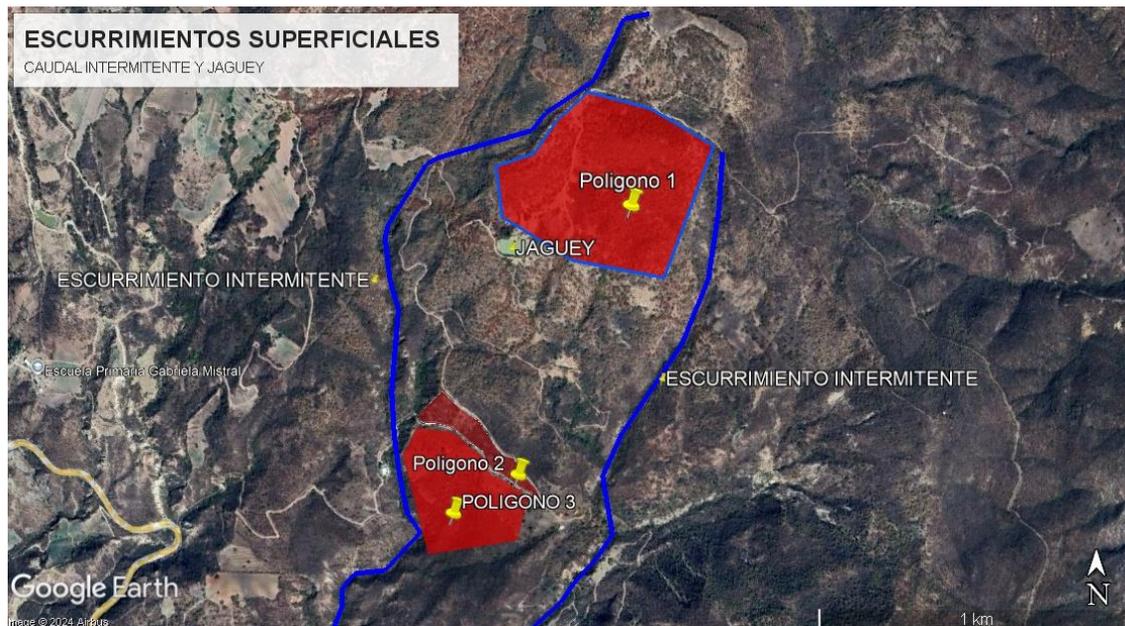


Figura IV. 44. Mapa de ubicación de escurrimientos intermitentes y jaguey en el área del proyecto.

#### - Hidrología subterránea

En el Sistema Ambiental se ubican unidades geohidrológicas que corresponden a grupos de rocas o material granular, cuyas características físicas y potenciales permiten funcionar como una sola desde el punto de vista hidrológico y pueden ser productoras, de recarga o impermeables o sin posibilidades de contener agua subterránea.

Cuadro IV. 33 Unidades geo hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental.

| ID | CLAVE | Descripción                                     | Área (ha) |
|----|-------|---|-----------|
| 1  | 10pb  | Material no consolidado con posibilidades bajas | 322.20    |
| 2  | 5PB   | Material consolidado con posibilidades bajas    | 4838.07   |

- Material consolidado con posibilidades bajas. A esta unidad la representan ígneas y sedimentarias, que por sus características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitadas de tener agua. Entre las rocas ígneas se tienen granito, granodiorita, tonalita, toba, riolita, andesita y basalto.
- Material no consolidado con posibilidades medias. Unidad constituida por suelos, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas con características físicas y condiciones geo-hidrológicas favorables, entre ellas, buena posición topográfica, porosidad y permeabilidad baja o media que

permite inferir con la ayuda de algunas manifestaciones subterráneas, la posible presencia de agua en el subsuelo.

- Material no consolidado con posibilidades bajas: Está constituido por un conglomerado polimíctico, con fragmentos redondeados, incluidos en una matriz arcillo-arenosa ligeramente cementada; los clastos son derivados de rocas volcánicas ácidas y básicas y algunas sedimentarias.

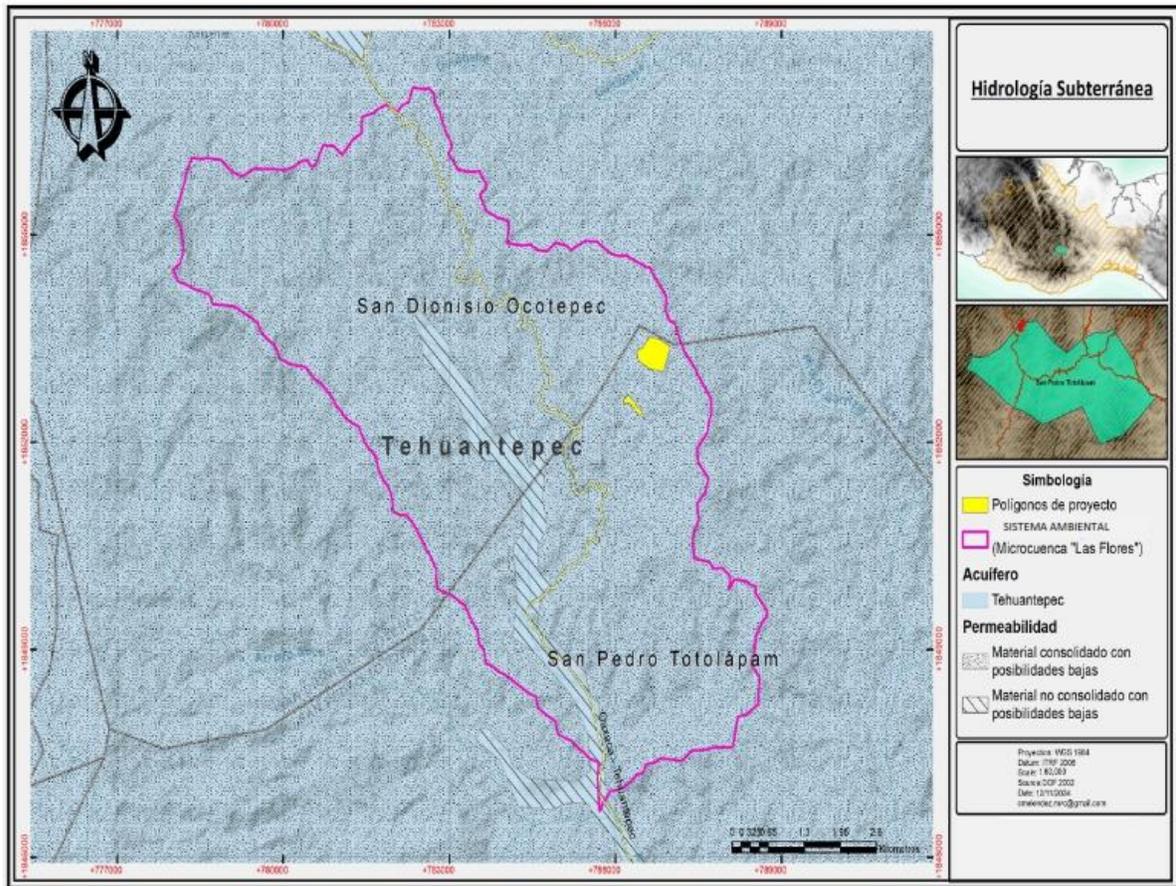


Figura IV. 45 Hidrología subterránea, dentro del Sistema Ambiental.

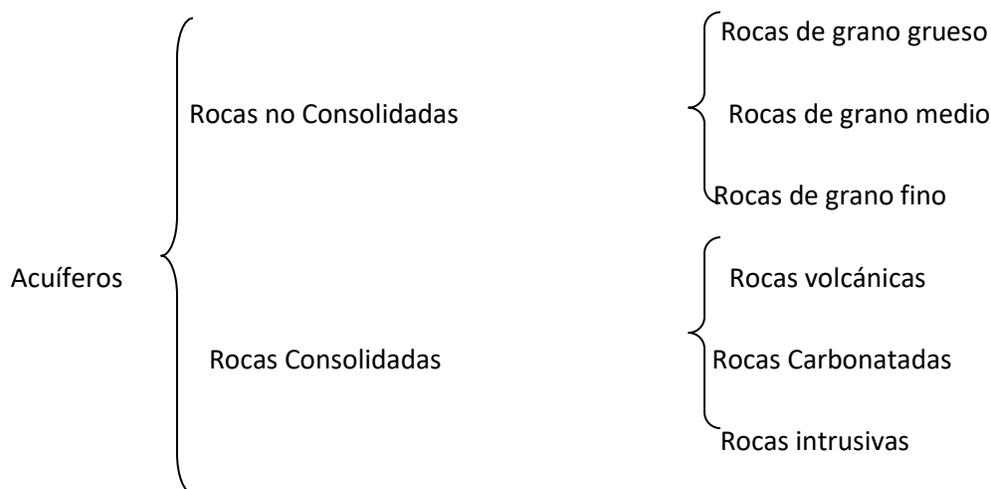
Anexo 15.11. Mapa de Hidrología Subterránea.

### Área del Proyecto.

### Tipos de acuíferos de la zona.

Los acuíferos están formados por rocas con capacidad para almacenar agua; permitir su circulación desde las zonas de descarga y ceder caudales significativos hacia las captaciones superficiales.

En la zona se presentan dos tipos de rocas permeables que pueden formar un acuífero, estas se dividen en dos grandes grupos:



#### **Acuíferos formados por rocas no consolidadas.**

Este tipo de rocas está formado por materiales sueltos derivados del intemperismo y erosión de rocas preexistentes. Al tiempo de su depósito, los fragmentos no están consolidados y se puede decir que están sueltos. En este estado, el espacio abierto o poro que dejan entre sí las partículas, depende de su tamaño, forma, distribución, modo de transporte, heterogeneidad y ambiente de depósito.

Conforme se suceden otros depósitos sobre una acumulación de fragmentos, ocurren alteraciones que modifican el tamaño y volumen de los espacios abiertos ya sea por consolidación debido al peso de los nuevos estratos o por cementación derivada de los procesos de diagenesis y otros externos.

#### **Acuíferos formados por fracturamiento de rocas volcánicas y metamórficas.**

En este grupo de rocas se encuentran las rocas densas o compactas como el basalto, la andesita, riolita, riodacita, ignimbrita, dacita y **gneiss** entre otras. Los procesos que causan que estas rocas de origen impermeable se vuelvan permeables, pueden ser de origen tanto mecánico como químico. En la mayoría de los casos, este cambio es propiciado por la combinación de los dos procesos, pero para ello entra en juego el clima y la naturaleza de la roca. En condiciones áridas extremas, solo tienen significancia los procesos mecánicos. Las aberturas secundarias en las rocas se inician con una falla de la masa de la roca para resistir la presión sufriendo una deformación. Cuando esta deformación es expresada en una pequeña abertura se llama junta. Cuando ocurre una fractura con desplazamiento horizontal o vertical se le conoce como falla.

### Unidades geohidrológicas

De acuerdo a sus características y capacidad para almacenar y transmitir agua la unidades geohidrológicas en esta porción del estado de Oaxaca se clasifican de la siguiente manera:

**Complejo metamórfico:** no presenta permeabilidad primaria que permita la circulación de agua subterránea a través de ella y el fracturamiento que se observa en estas rocas se encuentra relleno por material arcilloso, sin embargo es factible que ese fracturamiento origine una cierta aportación lateral, considerándose como una unidad poco favorable, es decir de permeabilidad baja y posibilidades de formar acuíferos baja.

**Caliza Teposcolula:** Constituida por una secuencia de calizas que se observan en estratos delgados, gruesos y en ocasiones masivas presentan permeabilidad secundaria debido al fracturamiento y dilución, por lo que se le considera como generador de un buen acuífero confinado, **no existe este tipo de rocas dentro del sitio de estudio.**

**Grupo Puebla:** Las areniscas y lutitas que constituyen esta unidad son calcáreas y los intersticios u oquedades desarrollados por dilución y fracturamiento se encuentran rellenos parcialmente por calcita u otro material, por lo que se clasifica como de permeabilidad baja, no existen rocas con estas características en la zona del proyecto.

Rocas volcánicas terciarias: La permeabilidad de esta unidad depende del tipo de material cementante, de la clasificación de sus fragmentos y del grado de compactación de estos, por lo que se clasifica como de permeabilidad baja, es extensa su presencia en el proyecto.

### ACUÍFERO TEHUANTEPEC

Cuadro IV. 34 Datos generales del acuífero Tehuantepec.

| CLAVE | ACUIFERO    | R  | DNCOM | VEAS     | VEXTET | DAS     | DEFICIT |
|-------|-------------|--|-------|----------|--------|---------|---------|
|       |             | CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES |       |          |        |         |         |
| 2007  | TEHUANTEPEC | 103.3  | 43.0  | 104.8029 | 52.8   | 21.2023 | 0       |

R: Recarga media anual.

DNCOM: Descarga natural comprometida

VCAS: Volumen concesionado de aguas subterránea.

VEXTET: Volumen de extracción de aguas subterráneas consignado en estudios técnicos.

DAS: Disponibilidad media anual de aguas subterránea.

El acuífero Tehuantepec, definido con la clave 2007 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, suroriental del estado de Oaxaca, entre los paralelos  $16^{\circ}07'20''$  y  $17^{\circ}22'28''$  de latitud norte y entre los meridianos  $94^{\circ}28'30''$  y  $96^{\circ}39'16''$  de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 14,015 km<sup>2</sup>. Limita al norte con los acuíferos Tuxtepec y Coatzacoalcos, al este con Ostuta; al oeste con los acuíferos Río Verde-Ejutla y Miahuatlán; al suroeste con Huatulco, al sur con Santiago Astata y Morro Mazatán; al noroeste con Valles Centrales, todos ellos del estado de Oaxaca. Al sureste su límite natural es el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico.



Figura IV. 46. Ubicación del acuífero Tehuantepec.

Geopolíticamente, la superficie que cubre el acuífero comprende totalmente los municipios El Espinal, Magdalena Tlacotepec, Santa Catarina Quioquitani, San Blas Atempa, San José Lachiguiri, San Juan del Río, San Juan Lajarcia, San Pedro Comitancillo, San Pedro Huilotepec, San Pedro Mártir Quiachapa, San Pedro Quiatoni, San Pedro Totolápam, Santa Ana Tavela, Santa Catalina Quierí, Santa María Jalapa del Marqués, Santa María Mixtequilla, Santa María Quiegolani, Santa María Totolapilla, Santa María Xadani, Santa María Zoquitlán, Unión Hidalgo, Yaxe, San Bartolo Yautepec y San Mateo del Mar.

El acuífero Tehuantepec pertenece al Organismo de Cuenca Pacífico Sur y al consejo de cuenca Costa de Oaxaca. Instalado el 7 de abril de 1999. Su territorio se encuentra parcialmente vedado. La porciones occidental y noroccidental están sujetas a las disposiciones de dos decretos de veda; en la mayor parte de esta superficie rige el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Oaxaca, cuya extensión y límites geopolíticos comprenden los ex distritos de Etna, Centro, Tlacolula, Zimatlán y Ocotlán, Oaxaca”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de septiembre de 1967. Esta veda es tipo III en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. Un área pequeña está sujeta al “Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales”, publicado en el DOF el 6 de agosto de 1973. Esta veda es tipo II en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. Este acuífero está limitado por rocas ígneas y metamórficas, siendo éstas las fronteras que funcionan como barreras laterales al flujo del agua subterránea.

### **Tipo de acuífero**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero **tipo libre**, heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, de baja capacidad de almacenamiento, conformado por dos medios hidrogeológicos, uno de naturaleza porosa y otro fracturado. Este acuífero está limitado por rocas ígneas y metamórficas, siendo éstas las fronteras que funcionan como barreras laterales al flujo del agua subterránea.

## **DISPONIBILIDAD**

### **Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual en el acuífero Tehuantepec es de 103.3 hm<sup>3</sup> /año (Millones de metros cúbicos anuales).

### **Descarga natural comprometida (DNCOM)**

La descarga natural comprometida se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales, o del caudal base de los ríos provenientes del acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser preservadas para no afectar a los acuíferos adyacentes que reciben esta recarga. Para el caso de este acuífero se consideran como descargas naturales comprometidas, las salidas horizontales para evitar la intrusión salina (25.5 hm<sup>3</sup> /anuales) y un 70 % de la evapotranspiración (17.5 hm<sup>3</sup> /anuales), para mantener la vegetación nativa. Por lo tanto, la descarga natural comprometida es de **43.0 hm<sup>3</sup> /año** (Millones de metros cúbicos anuales).

### **Volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS)**

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al **31 de marzo de 2011 es de 8'791,325 m<sup>3</sup>/año.**

### **Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

La disponibilidad de agua subterránea de acuerdo a la NOM 011 CNA 2000, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, es la siguiente: Disponibilidad = Rt - DNC – Volumen Concesionado - 27 - Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Tehuantepec, Oaxaca. - 28 - Disponibilidad = 103.3 – 43.0 – 40.659112 (valor al 31 de mayo del 2005) Disponibilidad = 20.217359 hm<sup>3</sup> /año (Millones de metros cúbicos anuales). La cifra indica que existe un volumen disponible de 19'640,888 m<sup>3</sup> /año para nuevas concesiones, en el acuífero denominado Tehuantepec, estado de Oaxaca.

### **Infiltración en el área del proyecto**

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, está gobernada por dos fuerzas: la gravedad y la acción capilar. Los poros muy pequeños empujan el agua por la acción capilar además de contra la fuerza de la gravedad. La tasa de infiltración se ve afectada por características del suelo como la facilidad de entrada, la capacidad de almacenaje y la tasa de transmisión por el suelo. En el control de la tasa y capacidad infiltración desempeñan un papel la textura y estructura del suelo, los tipos de vegetación, el contenido de agua del suelo, la temperatura del suelo y la intensidad de precipitación. Por ejemplo, los suelos arenosos de grano grueso tienen espacios grandes entre cada grano y permiten que el agua se infiltre rápidamente. La vegetación crea más suelos porosos, protegiendo el suelo del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre las partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. A esto se debe que las áreas arboladas tengan las tasas de infiltración más altas de todos los tipos de vegetación.

La capa superior de hojas, que no está descompuesta, protege el suelo de la acción de la lluvia, y sin ella el suelo puede hacerse mucho menos permeable. En las áreas con vegetación de chaparral, los aceites hidrofóbicos de las hojas suculentas pueden extenderse sobre la superficie del suelo con el fuego, creando grandes áreas de suelo hidrofóbico. Otros eventos que pueden bajar las tasas de infiltración o bloquearla son los restos de plantas secas que son resistentes al remojo, o las heladas. Si el suelo está saturado en un período glacial intenso, puede convertirse en un cemento congelado en el cual no se produce casi ninguna infiltración. Sobre una línea divisoria de aguas probablemente habrá huecos en el cemento helado o el suelo hidrofóbico por donde el agua puede infiltrarse.

#### **- Metodología para obtener la infiltración**

A continuación, se presenta el proceso del cálculo de la infiltración actual para los dos polígonos que conforman el proyecto (escenario actual). Para obtener el valor de Infiltración se ocupó la siguiente fórmula.

$$\text{Infiltración} = P - ET - Ve$$

Dónde:

P = precipitación media anual (mm/año)

ET = evapotranspiración (mm/año)

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento natural (mm/ha)

Para calcular cada uno de los componentes del balance se utilizaron los datos promedio en el periodo comprendido entre 1991 y 2020 de la Estación Meteorológica Totolápam con clave 20170 ubicada 8 km de la poligonal del Proyecto, con coordenadas Latitud 16.66333333 N y Longitud 096° 72' 33'' W, a una altura de 942 MSNM.

### **Precipitación (P)**

La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad. La precipitación pluvial se mide en milímetros, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable. La precipitación media anual (1991-2020) registrada en la estación meteorológica 20170 ubicada a 8 km del proyecto es de **468.2 mm**.

### **Evapotranspiración (ET)**

La evapotranspiración es la consideración conjunta de dos procesos diferentes: la evaporación y la transpiración.

La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de líquido a vapor, se produce evaporación desde:

- a) La superficie del suelo y la vegetación inmediata después de la precipitación.
- b) Desde las superficies de aguas (ríos, lagos, embalses).
- c) Desde el suelo, agua infiltrada que se evapora desde la parte más superficial del suelo.

Puede tratarse de agua recién infiltrada o en áreas de descarga, de aguas que se acerca de nuevo a la superficie después de un largo recorrido en el subsuelo. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas pierden agua a la atmosfera. Toman agua del suelo a través de sus raíces, toman una pequeña parte para su crecimiento y el resto lo transpiran. Como son difíciles de medir por separado, lo que en este cálculo interesa es la cantidad total del agua que se pierde a la atmosfera sea del modo que sea, se consideran conjuntamente bajo el concepto mixto de Evapotranspiración (ET).

Para estimar *ET* en el área de estudio se utilizó el método de Turc (1955, Ec.2), el cual proporciona un valor anual de *ET* real. Este método se eligió debido a que la estación meteorológica 20170 solo registra datos de temperatura y precipitación, que son las dos variables requeridas en la ecuación de Turc.

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración real (mm/año)

P = Precipitación anual (mm/año)

$L = 300 + 25t + 0.05t^3$

t = temperatura media anual (°C)

La temperatura media anual (25.30 °C) fue calculada a partir de los valores de temperatura media mensual registrados en la estación meteorológica 20170 y que se muestran en el Cuadro IV.13.

Cuadro IV. 35. Valores de temperatura promedio mensual y media anual para el área del proyecto.

| Mes     | Temperatura promedio mensual (°C) |
|---------|-----------------------------------|
| Enero   | 21.4                              |
| Febrero | 22.9                              |
| Marzo   | 24.9                              |
| Abril   | 26.4                              |

| Mes                | Temperatura promedio mensual (°C) |
|--------------------|-----------------------------------|
| Mayo               | 26.9                              |
| Junio              | 26.0                              |
| Julio              | 25.2                              |
| Agosto             | 25.3                              |
| Septiembre         | 24.9                              |
| Octubre            | 24.2                              |
| Noviembre          | 22.5                              |
| Diciembre          | 21.4                              |
| <b>MEDIA ANUAL</b> | <b>24.3</b>                       |

- **Volumen medio anual de escurrimiento natural (Ve)**

El escurrimiento incluye la distribución del agua y su trayectoria desde que se precipita sobre la tierra hasta que alcanza la red hidrográfica o vuelve directamente a la atmósfera a través de la evapotranspiración. Así, el escurrimiento está en función de la intensidad y duración de los eventos de precipitación, así como de las características y condiciones físicas -naturales o artificiales- de la cuenca, tales como la permeabilidad de la superficie del suelo, el tipo de vegetación, la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, la profundidad del nivel freático y la pendiente del suelo.

Para efectuar el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento se utiliza un método Indirecto denominado: Precipitación – escurrimiento.

$$\text{Volumen anual de escurrimiento} = \text{Precipitación anual (P)} * \text{Área (A)} * \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

natural (Ve)

(Ce)

$$Ve = P * A * Ce$$

Dónde:

Ve= Volumen de escurrimiento (mm/ha)

P= Precipitación anual (mm)

A= Área de estudio (ha).

Ce= Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

El coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual de la cuenca de estudio. En base a lo establecido en el Apéndice Normativo “A” métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural, publicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, actualizada y publicada por el Diario Oficial con fecha 27 de marzo de 2015; denominada Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se utilizó el siguiente cuadro donde muestra los Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

Cuadro IV. 36 : Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

| VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO. |  |      |      |
|---|--|------|------|
| A   | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos  |      |      |
| B   | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos |      |      |
| C   | Suelos casi impermeables, tales como arenas y loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas   |      |      |
| USO DEL SUELO                                     | TIPO DE SUELO  |      |      |
|   | A  | B    | C    |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas               | 0.26   | 0.28 | 0.30 |
| Cultivos:   |  |      |      |

| VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO. |      |      |      |
|---|------|------|------|
| En hilera   | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| legumbres o rotación de pradera                   | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Granos Pequeños                                   | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo         |      |      |      |
| más del 75% - poco                                | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| Del 50 al 75% - Regular                           | 0.20 | 0.24 | 0.30 |
| Menos del 50% - Excesivo                          | 0.24 | 0.28 | 0.30 |
| Bosque:   |      |      |      |
| Cubierto más del 75%                              | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75%                            | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50%                            | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25%                            | 0.22 | 0.28 | 0.30 |
| Zonas urbanas                                     | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos   | 0.27 | 0.30 | 0.33 |
| Pradera permanente                                | 0.18 | 0.24 | 0.30 |

En el cuadro anterior los valores de K se clasifican en función del tipo y uso de suelo diferentes tipos: A (Suelos permeables), B (Suelos medianamente permeables), y C (Suelos impermeables) y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro "K".

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante la siguiente formula, tomando en cuenta los siguientes parámetros.

Cuadro IV. 37. Fórmulas para el cálculo de coeficiente de escurrimiento anual

| K: parámetro que depende del tipo y uso de suelo | Coefficiente de escurrimiento anual (Ce) |
|--|--|
| Si K resulta menor o igual que 0,15              | $Ce = K (P-250) / 2000$                  |
| Si K es mayor que 0,15                           | $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$ |

- Para el área del proyecto en el escenario actual sin proyecto se clasificó como un suelo permeable tipo "C", con un uso del suelo correspondiente a bosque cubierto del 50 a 75%, dando un valor de K de 0.26, como el valor de K es mayor a 0.15 se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor de Coeficiente de escurrimiento:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$$

Una vez calculados todos los componentes la siguiente ecuación se realizó la sustitución, para obtener el valor de infiltración por mm/año, al obtener la infiltración se multiplica por el área total del proyecto, obteniendo la infiltración por mm/año.

$$\text{Infiltración} = P - \text{ETR} - \text{Ve}$$

#### - Resultados

##### Evapotranspiración

De acuerdo con los datos de precipitación, siguiendo el cálculo de Evapotranspiración de Turc, para el área del proyecto, se utilizó los datos de la precipitación registrada en la Estación Meteorológica 20170, donde la precipitación media anual (P) tiene un valor de 468.2 mm.

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$\text{ETR} = 472.23 \text{ mm/año}$$

Para obtener el volumen de escurrimiento se sustituyen los valores de acuerdo con la siguiente fórmula:

Escenario actual

$$Ve = Ce * P * A$$

$$Ve = 0.10 * 468.20 * 1.00$$

$$Ve = 47.62 \text{ mm/ha}$$

A continuación, se muestran los resultados por mm/ha de la infiltración resultante en el área del proyecto en las condiciones actuales.

- Proyecto Escenario Actual

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Ve$$

$$\text{Infiltración} = (468.20 \text{ mm/año}) - (472.23 \text{ mm/año}) - (47.62 \text{ mm/ha})$$

$$\text{Infiltración Total} = -51.64 \text{ mm/ha/año}$$

Cuadro IV. 38 : Volumen de escurrimiento por tipo de vegetación en los diferentes Escenarios

| ESCENARIOS           | ÁREAS POR TIPO DE VEGETACIÓN | K    | % DE SUPERFICIE            | SUPERFICIE Ha | Ce   | Ve mm/ha | INFILTRACIÓN mm/ha/año |
|----------------------|------------------------------|------|----------------------------|---------------|------|----------|------------------------|
| Escenario 1 (Actual) | Bosque cubierto.             | 0.26 | Cubierto más del 50 al 75% | 22.64         | 0.10 | 47.62    | -51.64                 |

Tomando las conclusiones emitidas en el Estudio Geohidrológico que se realizó en el sitio se determina lo siguiente.

En el área los afloramientos constan de rocas extrusivas acidas del terciario superior, con una morfología de cerros con pendientes suaves.

Material no consolidado con permeabilidad baja que se presenta en el área de estudio. Este grupo de rocas está integrado principalmente por secuencias de areniscas y conglomerados del Terciario, afloran en las cercanías de la presa Presidente Miguel Alemán, en la zona norte del estado. En la

región de la costa, cerca de los límites con el estado de Guerrero, se han formado barras lacustres a las que se les asignó este rango de permeabilidad; también se incluyen los sedimentos clásticos cuaternarios de la Llanura Costera del Golfo Sur, que se encuentran al oeste de la población Plan de San Luis, en el límite con Veracruz-Llave, por su composición en el sitio la permeabilidad de estas rocas es bajo no permite la formación de ningún acuífero

Se consideran como unidades permeables en el área de estudios los materiales constituidos por (arena, grava, arcilla y fragmento limo-arcilloso) derivados y repartidos en forma irregular en la zona por su granulometría, la pendiente del terreno es determinante para la distribución, espesor y área de recarga que tienden a transportar los escurrimientos hacia zonas bajas no permitiendo la formación de acuíferos de interés para su aprovechamiento. En estos materiales en las zonas bajas se localizan los pozos y norias de la población del municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca. La que se localizan a 7.24 km., del sitio.

En el sitio se observan algunas acumulaciones de aguas superficiales en las zonas bajas, estos depósitos en época de estiaje se secan. El nivel estático en el sitio no existe debido a que no se localizó ningún acuífero, el agua superficial que se presenta en la parte del lomerío es muy escasa y descarga hacia las partes bajas en temporada de lluvias.

Las corrientes superficiales se orientan de NE a SW, en las zonas bajas solo transitan hacia los afluentes que descargan a los arroyos intermitentes y permanentes que circundan el sitio.

De los resultados obtenidos en el subsuelo, se determinó que en el terreno estudiado no se detecta la presencia de agua subterránea, la capa superficial se compone de materiales de baja porosidad, cabe mencionar que debido a la geología del área su porosidad disminuye por la presencia de arenas delgadas y arcillas, así también a los materiales impermeables que no retienen el agua y solo la transmiten de inmediato hacia las partes bajas. En el área se localizan un tipo de suelo primario que es el Litosol, dos suelos secundarios que son Regosol Eutrico y Feozem Haplico, su clase textural es en general media.

Por lo que se determina que, en el Escenario actual, donde se validan las condiciones actuales del predio sujeto a cambio de uso de suelo, no se lleva a cabo infiltración de agua, esto por el tipo de suelo, la pendiente, la temperatura promedio mensual.

#### Anexo 4.2. Base de datos de calculo

##### - **Áreas de importancia ecológica**

Un área ecológica significativa o un área de importancia ecológica, es una zona delimitada geográficamente que posee atributos ecológicos de importancia tal que merecen ser objeto de medidas de conservación. Entre estos atributos de importancia se destacan la presencia de especies nativas de fauna y flora, así como especies con una clasificación de riesgo ecológico. Bajo este concepto es La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Entre las funciones principales de la CONABIO están instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), como establece el artículo 80, fracción V, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para brindar datos, información y asesoría a diversos usuarios, así como instrumentar las redes de información nacionales y mundiales sobre biodiversidad; dar cumplimiento a aquellos compromisos internacionales en materia de biodiversidad adquiridos por México que le sean asignados, y llevar a cabo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México, así como la zonificación de aquellas áreas que por su alta biodiversidad florística y faunística, sean de importancia ecológica y su conservación se vuelva prioritaria, así para el caso de México estas áreas quedan definidas y delimitadas por la CONABIO, como regiones prioritarias, siendo estas las siguientes:

##### **Regiones Terrestres Prioritarias.**

Representan áreas donde la conservación de los ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación.

##### **Regiones Marinas Prioritarias.**

Sitios prioritarios en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad costera y oceánica. Fueron delimitadas respecto a sus características biogeográficas específicas, así como los usos de sus recursos y las amenazas que enfrentan.

##### **Áreas de Importancia para la conservación de las aves.**

Tiene como propósito fundamental crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Para la delimitación de dichas áreas se utilizaron criterios como la riqueza de especies, endemismos, presencia de especies amenazadas y diversidad de ecosistemas.

##### **Regiones hidrológicas prioritarias.**

Tienen como objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

#### **Áreas en ANP'S y ADV'S**

Las ANP's son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos. Una ADV es un ANP de gran riqueza natural que pueblos indígenas, organizaciones sociales o personas físicas o morales han destinado de manera voluntaria a la conservación ambiental.

En base a estas clasificaciones, dentro del Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, no se presentan alguna área de importancia ecológica declarada por la CONABIO, de acuerdo con lo que se puede observar en la figura que se muestra a continuación.

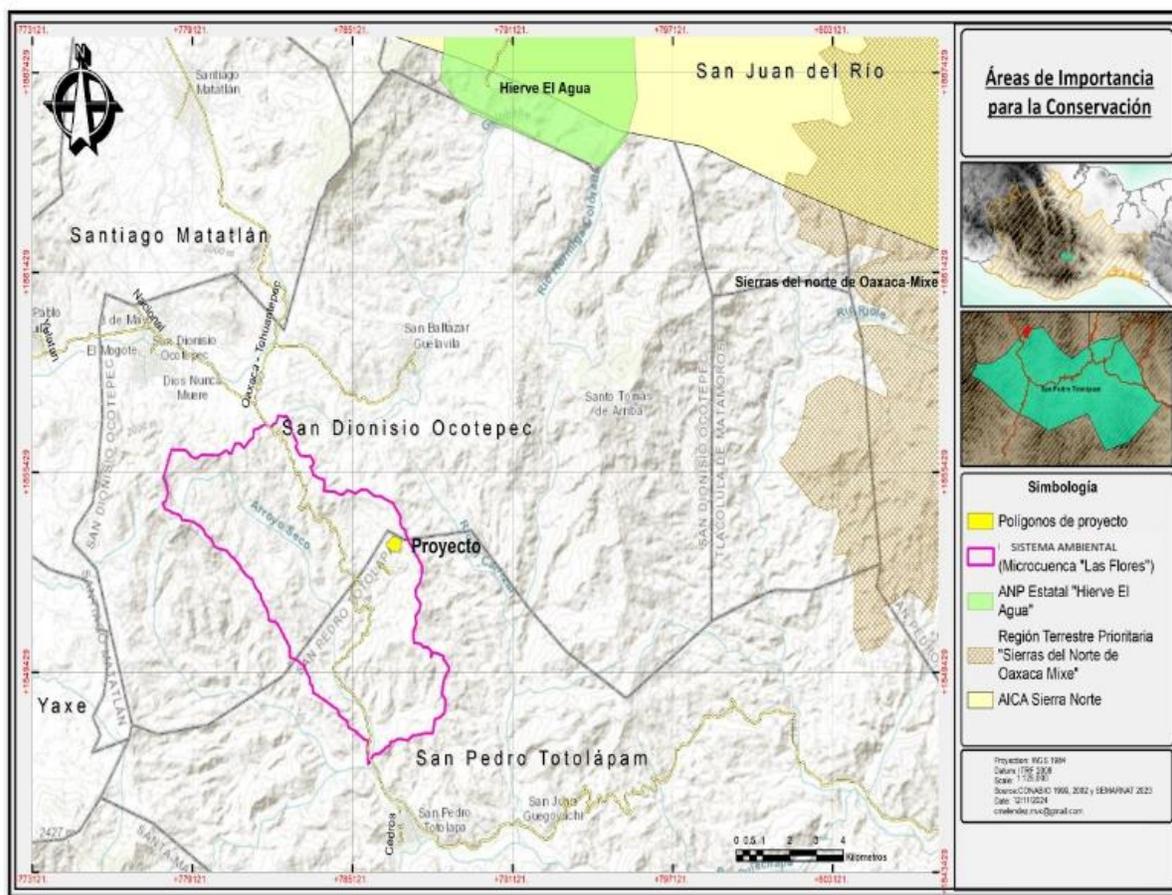


Figura IV. 47 Mapa de Áreas de Importancia para la conservación.

Anexo 15.3. Áreas de Importancia conservación.

- **Áreas de Importancia Arqueológica.**

Una zona arqueológica es un lugar en el cual se ha preservado evidencia de actividades que han sucedido en el pasado, ya sean prehistóricas, históricas o casi contemporáneas, y que han sido investigadas utilizando la disciplina de la arqueología, significando que el sitio representa parte del registro arqueológico.

A lo largo del territorio se asentaron pueblos milenarios cuyas creencias religiosas tenían profunda relación con el cosmos y la vida terrenal. Dicha relación construyó sistemas completos de vida a través de los cuales se establecieron reglas, formas de organización, intercambio comercial, dominios políticos y militares y jerarquías sociales.

En cada uno de los Estados del país se encuentran sin duda, sitios que dan fe de ese pasado y proceso de fusión. Iglesias, construcciones civiles, arte sacro, esculturas, pinturas, música y costumbres que hablan de la mutua influencia española e indígena que da por resultado creaciones únicas en el mundo.

Las zonas arqueológicas excepcionalmente, han seguido un camino diferente por sí mismas, ya que muchas de ellas fueron destruidas para construir sobre sus espacios los nuevos edificios públicos y religiosos de la Nueva España, y otras ni siquiera fueron descubiertas. Las zonas arqueológicas de México pueden dar evidencia mucho más clara de las diferentes épocas que los pueblos precolombinos vivieron antes de la incursión española.

México cuenta con más de 2 mil sitios arqueológicos que preservan viejos testimonios de grandes pueblos que con su sabiduría descifraron los ciclos del cielo y la tierra. Échate un clavado en el pasado, la historia y el legado cultural que estos sitios resguardan para ser conservadas y seguir sorprendiendo a las próximas generaciones.

**Área del proyecto.**

NO se presentan áreas de importancia arqueológica en el área del proyecto.

## Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.

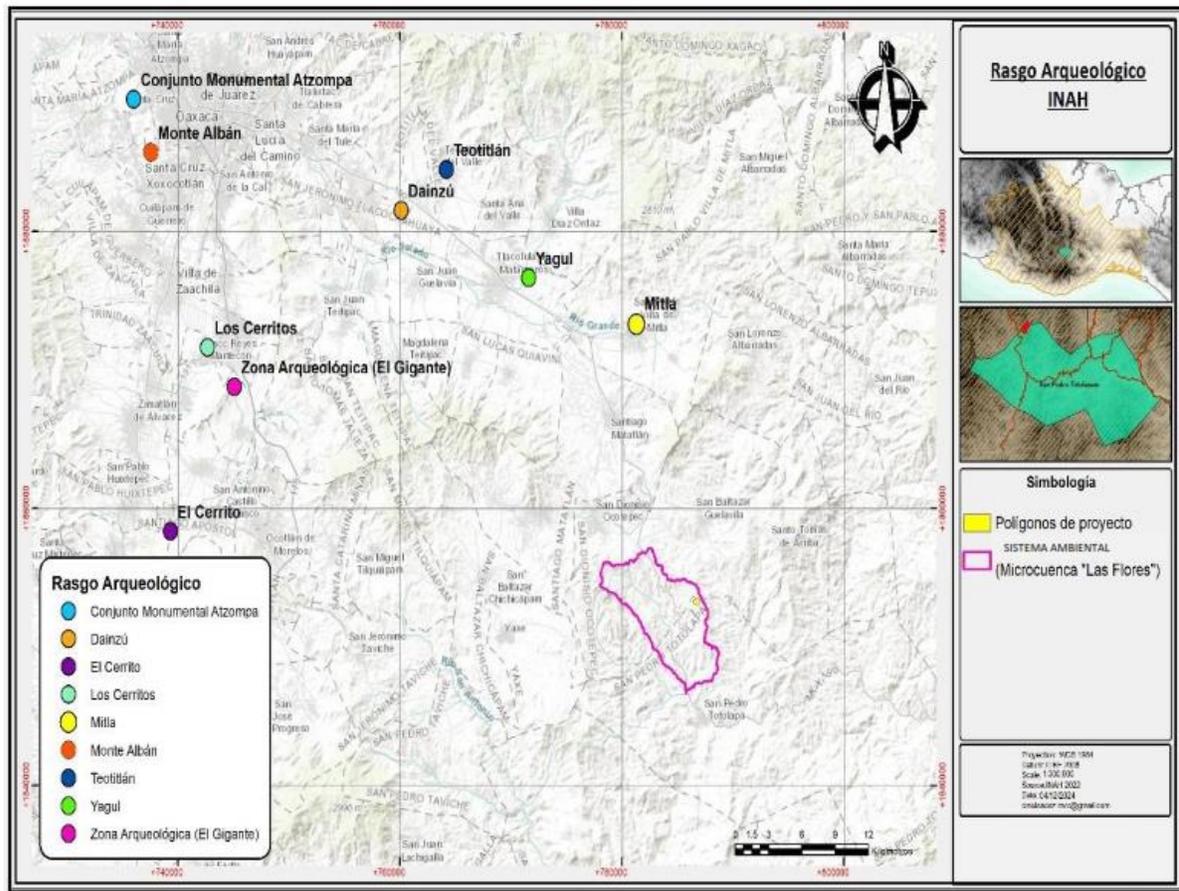


Figura IV. 48 Mapa de Rasgos arqueológicos del área del proyecto

### IV.3. Medio biótico

#### - Vegetación

De acuerdo con la carta temática de INEGI de uso de suelo y vegetación; se identificaron siete tipos de vegetación, los cuales se describen a continuación, de manera general.

Cuadro IV. 39 Tipos de vegetación y usos del suelo en la microcuenca.

| ID | Clave   | Descripción   | Área (ha) |
|----|---------|---|-----------|
| 1  | PI      | Pastizal Inducido   | 454.03    |
| 2  | SBC     | Selva Baja Caducifolia                                    | 1,261.13  |
| 3  | TA      | Agricultura de Temporal Anual                             | 178.12    |
| 4  | TAP     | Agricultura de Temporal Anual y Permanente                | 977.40    |
| 5  | VSa/BQ  | Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino       | 255.80    |
| 6  | VSa/SBC | Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia | 358.50    |
| 7  | VSA/SBC | Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia   | 1,675.28  |

*Pastizal Inducido (PI).* Surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

*Selva Baja Caducifolia (SBC).* Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m).

*Agricultura de Temporal Anual (TA).* Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

*Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ).* Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28° C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila

desde los 300 y 2 800 m. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste.

*Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC).* La vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Espinosa es un tipo de vegetación natural e inducida. Se trata de una cubierta vegetal que se regenera en una zona donde la vegetación natural ha sido alterada o eliminada por factores naturales o humanos. En la Selva Baja se pueden encontrar más de 2,550 especies de árboles, entre las que destacan la caoba, el aguaje, la cebolla, el oje, el ayahuasca, etc.

*Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC).* es la vegetación con mayor distribución en México, se establece en la vertiente del Pacífico y es uno de los ecosistemas más amenazados, ya que presenta pocas selvas originales. Siendo la vegetación más afectada por la roza, tumba y quema que año con año se pierden grandes superficies. Estas perturbaciones han confinado esta vegetación primaria a pequeños manchones con una fase sucesional de tipo arbórea.

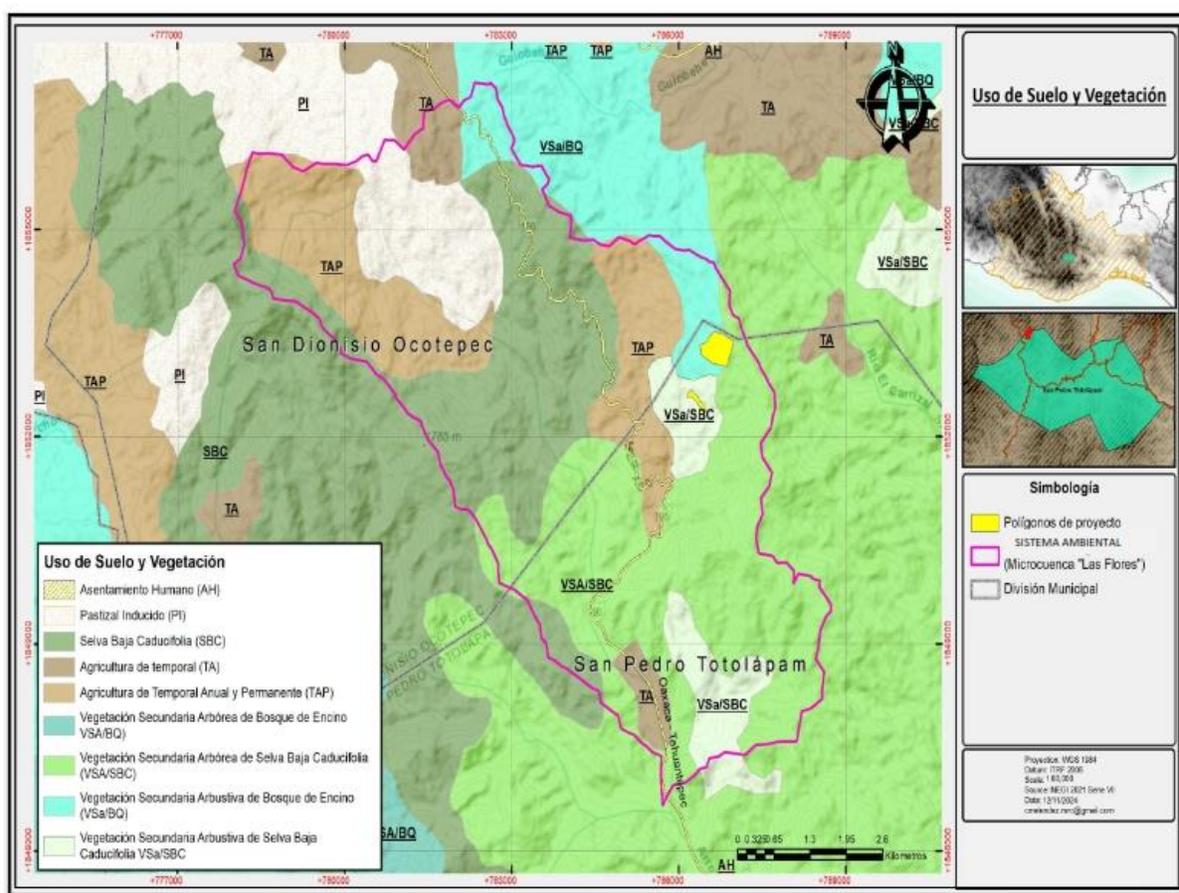


Figura IV. 49 Uso de suelo y vegetación, dentro de Sistema ambiental.

Anexo 15.15. Mapa Uso de Suelo y Vegetación.

En cuanto a los trabajos de campo para el muestreo de flora, el cual se menciona en el apartado II.2.1.1, se presenta el listado florístico correspondiente al Sistema Ambiental definido. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. AD= Área de distribución (, M= Microcuencia); FC= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba, Estatus: NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro IV. 40 Listado florístico de Sistema Ambiental.

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|---------------|---|----|-------|-------------|
| Agavaceae     | <i>Agave angustifolia</i> Haw.                          | M  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave marmorata</i> Roezl                            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave potatorum</i> Zucc.                            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Amaranthaceae | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.         | M  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Rhus schiedeana</i> Schlttdl.                        | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Anthericaceae | <i>Echeandia vestita</i> (Baker) Cruden                 | M  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Critoniopsis salicifolia</i> (DC.) H.Rob.            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Parthenium tomentosum</i> DC.                        | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Roldana eriophylla</i> (Greenm.) H.Rob. & Brettell   | M  | A     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Stevia subpubescens</i> Lag.                         | M  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Tagetes lucida</i> Cav.                              | M  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Viguiera eriophora</i> Greenm.                       | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                         | M  | H     | Sin estatus |
| Blechnaceae   | <i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.                   | M  | H     | Sin estatus |
| Boraginaceae  | <i>Cordia guerckeana</i> Loes.                          | M  | Ar    | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.                 | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera galeottiana</i> Engl.                        | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.                | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Cactaceae     | <i>Opuntia pubescens</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.          | M  | Ar    | Sin estatus |
| Cactaceae     | <i>Opuntia streptacantha</i> Lem.                       | M  | Ar    | Sin estatus |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

| FAMILIA         | NOMBRE CIENTÍFICO   | AD | FC       | ESTATUS     |
|-----------------|---|----|----------|-------------|
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                            | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Commelinaceae   | <i>Commelina erecta</i> L.                                  | M  | H        | Sin estatus |
| Convolvulaceae  | <i>Ipomoea pauciflora</i> M.Martens & Galeotti              | M  | Ar       | Sin estatus |
| Cupressaceae    | <i>Juniperus flaccida</i> Schtdl.                           | M  | A, Ar, H | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch  | M  | A        | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                     | M  | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Acalypha langiana</i> Müll.Arg.                          | M  | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                            | M  | H        | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Jatropha andrieuxii</i> Müll.Arg.                        | M  | A        | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti              | M  | A, Ar, H | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus magnoliifolia</i> Née                            | M  | A, Ar, H | Sin estatus |
| Lamiaceae       | <i>Salvia elegans</i> Vahl.                                 | M  | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Acacia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.            | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.               | M  | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                          | M  | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium orbiculare</i> Schtdl.                         | M  | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium procumbens</i> (Mill) Hitchc.                  | M  | H        | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson            | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Indigofera platycarpa</i> Rose                           | M  | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.      | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.              | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.               | M  | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.                    | M  | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby            | M  | Ar       | Sin estatus |
| Loasaceae       | <i>Mentzelia aspera</i> L.                                  | M  | Ar       | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky                     | M  | H        | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                                | M  | H        | Sin estatus |
| Nolinaceae      | <i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult.f.) Zucc. | M  | Ar       | Sin estatus |
| Nolinaceae      | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.                     | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Orchidaceae     | <i>Habenaria macroceratitis</i> Willd.                      | M  | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Aristida adscensionis</i> L.                             | M  | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.             | M  | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka                        | M  | H        | Sin estatus |
| Polygalaceae    | <i>Polygala purpusii</i> Brandegee                          | M  | H        | Sin estatus |
| Polypodiaceae   | <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger             | M  | H        | Sin estatus |
| Rubiaceae       | <i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth                    | M  | Ar       | Sin estatus |

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                | AD | FC       | ESTATUS     |
|---------------|--|----|----------|-------------|
| Rubiaceae     | <i>Crusea coccinea</i> DC.                       | M  | H        | Sin estatus |
| Rubiaceae     | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.               | M  | H        | Sin estatus |
| Rutaceae      | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.             | M  | Ar       | Sin estatus |
| Sapindaceae   | <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.                    | M  | A, Ar, H | Sin estatus |
| Solanaceae    | <i>Solanum erianthum</i> D.Don.                  | M  | Ar       | Sin estatus |
| Sterculiaceae | <i>Melochia tomentosa</i> L.                     | M  | Ar, H    | Sin estatus |
| Tiliaceae     | <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr. | M  | A, Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lantana camara</i> L.                         | M  | H        | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lantana hirta</i> Graham                      | M  | Ar       | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lippia origanoides</i> Kunth                  | M  | Ar       | Sin estatus |

Una vez realizado el muestreo de la vegetación, es importante determinar si éste es confiable y representativo de los atributos medidos. La “confiabilidad del muestreo” en ecología se refiere a qué tan bien un esfuerzo de muestreo refleja la verdadera diversidad de especies en una comunidad o área de estudio. Es una medida de cuánta confianza se puede tener en que los datos recopilados representan la realidad del ecosistema, en términos de cuántas especies están presentes y en qué abundancia.

Una de las herramientas clave para evaluar la confiabilidad del muestreo es por medio de las curvas de acumulación de especies, que son gráficos que muestran el número acumulado de especies observadas en una comunidad a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo. Este esfuerzo puede estar representado por el número de individuos contados, el número de muestras tomadas o el área muestreada. Las curvas de acumulación de especies son una herramienta fundamental en ecología para entender la diversidad de una comunidad y la eficacia del muestreo. (Villarreal, *et al.*, 2006).

Para complementar el análisis de la confiabilidad de la toma de datos ecológicos de la vegetación, se utilizaron estimadores de la riqueza obtenida y esperada mediante el programa iNEXT (Interpolation and Extrapolation) (<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>) que es un paquete estadístico desarrollado para R, utilizado principalmente en ecología para analizar la diversidad de especies. Este paquete facilita la interpolación (estimación dentro del rango de datos observados) y extrapolación (estimación fuera del rango de datos observados) de las curvas de acumulación de especies y curvas de rarefacción, lo que permite evaluar la diversidad de especies en diferentes comunidades o hábitats.

En este caso, se utilizó un modelo no paramétrico ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado. El estimador de riqueza usado fue

Chao1, ya que se cuenta con datos de abundancia por especie y con ello se estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los estimadores no paramétricos obtenidos con el programa iNEXT .

**Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino.**

Cuadro IV. 41 Resultados del estimador no paramétrico en el Sistema Ambiental, VSA/BQ.

|               | <b>Sistema Ambiental</b> |
|---------------|--------------------------|
| <b>n</b>      | 864                      |
| <b>S. Obs</b> | 70                       |
| <b>SC</b>     | 0.9746                   |

n= número de individuos observados en las muestras de referencia (tamaño de la muestra)

S. obs= Número de especies observadas en las muestras de referencia

SC= cobertura del muestreo (eficiencia del muestreo).

Como se observa, las 70 especies encontradas en el sistema ambiental representan el 97.46% de las especies que posiblemente se encuentran.

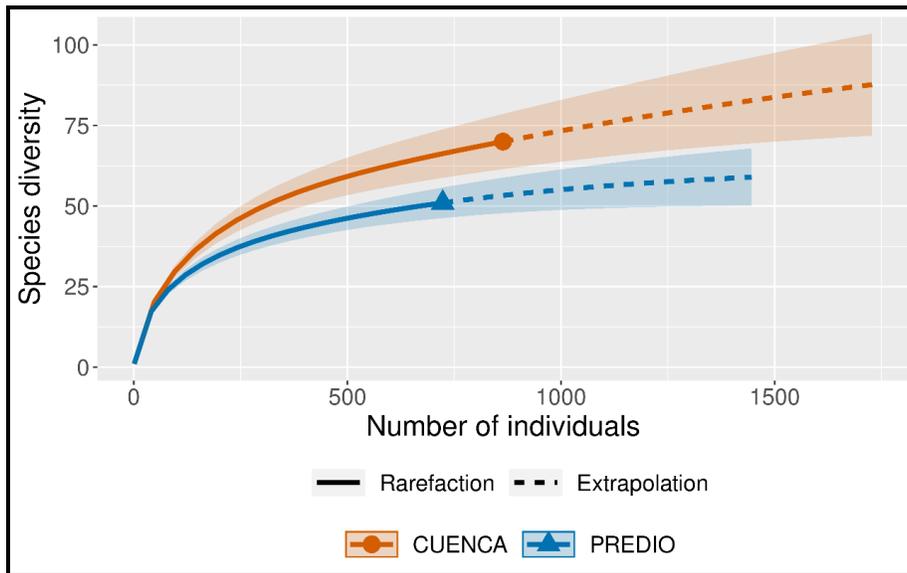


Figura IV. 50 Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta primera gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestrea.

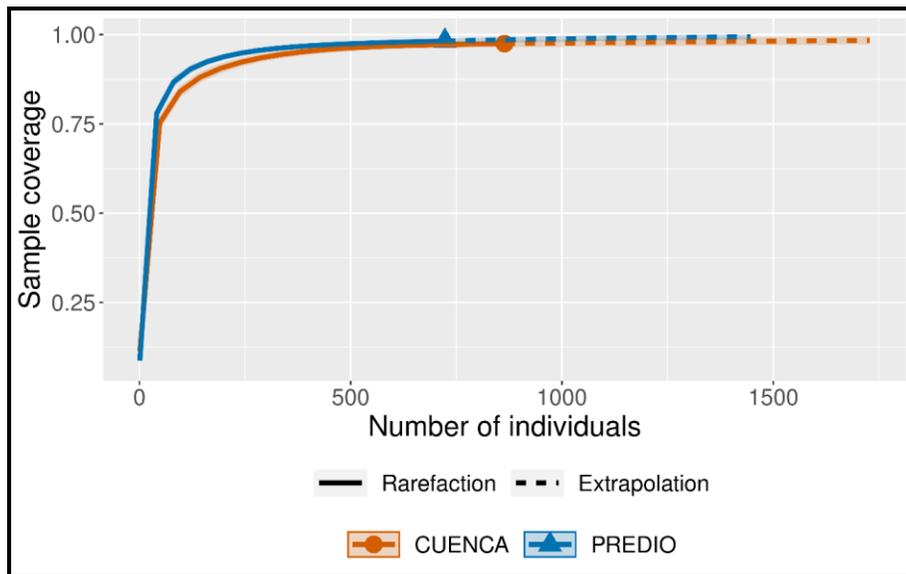


Figura IV. 51 Eficiencia del muestreo por unidad muestral.

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo sugiere que en la microcuenca se alcanza la asíntota en la diversidad observada arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

#### **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia**

Cuadro IV. 42 Resultados del estimador no paramétrico en el Sistema Ambiental con VSa/SBC.

|               | <b>Sistema Ambiental</b> |
|---------------|--------------------------|
| <b>n</b>      | 328                      |
| <b>S. Obs</b> | 47                       |
| <b>SC</b>     | 0.9758                   |

n= número de individuos observados en las muestras de referencia (tamaño de la muestra)

S. obs= Número de especies observadas en las muestras de referencia

SC= cobertura del muestreo (eficiencia del muestreo).

Como se observa, las 47 especies encontradas en el sistema ambiental representan el 97.58% de las especies que posiblemente se encuentran.

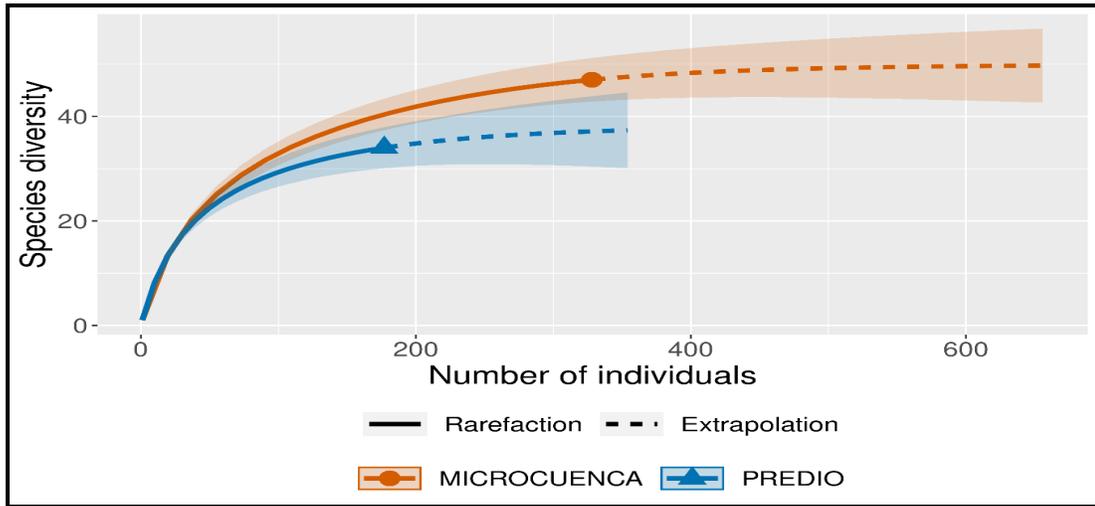


Figura IV. 52 Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestreados.

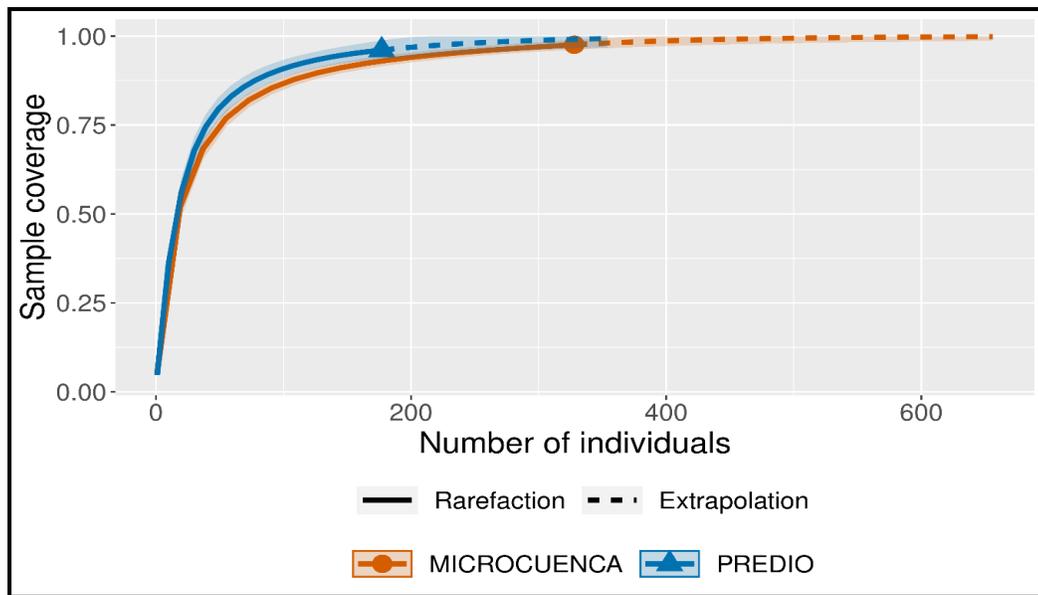


Figura IV. 53 Eficiencia del muestreo por unidad muestral.

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo del Polígono 2 sugiere que se alcanza la asíntota en la diversidad observada registrando arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

### - Estructura cuantitativa de la vegetación

#### Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En los muestreos realizados se registraron un total de 864 individuos en el Sistema Ambiental. En el siguiente cuadro se muestra el número de individuos por forma de crecimiento.

Cuadro IV. 43 Número de individuos por forma de crecimiento

| Forma de crecimiento | Sistema Ambiental. |
|----------------------|--------------------|
| Árboles              | 359                |
| Arbustos             | 307                |
| Hierbas              | 198                |
| <b>Total</b>         | <b>864</b>         |

En los siguientes cuadros se muestran los valores estructurales de los árboles, arbustos y hierbas en la microcuenca.

Cuadro IV. 44 Valores estructurales de los árboles en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | SISTEMA AMBIENTAL |           |            |          |      |
|--------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------|------|
|                                | DEN               | DEN. REL. | FREC. REL. | AB. REL. | IVI  |
| <i>Acacia pennatula</i>        | 4                 | 1.11      | 4.11       | 0.41     | 5.63 |
| <i>Arctostaphylos pungens</i>  | 1                 | 0.28      | 1.37       | 0.06     | 1.71 |
| <i>Bursera bipinnata</i>       | 3                 | 0.84      | 2.74       | 0.26     | 3.84 |
| <i>Bursera excelsa</i>         | 3                 | 0.84      | 4.11       | 0.51     | 5.46 |
| <i>Bursera fagaroides</i>      | 5                 | 1.39      | 6.85       | 0.75     | 9.00 |
| <i>Bursera galeottiana</i>     | 2                 | 0.56      | 2.74       | 0.21     | 3.50 |
| <i>Bursera glabrifolia</i>     | 3                 | 0.84      | 2.74       | 0.12     | 3.70 |
| <i>Bursera schlechtendalii</i> | 1                 | 0.28      | 1.37       | 0.02     | 1.67 |

| NOMBRE CIENTÍFICO                   | SISTEMA AMBIENTAL |               |            |            |            |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|------------|------------|------------|
|                                     | DEN               | DEN. REL.     | FREC. REL. | AB. REL.   | IVI        |
| <i>Comarostaphylis polifolia</i>    | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.30       | 1.95       |
| <i>Dodonaea viscosa</i>             | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.02       | 1.67       |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>      | 6                 | 1.67          | 5.48       | 0.22       | 7.37       |
| <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.13       | 1.78       |
| <i>Jatropha andrieuxii</i>          | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.25       | 1.90       |
| <i>Juniperus flaccida</i>           | 3                 | 0.84          | 4.11       | 0.82       | 5.76       |
| <i>Leucaena esculenta</i>           | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.09       | 1.74       |
| <i>Lysiloma divaricata</i>          | 5                 | 1.39          | 2.74       | 1.77       | 5.90       |
| <i>Nolina parviflora</i>            | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.02       | 1.67       |
| <i>Quercus glaucoides</i>           | 81                | 22.56         | 16.44      | 27.30      | 66.30      |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>        | 224               | 62.40         | 23.29      | 66.05      | 151.73     |
| <i>Rhus schiedeana</i>              | 7                 | 1.95          | 6.85       | 0.40       | 9.20       |
| <i>Roldana eriophylla</i>           | 4                 | 1.11          | 5.48       | 0.24       | 6.83       |
| <i>Wimmeria pubescens</i>           | 1                 | 0.28          | 1.37       | 0.03       | 1.68       |
|                                     | <b>359</b>        | <b>100.00</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

Cuadro IV. 45 Valores estructurales de los arbustos en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO            | SISTEMA AMBIENTAL |           |            |          |       |
|------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------|-------|
|                              | DEN               | DEN. REL. | FREC. REL. | AB. REL. | IVI   |
| <i>Acacia pennatula</i>      | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.83     | 1.86  |
| <i>Acalypha langiana</i>     | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.01     | 1.05  |
| <i>Agave angustifolia</i>    | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.18     | 1.21  |
| <i>Agave marmorata</i>       | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.02     | 1.06  |
| <i>Agave potatorum</i>       | 7                 | 2.28      | 3.55       | 0.76     | 6.59  |
| <i>Ageratina espinosarum</i> | 47                | 15.31     | 10.64      | 13.62    | 39.57 |
| <i>Ageratum corymbosum</i>   | 27                | 8.79      | 8.51       | 8.33     | 25.64 |
| <i>Bouvardia longiflora</i>  | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.01     | 1.04  |
| <i>Bursera bipinnata</i>     | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.81     | 1.84  |
| <i>Bursera excelsa</i>       | 2                 | 0.65      | 1.42       | 0.03     | 2.10  |
| <i>Bursera fagaroides</i>    | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.87     | 1.90  |
| <i>Bursera galeottiana</i>   | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.02     | 1.05  |

Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.

| NOMBRE CIENTÍFICO                   | SISTEMA AMBIENTAL |           |            |          |       |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------|-------|
|                                     | DEN               | DEN. REL. | FREC. REL. | AB. REL. | IVI   |
| <i>Bursera glabrifolia</i>          | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.28     | 1.32  |
| <i>Calliandra houstoniana</i>       | 3                 | 0.98      | 2.13       | 0.48     | 3.58  |
| <i>Cordia guerkeana</i>             | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.04     | 1.07  |
| <i>Coursetia glandulosa</i>         | 8                 | 2.61      | 3.55       | 1.47     | 7.63  |
| <i>Critoniopsis salicifolia</i>     | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.55     | 1.58  |
| <i>Dasyliirion serratifolium</i>    | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.18     | 1.21  |
| <i>Desmodium orbiculare</i>         | 2                 | 0.65      | 0.71       | 2.31     | 3.67  |
| <i>Dodonaea viscosa</i>             | 49                | 15.96     | 9.93       | 17.71    | 43.60 |
| <i>Erythroxyllum rotundifolium</i>  | 4                 | 1.30      | 2.13       | 0.31     | 3.74  |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>      | 11                | 3.58      | 2.84       | 2.21     | 8.63  |
| <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> | 1                 | 0.33      | 0.71       | 1.74     | 2.78  |
| <i>Indigofera platycarpa</i>        | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.06     | 1.09  |
| <i>Ipomoea pauciflora</i>           | 1                 | 0.33      | 0.71       | 1.17     | 2.21  |
| <i>Iresine diffusa</i>              | 2                 | 0.65      | 0.71       | 0.65     | 2.01  |
| <i>Lantana hirta</i>                | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.18     | 1.21  |
| <i>Leucaena esculenta</i>           | 3                 | 0.98      | 2.13       | 3.71     | 6.81  |
| <i>Lippia organoides</i>            | 6                 | 1.95      | 2.13       | 0.87     | 4.95  |
| <i>Lysiloma divaricata</i>          | 4                 | 1.30      | 1.42       | 2.99     | 5.71  |
| <i>Mentzelia aspera</i>             | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.18     | 1.21  |
| <i>Mimosa albida</i>                | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.40     | 1.44  |
| <i>Mimosa lactiflua</i>             | 2                 | 0.65      | 0.71       | 0.64     | 2.00  |
| <i>Nolina parviflora</i>            | 3                 | 0.98      | 2.13       | 1.25     | 4.36  |
| <i>Opuntia pubescens</i>            | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.36     | 1.39  |
| <i>Opuntia streptacantha</i>        | 3                 | 0.98      | 1.42       | 0.42     | 2.81  |
| <i>Parthenium tomentosum</i>        | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.29     | 1.33  |
| <i>Quercus glaucooides</i>          | 5                 | 1.63      | 2.13       | 1.51     | 5.26  |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>        | 28                | 9.12      | 4.96       | 16.40    | 30.49 |
| <i>Rhus schiedeana</i>              | 14                | 4.56      | 5.67       | 3.43     | 13.66 |
| <i>Senna villosa</i>                | 5                 | 1.63      | 2.13       | 1.00     | 4.76  |
| <i>Solanum erianthum</i>            | 1                 | 0.33      | 0.71       | 0.02     | 1.05  |
| <i>Stevia subpubescens</i>          | 29                | 9.45      | 6.38       | 5.29     | 21.12 |
| <i>Viguiera eriophora</i>           | 6                 | 1.95      | 2.13       | 0.95     | 5.04  |
| <i>Wimmeria pubescens</i>           | 11                | 3.58      | 3.55       | 2.57     | 9.70  |

| NOMBRE CIENTÍFICO         | SISTEMA AMBIENTAL |            |            |            |            |
|---------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
|                           | DEN               | DEN. REL.  | FREC. REL. | AB. REL.   | IVI        |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 5                 | 1.63       | 2.13       | 2.52       | 6.27       |
|                           | <b>307</b>        | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

Cuadro IV. 46 Valores estructurales de las hierbas en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | SISTEMA AMBIENTAL |            |            |            |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
|                                 | DEN               | DEN. REL.  | FREC. REL. | IVI        |
| <i>Aristida adscensionis</i>    | 37                | 18.69      | 14.29      | 32.97      |
| <i>Blechnum appendiculatum</i>  | 1                 | 0.51       | 1.59       | 2.09       |
| <i>Bouteloua repens</i>         | 16                | 8.08       | 4.76       | 12.84      |
| <i>Calliandra houstoniana</i>   | 3                 | 1.52       | 1.59       | 3.10       |
| <i>Commelina erecta</i>         | 7                 | 3.54       | 6.35       | 9.88       |
| <i>Crusea coccinea</i>          | 10                | 5.05       | 7.94       | 12.99      |
| <i>Desmodium procumbens</i>     | 4                 | 2.02       | 3.17       | 5.19       |
| <i>Echeandia vestita</i>        | 7                 | 3.54       | 6.35       | 9.88       |
| <i>Euphorbia hyssopifolia</i>   | 4                 | 2.02       | 4.76       | 6.78       |
| <i>Habenaria macroceratitis</i> | 2                 | 1.01       | 1.59       | 2.60       |
| <i>Herissantia crispa</i>       | 1                 | 0.51       | 1.59       | 2.09       |
| <i>Lantana camara</i>           | 1                 | 0.51       | 1.59       | 2.09       |
| <i>Melinis repens</i>           | 2                 | 1.01       | 3.17       | 4.18       |
| <i>Melochia tomentosa</i>       | 4                 | 2.02       | 3.17       | 5.19       |
| <i>Mimosa lactiflua</i>         | 6                 | 3.03       | 3.17       | 6.20       |
| <i>Mitracarpus hirtus</i>       | 47                | 23.74      | 11.11      | 34.85      |
| <i>Phlebodium pseudoaureum</i>  | 5                 | 2.53       | 3.17       | 5.70       |
| <i>Polygala purpusii</i>        | 16                | 8.08       | 3.17       | 11.26      |
| <i>Quercus glaucoides</i>       | 1                 | 0.51       | 1.59       | 2.09       |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>    | 2                 | 1.01       | 1.59       | 2.60       |
| <i>Stevia subpubescens</i>      | 1                 | 0.51       | 1.59       | 2.09       |
| <i>Tagetes lucida</i>           | 17                | 8.59       | 7.94       | 16.52      |
| <i>Zinnia peruviana</i>         | 4                 | 2.02       | 4.76       | 6.78       |
|                                 | <b>198</b>        | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>200</b> |

Cuadro IV. 47 Valores estructurales para las suculentas arbóreas en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO        | SISTEMA AMBIENTAL |               |            |            |            |
|--------------------------|-------------------|---------------|------------|------------|------------|
|                          | DEN               | DEN. REL.     | FREC. REL. | AB. REL.   | IVI        |
| <i>Nolina parviflora</i> | 1                 | 100.00        | 100        | 100.00     | 300.00     |
|                          | <b>1</b>          | <b>100.00</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

En el siguiente cuadro se muestran los valores estructurales para las suculentas de porte arbustivo.

Cuadro IV. 48 . Valores estructurales para las suculentas arbustivas en el Sistema Ambiental

| NOMBRE CIENTÍFICO              | SISTEMA AMBIENTAL |            |            |            |            |
|--------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
|                                | DEN               | DEN. REL.  | FREC. REL. | AB. REL.   | IVI        |
| <i>Agave angustifolia</i>      | 1                 | 5.88       | 7.14       | 5.61       | 18.63      |
| <i>Agave marmorata</i>         | 1                 | 5.88       | 7.14       | 0.78       | 13.81      |
| <i>Agave potatorum</i>         | 7                 | 41.18      | 35.71      | 23.99      | 100.88     |
| <i>Dasyliion serratifolium</i> | 1                 | 5.88       | 7.14       | 5.61       | 18.63      |
| <i>Nolina parviflora</i>       | 3                 | 17.65      | 21.43      | 39.57      | 78.65      |
| <i>Opuntia pubescens</i>       | 1                 | 5.88       | 7.14       | 11.32      | 24.35      |
| <i>Opuntia streptacantha</i>   | 3                 | 17.65      | 14.29      | 13.12      | 45.05      |
|                                | <b>17</b>         | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

En el Sistema Ambiental, los árboles con los valores más altos de densidad son *Quercus magnoliifolia* y *Quercus glaucooides*, ambos poseen más del 50% de individuos del total del SA. El resto de las especies poseen menos de 10 individuos. Ambas especies poseen el valor más alto de IVI en el Sistema Ambiental.

Respecto a los arbustos, las mayores densidades las tienen *Dodonaea viscosa*, *Ageratina espinosarum*, *Stevia pubescens*, *Quercus magnoliifolia* y *Ageratum corymbosum*; los valores de IVI más altos lo poseen *Dodonaea viscosa*, *Ageratina espinosarum*, *Quercus magnoliifolia*, *Ageratum corymbosum* y *Stevia pubescens*.

Las hierbas con las mayores densidades son *Mitracarpus hirtus*, *Aristida adscensionis*, *Tagetes lucida*, *Bouteloua repens* y *Polygala purpusii*; así mismo, las especies con los valores más altos de IVI son *Mitracarpus hirtus*, *Aristida adscensionis*, *Tagetes lucida*, *Crusea coccinea* y *Bouteloua repens*.

En el caso de las suculentas arbustivas, *Nolina parviflora* está presente en tanto en el predio como en el sistema Ambiental; mientras que, *Agave angustifolia* y *Dasyllirion serratifolium* se registraron en el Sistema Ambiental, pero no en el sitio del proyecto.

Respecto a las orquídeas solo se registró una especie en el Sistema Ambiental, ésta es *Habenaria macroceratitis*, con dos individuos. En el sitio del proyecto no se registraron especies de esta familia. Los datos estructurales de esta especie se muestran en el concentrado general de las hierbas.

### **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia**

En la totalidad de la superficie muestreada (1,000 m<sup>2</sup>) se registraron 328 individuos en el Sistema Ambiental. En el siguiente cuadro se muestra el número de individuos por forma de crecimiento.

Cuadro IV. 49 Número de individuos por forma de crecimiento.

| Forma de crecimiento | Sistema Ambiental |
|----------------------|-------------------|
| Árboles              | 105               |
| Arbustos             | 173               |
| Hierbas              | 50                |
| <b>Total</b>         | <b>328</b>        |

En los siguientes cuadros se muestran los valores estructurales de los árboles, arbustos y hierbas en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 50 Valores estructurales de los árboles en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO          | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |               |          |       |
|----------------------------|-------------------|-----------|------|------------|---------------|----------|-------|
|                            | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | AB EN 0.1 Has | AB. REL. | IVI   |
| <i>Acacia pennatula</i>    | 4                 | 3.81      | 1    | 2.78       | 272.75        | 1.46     | 8.04  |
| <i>Aralia humilis</i>      | 1                 | 0.95      | 1    | 2.78       | 28.27         | 0.15     | 3.88  |
| <i>Bursera bipinnata</i>   | 2                 | 1.90      | 1    | 2.78       | 50.18         | 0.27     | 4.95  |
| <i>Bursera excelsa</i>     | 5                 | 4.76      | 3    | 8.33       | 2220.6        | 11.86    | 24.96 |
| <i>Bursera fagaroides</i>  | 14                | 13.33     | 3    | 8.33       | 2780.69       | 14.85    | 36.52 |
| <i>Bursera galeottiana</i> | 1                 | 0.95      | 1    | 2.78       | 907.69        | 4.85     | 8.58  |
| <i>Bursera simplex</i>     | 5                 | 4.76      | 3    | 8.33       | 1382.05       | 7.38     | 20.48 |

| NOMBRE CIENTÍFICO                   | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |               |          |       |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|------|------------|---------------|----------|-------|
|                                     | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | AB EN 0.1 Has | AB. REL. | IVI   |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i>   | 7                 | 6.67      | 4    | 11.11      | 228.92        | 1.22     | 19.00 |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>      | 12                | 11.43     | 3    | 8.33       | 778.24        | 4.16     | 23.92 |
| <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> | 1                 | 0.95      | 1    | 2.78       | 21.24         | 0.11     | 3.84  |
| <i>Lysiloma divaricata</i>          | 16                | 15.24     | 5    | 13.89      | 7705.43       | 41.16    | 70.29 |
| <i>Pittocaulon praecox</i>          | 2                 | 1.90      | 1    | 2.78       | 62.24         | 0.33     | 5.02  |
| <i>Plumeria rubra</i>               | 2                 | 1.90      | 1    | 2.78       | 83.17         | 0.44     | 5.13  |
| <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i>  | 2                 | 1.90      | 2    | 5.56       | 80.34         | 0.43     | 7.89  |
| <i>Quercus glaucoides</i>           | 2                 | 1.90      | 1    | 2.78       | 680.67        | 3.64     | 8.32  |
| <i>Wimmeria pubescens</i>           | 29                | 27.62     | 5    | 13.89      | 1437.71       | 7.68     | 49.19 |
|                                     | 105               | 100       | 36   | 100        | 18720.19      | 100      | 300   |

Cuadro IV. 51 Valores estructurales de los arbustos en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO                 | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |            |          |       |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------|------------|------------|----------|-------|
|                                   | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | AB EN 125m | AB. REL. | IVI   |
| <i>Agave marmorata</i>            | 4                 | 2.31      | 2    | 3.57       | 9.27       | 5.70     | 11.59 |
| <i>Ageratina espinosarum</i>      | 7                 | 4.05      | 3    | 5.36       | 9.45       | 5.81     | 15.22 |
| <i>Ageratum corymbosum</i>        | 16                | 9.25      | 2    | 3.57       | 6.82       | 4.20     | 17.02 |
| <i>Bursera excelsa</i>            | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 0.95       | 0.58     | 2.95  |
| <i>Bursera fagaroides</i>         | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 4.91       | 3.02     | 5.38  |
| <i>Cascabela ovata</i>            | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 1.23       | 0.76     | 3.12  |
| <i>Cordia curassavica</i>         | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 0.16       | 0.10     | 2.46  |
| <i>Coursetia glandulosa</i>       | 11                | 6.36      | 3    | 5.36       | 12.18      | 7.49     | 19.21 |
| <i>Croton mazapensis</i>          | 6                 | 3.47      | 2    | 3.57       | 7.41       | 4.56     | 11.60 |
| <i>Dodonaea viscosa</i>           | 7                 | 4.05      | 2    | 3.57       | 4.42       | 2.72     | 10.34 |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 2                 | 1.16      | 2    | 3.57       | 2.91       | 1.79     | 6.52  |
| <i>Euphorbia schlechtendalii</i>  | 8                 | 4.62      | 3    | 5.36       | 11.85      | 7.29     | 17.27 |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>    | 9                 | 5.20      | 4    | 7.14       | 6.36       | 3.91     | 16.26 |
| <i>Hechtia podantha</i>           | 3                 | 1.73      | 1    | 1.79       | 3.62       | 2.23     | 5.75  |
| <i>Iresine diffusa</i>            | 7                 | 4.05      | 1    | 1.79       | 2.95       | 1.81     | 7.65  |
| <i>Jatropha neopauciflora</i>     | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 2.41       | 1.48     | 3.85  |

| NOMBRE CIENTÍFICO              | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |            |          |       |
|--------------------------------|-------------------|-----------|------|------------|------------|----------|-------|
|                                | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | AB EN 125m | AB. REL. | IVI   |
| <i>Lantana camara</i>          | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 0.33       | 0.20     | 2.57  |
| <i>Lantana hirta</i>           | 2                 | 1.16      | 2    | 3.57       | 1.33       | 0.82     | 5.55  |
| <i>Lippia organoides</i>       | 15                | 8.67      | 3    | 5.36       | 5.03       | 3.09     | 17.12 |
| <i>Lysiloma divaricata</i>     | 4                 | 2.31      | 2    | 3.57       | 7.4        | 4.55     | 10.44 |
| <i>Mimosa albida</i>           | 3                 | 1.73      | 1    | 1.79       | 1.05       | 0.65     | 4.17  |
| <i>Mimosa lactiflua</i>        | 23                | 13.29     | 4    | 7.14       | 13.44      | 8.27     | 28.71 |
| <i>Opuntia pubescens</i>       | 1                 | 0.58      | 1    | 1.79       | 0.2        | 0.12     | 2.49  |
| <i>Senna atomaria</i>          | 4                 | 2.31      | 2    | 3.57       | 0.63       | 0.39     | 6.27  |
| <i>Stevia subpubescens</i>     | 2                 | 1.16      | 2    | 3.57       | 1.23       | 0.76     | 5.48  |
| <i>Tephrosia nicaraguensis</i> | 6                 | 3.47      | 1    | 1.79       | 1.6        | 0.98     | 6.24  |
| <i>Wimmeria pubescens</i>      | 25                | 14.45     | 5    | 8.93       | 40.2       | 24.73    | 48.11 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>      | 2                 | 1.16      | 2    | 3.57       | 3.22       | 1.98     | 6.71  |
|                                | 173               | 100       | 56   | 100        | 162.56     | 100.00   | 300   |

Cuadro IV. 52 Valores estructurales de las hierbas en el Sistema Ambiental.

| NOMBRE CIENTÍFICO            | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |       |
|------------------------------|-------------------|-----------|------|------------|-------|
|                              | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | IVI   |
| <i>Ageratina espinosarum</i> | 4                 | 8         | 2    | 11.11      | 19.11 |
| <i>Ageratum corymbosum</i>   | 4                 | 8         | 2    | 11.11      | 19.11 |
| <i>Aristida adscensionis</i> | 7                 | 14        | 2    | 11.11      | 25.11 |
| <i>Bidens odorata</i>        | 3                 | 6         | 2    | 11.11      | 17.11 |
| <i>Bouteloua repens</i>      | 9                 | 18        | 2    | 11.11      | 29.11 |
| <i>Coursetia glandulosa</i>  | 1                 | 2         | 1    | 5.556      | 7.56  |
| <i>Melinis repens</i>        | 2                 | 4         | 1    | 5.556      | 9.56  |
| <i>Mentzelia aspera</i>      | 2                 | 4         | 1    | 5.556      | 9.56  |
| <i>Porophyllum ruderale</i>  | 9                 | 18        | 2    | 11.11      | 29.11 |
| <i>Sida abutilifolia</i>     | 2                 | 4         | 1    | 5.556      | 9.56  |
| <i>Tagetes lucida</i>        | 4                 | 8         | 1    | 5.556      | 13.56 |
| <i>Zinnia peruviana</i>      | 3                 | 6         | 1    | 5.556      | 11.56 |
|                              | 50                | 100       | 18   | 100        | 200   |

Las especies con hábito de crecimiento suculento y arrosetado son las siguientes:

Cuadro IV. 53 Valores estructurales de las especies suculentas y arrosetadas existentes en el SA.

| NOMBRE CIENTÍFICO        | SISTEMA AMBIENTAL |           |      |            |          |        |
|--------------------------|-------------------|-----------|------|------------|----------|--------|
|                          | DEN               | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | AB. REL. | IVI    |
| <i>Agave marmorata</i>   | 4                 | 50.00     | 2    | 50.00      | 70.82    | 170.82 |
| <i>Hechtia podantha</i>  | 3                 | 37.50     | 1    | 25.00      | 27.65    | 90.15  |
| <i>Opuntia pubescens</i> | 1                 | 12.50     | 1    | 25.00      | 1.53     | 39.03  |
|                          | 8                 | 100       | 4    | 100        | 100.00   | 300    |

En el Sistema Ambiental, los árboles con los valores de densidad más altos son *Wimmeria pubescens*, *Lysiloma divaricata*, *Bursera fagaroides* y *Eysenhardtia orthocarpa*, mientras que los valores de IVI más altos corresponden a *Lysiloma divaricata*, *Wimmeria pubescens*, *Bursera fagaroides* y *Bursera excelsa*.

Respecto a los arbustos, las especies con los valores de densidad más altos son *Wimmeria pubescens*, *Mimosa lactiflua* y *Lippia organoides*; estas mismas especies poseen los valores más altos del IVI.

Las hierbas con el mayor número de individuos son *Bouteloua repens*, *Porophyllum ruderale* y *Aristida adscensionis*, las cuales también poseen los valores más altos del IVI.

No se registraron epífitas en el Sistema Ambiental de estudio.

## Diversidad florística

### Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En el siguiente cuadro se muestran los valores de diversidad calculados para la Microcuenca:

Cuadro IV. 54 Valores de diversidad calculados para los árboles, arbustos y hierbas en la microcuenca.

| SISTEMA AMBIENTAL | No. Ind. | S  | d    | H'   | D    | E    |
|-------------------|----------|----|------|------|------|------|
| Árboles           | 359      | 22 | 0.62 | 1.33 | 0.56 | 0.43 |
| Arbustos          | 307      | 46 | 0.16 | 2.97 | 0.92 | 0.78 |
| Hierbas           | 198      | 23 | 0.20 | 2.51 | 0.88 | 0.80 |

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; H'= Índice de Shannon-Weiner; D= Índice de Simpson; E= Equitatividad

**-Índice de Berger-Parker (d):**

Como se observa en el cuadro anterior, el número de arbustos es mayor en comparación con los árboles y las hierbas. Así también, el número de especies (S) es mayor en los arbustos, seguido de los árboles y al final las hierbas. Respecto al índice de Berger-Parker, el valor más alto en los árboles está dado por *Quercus magnoliifolia*, ya que esta especie posee el 48% del total de los individuos de porte arbóreo. En los arbustos, el valor más alto de este índice corresponde a *Dodonaea viscosa*, ya que posee el 20% del total de los individuos arbustivos en el predio. En las hierbas, *Polygala purpusii* es la especie con el valor más alto en este índice, ya que el 31% de los individuos corresponden a esta especie.

**-Índice de Shannon-Weiner (H'):**

Una forma de analizar la diversidad de un sitio es mediante la equidad, que es un parámetro inverso a la dominancia. Por ello, mientras más alto es el valor más diverso resulta el sitio. Para el presente estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, que contempla la cantidad de especies presentes en el grupo (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). La interpretación se hace de la siguiente manera:

Cuadro IV. 55 Índice de Shannon-Weiner (H'):

| Valores     | Significancia    |
|-------------|------------------|
| 0 - 1.35    | Diversidad baja  |
| 1.36 – 3.5  | Diversidad media |
| Mayor a 3.5 | Diversidad alta  |

**Así, los árboles del Sistema Ambiental poseen una Diversidad Baja (1.33), mientras que los arbustos (2.97) y las hierbas (2.51) poseen una Diversidad Media.**

**-Índice de Simpson (D):**

El índice de Simpson (D) se basa en parámetros inversos a la equidad; por ello, cuando el valor del índice incrementa, la diversidad decrece. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como el inverso del índice de Simpson; así, cuando mayor es el valor del inverso de este índice, más diverso es el sitio. El índice de Simpson se interpreta usando la siguiente escala de significancia entre 0 y 1, así:

Cuadro IV. 56 Índice de Simpson (D).

| Valores     | Significancia    |
|-------------|------------------|
| 0 - 0.33    | Diversidad baja  |
| 0.34 – 0.66 | Diversidad media |
| >0.67       | Diversidad alta  |

De acuerdo a la escala anterior, **los árboles del predio presentan una Diversidad Media (0.56), mientras que los arbustos (0.92) y las hierbas (0.88) poseen una Diversidad Alta.**

**-Equitatividad (E):**

La equitatividad (E) correspondiente al índice de Shannon fue calculada con la Equidad de *Pielou*. Si todas las especies de una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la Equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

El significado de diversidad se interpreta con base a la siguiente escala entre 0 y 1 así:

Cuadro IV. 57 Equitatividad (E).

| Valores     | Significancia                         |                  |
|-------------|---------------------------------------|------------------|
| 0 - 0.33    | Heterogéneo en abundancia             | Diversidad baja  |
| 0.34 – 0.66 | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| >0.67       | Homogéneo en abundancia               | Diversidad alta  |

Por lo anterior, **los árboles poseen una Diversidad media (0.43)**, que indica que son ligeramente heterogéneos en abundancia. **Los arbustos y las hierbas poseen una Diversidad Alta (0.78 y 0.80, respectivamente)**, ya que las abundancias entre las especies son más homogéneas.

**DIVERSIDAD DE AGAVES Y CACTACEAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.**

En el siguiente cuadro se muestran los valores de diversidad de especies suculentas calculados para el Sistema Ambiental; no se presentan valores para las suculentas arborescentes, ya que hay solo un individuo de una sola especie, por lo que los cálculos no se realizaron.

Cuadro IV. 58 Valores de diversidad calculados para las suculentas arbustivas en el Sistema Ambiental.

| SISTEMA AMBIENTAL | No. Ind. | S | d    | H'   | D    | E    |
|-------------------|----------|---|------|------|------|------|
| Arbustos          | 17       | 7 | 0.41 | 1.64 | 0.75 | 0.84 |

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; H'= Índice de Shannon-Weiner; D= Índice de Simpson; E= Equitatividad

Como se ha indicado anteriormente, no existen suculentas de porte arbóreo y la única especie herbácea de orquídea que existe en el Sistema Ambiental se presenta en el concentrado general del estrato herbáceo, ya que, al ser una sola especie, no es posible calcular los valores de diversidad.

#### Índice de Berger-Parker (d):

Como se observa en el cuadro anterior, el número de individuos arbustivos es de 17, que corresponden a 7 especies. El índice de Berger-Parker está dado por *Agave potatorum* que es la especie más abundante.

#### Índice de Shannon-Weiner (H'):

Así, las especies suculentas de porte arbustivo poseen una Diversidad Media (1.64).

#### Índice de Simpson (D):

De acuerdo a la escala anterior, las especies suculentas de porte arbustivo poseen una Diversidad Alta (0.75).

#### Equitatividad (E):

Por lo anterior, las especies suculentas de porte arbustivo poseen una Diversidad Alta (0.84), ya que las abundancias entre las especies son más homogéneas.

### **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia**

En el siguiente cuadro se muestran los valores de diversidad calculados para el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 59 Valores de diversidad calculados para los árboles, arbustos y hierbas.

| SISTEMA AMBIENTAL | No. Ind. | S  | d    | H'   | D    | E    |
|-------------------|----------|----|------|------|------|------|
| Árboles           | 105      | 16 | 0.15 | 2.26 | 0.86 | 0.82 |
| Arbustos          | 173      | 28 | 0.14 | 2.89 | 0.93 | 0.87 |
| Hierbas           | 50       | 12 | 0.18 | 2.30 | 0.88 | 0.93 |
| Suculentas        | 8        | 3  | 0.50 | 0.97 | 0.59 | 0.89 |

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; H'= Índice de Shannon-Weiner; D= Índice de Simpson; E= Equitatividad

#### **-Índice de Berger-Parker (d):**

Como se observa en el cuadro anterior, los arbustos poseen la mayor cantidad de individuos, así como el mayor número de especies, seguido por los árboles y posteriormente las hierbas. Respecto al índice de Berger-Parker, el valor más alto en los árboles está dado por *Wimmeria pubescens*, ya que esta especie posee el 27.62% del total de los individuos de porte arbóreo. En los arbustos, el valor más alto de este índice corresponde a *Wimmeria pubescens*, abarcando el 14% del total de los individuos arbustivos. En las hierbas, *Bouteloua repens* y *Porophyllum ruderale* son las especies con los valores más altos de este índice, ya que estas especies poseen cada una el 18% del total de los individuos.

#### **-Índice de Shannon-Weiner (H'):**

Cuadro IV. 60 Índice de Shannon – Weiner (H').

| Valores     | Significancia    |
|-------------|------------------|
| 0 - 1.35    | Diversidad baja  |
| 1.36 – 3.5  | Diversidad media |
| Mayor a 3.5 | Diversidad alta  |

De acuerdo a los valores presentados en el índice de Shannon-Weiner, **los árboles (2.26), arbustos (2.89) y hierbas (2.30) del Sistema Ambiental poseen una Diversidad Media.**

**-Índice de Simpson (D):**

El índice de Simpson se interpreta usando la siguiente escala de significancia entre 0 y 1, así:

Cuadro IV. 61 Índice de Simpson (D).

| Valores    | Significancia    |
|------------|------------------|
| 0 - 0.33   | Diversidad baja  |
| 0.1 – 0.66 | Diversidad media |
| >0.67      | Diversidad alta  |

De acuerdo a la escala anterior, **los árboles (0.86), arbustos (0.93) y hierbas (0.88) del Sistema Ambiental poseen una Diversidad Alta.**

**-Equitatividad (E):**

La equitatividad (E) correspondiente al índice de Shannon fue calculada con la Equidad de Pielou.

El significado de diversidad se interpreta con base a la siguiente escala entre 0 y 1 así:

Cuadro IV. 62 Índice de Equitatividad (E).

| Valores    | Significancia                         |                  |
|------------|---------------------------------------|------------------|
| 0 - 0.33   | Heterogéneo en abundancia             | Diversidad baja  |
| 0.1 – 0.66 | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| >0.67      | Homogéneo en abundancia               | Diversidad alta  |

Por lo anterior, **los árboles (0.82), los arbustos (0.87) y las hierbas (0.93) del Sistema Ambiental poseen una Diversidad Alta**, que indica que son homogéneos en la abundancia de las especies.

**DESCRIPCION DE LA VEGETACION DE LOS POLIGONOS SUJETOS A CAMBIO DE USO DE SUELO.**

**- Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

En el Polígono 1, que abarca una superficie de 20.33 ha, se desarrollan los siguientes tipos de vegetación.

Este tipo de vegetación abarca la mayor superficie en el predio y las especies dominantes son *Quercus magnifolia* y *Quercus glaucoides*, que alcanzan alturas de 10 a 15 m, principalmente en las zonas más protegidas y pequeñas cañadas que se forman. En las áreas abiertas del predio, la altura de los árboles dominantes va de 6 a 8 m. Otras especies acompañantes son *Juniperus flaccida*, *Acacia*

*pennatula* y *Leucaena esculenta*. Existen algunos individuos aislados de *Nolina parvifolia*, que le da una fisonomía particular a la vegetación.



Figura IV. 54 Aspecto general del bosque de encino, con *Quercus magnoliifolia* como especie dominante.



Figura IV. 55 Aspecto general del bosque de encino en la parte seca, con *Quercus glaucooides* como especie dominante.



Figura IV. 56 Presencia de *Nolina parviflora* como elemento particular del bosque de encino.

El estrato arbustivo está representado principalmente por *Acacia pennatula*, *Arctostaphylos pungens*, *Dodonaea viscosa*, *Ipomoea pauciflora*, *Iresine difusa*, *Lippia organoides*, entre otros. Es notoria la presencia de especies arrosetadas como *Agave angustifolia*, *A. marmorata* y *A. potatorum*. También algunas cactáceas globosas del género *Mammillaria*.

Las epífitas existentes son principalmente especies del género *Tillandsia*, destacando *T. usneoides* y algunas orquídeas del género *Encyclia*.

El estrato herbáceo es escaso, principalmente por que las hojas de los encinos caen y cubren el suelo, impidiendo la germinación y desarrollo de las hierbas. Las especies predominantes son *Aristida adscensionis*, *Bouteloua repens*, *Commelina erecta*, *Crusea coccinea*, *Mitracarpus hirtus*, *Tagetes lucida* y *Stevia subpubescens*.



Figura IV. 57 Presencia de hierbas en las áreas abiertas del bosque de encino, con predominancia de pastos

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

En el Polígono 2, que abarca una superficie de 2.31 ha, se desarrollan los siguientes tipos de vegetación.

La vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia en el predio está representada principalmente por árboles de porte bajo, que alcanzan alturas de entre 5 y 7 m. Las principales especies pertenecen al género *Bursera*, como *Bursera bipinnata*, *B. excelsa*, *B. fagaroides*, *B. galeottiana* y *B. schlechtendalii*, acompañadas por *Quercus glaucooides*, que es una especie que prolifera en sitios abiertos y calurosos. Otros árboles con menor densidad son *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia orthocarpa*, *Heliocarpus terebinthinaceus* y *Pseudosmodium andrieuxii*.

El estrato arbustivo es abundante, sobre todo en los sitios más perturbados; las especies dominantes son *Calliandra houstoniana*, *Cnidocolus multilobus*, *Coursetia glandulosa*, *Desmodium orbiculare*, *Dodonaea viscosa*, *Erythroxylum rotundifolium*, *Iresine difusa*, *Jatropha andrieuxii*, *Lippia organoides*, *Mimosa albida*, *Senna villosa* y *Wimmeria pubescens*. Otras especies existentes en el estrato arbustivo son las Agaváceas y Cactáceas, que le dan un aspecto particular a este estrato; las principales especies son *Agave angustifolia*, *A. marmorata*, *A. potatorum*, *Opuntia pubescens* y *Opuntia streptacantha*.

El estrato herbáceo es muy cambiante, ya que en esta selva estacionalmente seca en época de lluvias las hierbas proliferan abundantemente y en época de secas tienen a desaparecer. Las principales

especies son *Commelina erecta*, *Crusea coccinea*, *Echeandia vestita*, *Elytraria imbricata*, *Lantana camara*, *Mammillaria* sp., *Melochia tomentosa*, *Polygala purpusii* y *Zinnia peruviana*.



Figura IV. 58.. Aspecto general de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, con dominancia de especies del género *Bursera*.

El grado de perturbación en este polígono es evidente, ya que en la mayor parte de la superficie solo existen algunos árboles aislados, principalmente de *Bursera excelsa* y *Leucaena esculenta*. Hacia la porción noroeste del predio, donde se forman unas cañadas, la vegetación está más conservada, principalmente por las pendientes pronunciadas que existen. Las especies arbóreas dominantes alcanzan alturas de 5 a 8 m, aunque predominan los de porte bajo; las principales especies son *Bursera excelsa*, *Bursera schlechtendalii*, *Eysenhardtia orthocarpa*, *Lysiloma divaricatum* y *Wimmeria pubescens*.



Figura IV. 59. Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en el Polígono 2, en la porción sureste.



Figura IV. 60. Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en el Polígono 2, en la porción noroeste.

El estrato arbustivo, que va de 1 a 5 m está representado por diversas especies, principalmente *Bursera excelsa*, *B. fagaroides*, *Dodonaea viscosa*, *Erythroxylum rotundifolium*, *Iresine difussa*, *Jatropha neopauciflora*, *Mimosa lactiflua*, *Opuntia pubescens*, entre otras.



Figura IV. 61. Diversidad de arbustos en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en el Polígono 2.

El estrato herbáceo está muy desarrollado principalmente en las áreas abiertas, donde proliferan diversas especies de las familias *Asteraceae*, *Leguminosae* y *Poaceae*, como *Ageratina espinosarum*, *Aristida adscensionis*, *Bidens odorata*, *Bouteloua repens*, *Melinis repens*, *Porophyllum riderale*, *Tagetes lucida*, entre otras.

#### **Curva de acumulación de especies.**

##### **- Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

Una vez realizado el muestreo de la vegetación, es importante determinar si éste es confiable y representativo de los atributos medidos. La “confiabilidad del muestreo” en ecología se refiere a qué tan bien un esfuerzo de muestreo refleja la verdadera diversidad de especies en una comunidad o área de estudio. Es una medida de cuánta confianza se puede tener en que los datos recopilados representan la realidad del ecosistema, en términos de cuántas especies están presentes y en qué abundancia.

Una de las herramientas clave para evaluar la confiabilidad del muestreo es por medio de las curvas de acumulación de especies, que son gráficos que muestran el número acumulado de especies observadas en una comunidad a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo. Este esfuerzo puede estar representado por el número de individuos contados, el número de muestras tomadas o el área muestreada. Las curvas de acumulación de especies son una herramienta fundamental en

ecología para entender la diversidad de una comunidad y la eficacia del muestreo. (Villarreal, *et al.*, 2006).

Para complementar el análisis de la confiabilidad de la toma de datos ecológicos de la vegetación, se utilizaron estimadores de la riqueza obtenida y esperada mediante el programa iNEXT (Interpolation and Extrapolation) (<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>) que es un paquete estadístico desarrollado para R, utilizado principalmente en ecología para analizar la diversidad de especies. Este paquete facilita la interpolación (estimación dentro del rango de datos observados) y extrapolación (estimación fuera del rango de datos observados) de las curvas de acumulación de especies y curvas de rarefacción, lo que permite evaluar la diversidad de especies en diferentes comunidades o hábitats.

En este caso, se utilizó un modelo no paramétrico ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado. El estimador de riqueza usado fue Chao1, ya que se cuenta con datos de abundancia por especie y con ello se estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los estimadores no paramétricos obtenidos con el programa iNEXT .

Cuadro IV. 63 : Resultados del estimador no paramétrico en el Polígono 1

|               | <b>PREDIO</b> |
|---------------|---------------|
| <b>n</b>      | 723           |
| <b>S. Obs</b> | 51            |
| <b>SC</b>     | 0.9820        |

n= número de individuos observados en las muestras de referencia (tamaño de la muestra)

S. obs= Número de especies observadas en las muestras de referencia

SC= cobertura del muestreo (eficiencia del muestreo)

Para el caso del Predio, las 51 especies encontradas representan el 98.20% de las especies que posiblemente se deben encontrar en el predio.

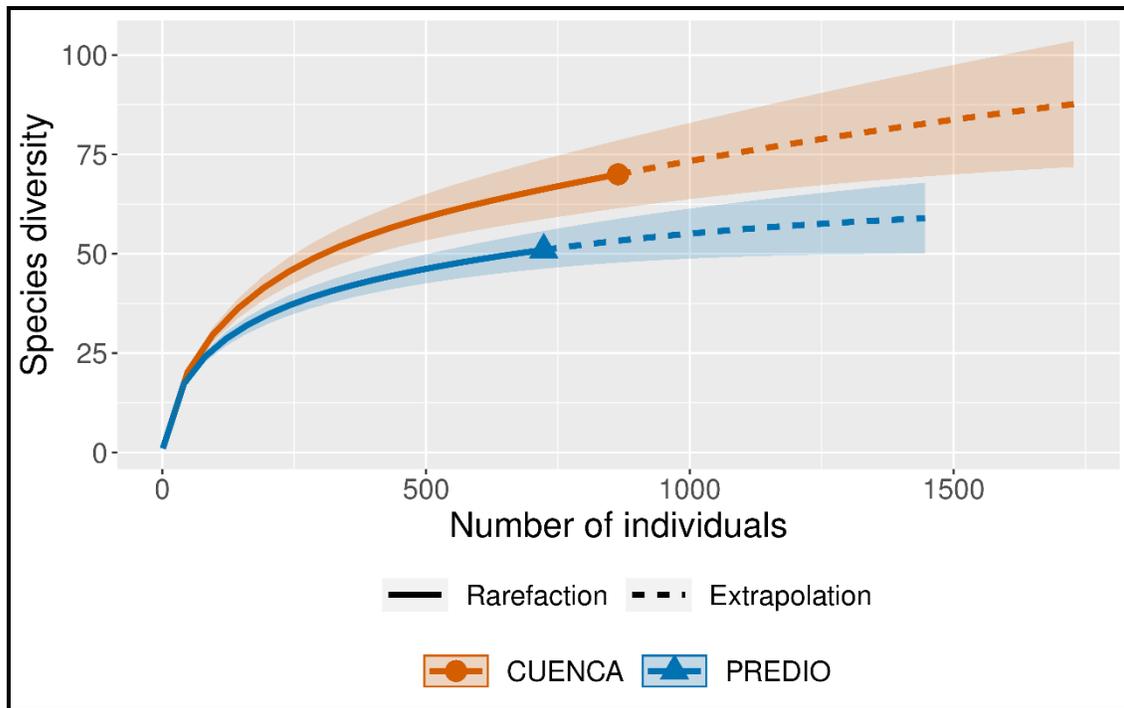


Figura IV. 62. Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta primera gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestreados.

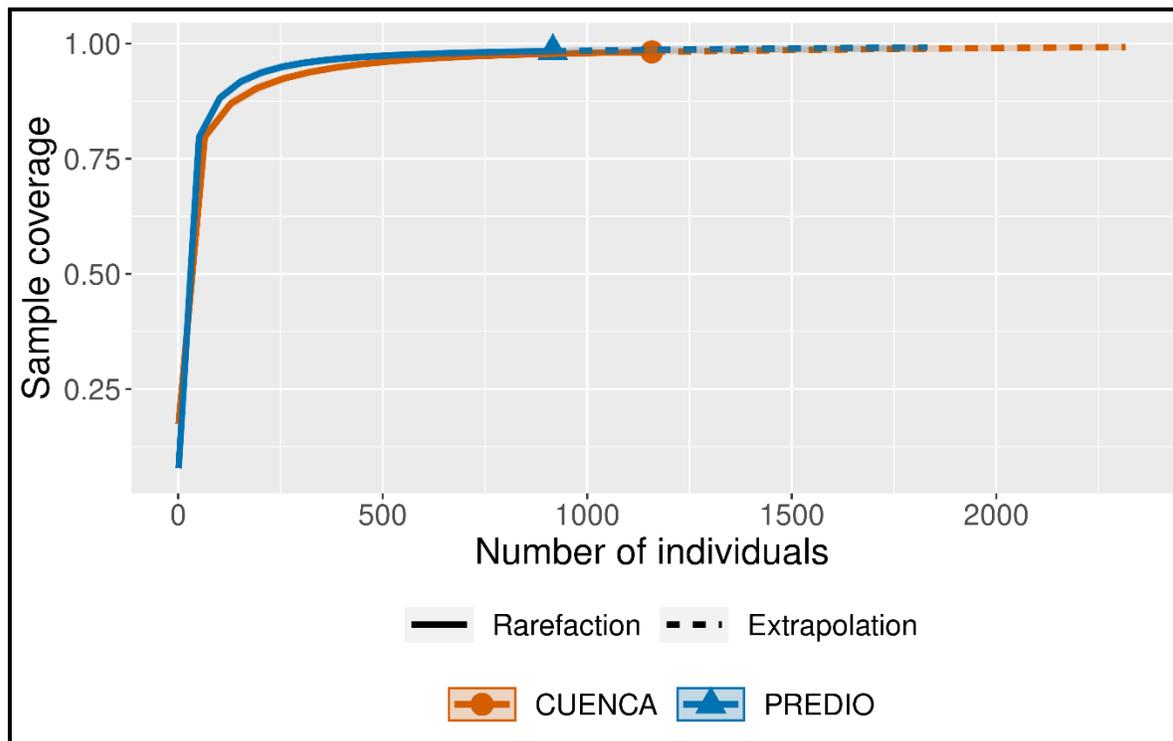


Figura IV. 63. Eficiencia del muestreo por unidad muestral

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo sugiere que en ambos casos (predio y microcuenca) se alcanza la asíntota en la diversidad observada y en ambos casos se ha registrado arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

Es importante determinar si el muestreo es confiable y representativo de los atributos medidos. Como se ha mencionado anteriormente, una de las herramientas clave para evaluar la confiabilidad del muestreo es por medio de las curvas de acumulación de especies, que son gráficos que muestran el número acumulado de especies observadas en una comunidad a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo. Este esfuerzo puede estar representado por el número de individuos contados, el número de muestras tomadas o el área muestreada. Las curvas de acumulación de especies son una herramienta fundamental en ecología para entender la diversidad de una comunidad y la eficacia del muestreo. (Villarreal, *et al.*, 2006).

Para complementar el análisis de la confiabilidad de la toma de datos ecológicos de la vegetación, se utilizaron estimadores de la riqueza obtenida y esperada mediante el programa iNEXT (Interpolation and Extrapolation) (<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>) que es un paquete estadístico desarrollado para R, utilizado principalmente en ecología para analizar la diversidad de especies.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los estimadores no paramétricos obtenidos con el programa iNEXT.

Cuadro IV. 64. Resultados del estimador no paramétrico en el Polígono 2.

|        | PREDIO |
|--------|--------|
| n      | 177    |
| S. Obs | 34     |
| SC     | 0.9608 |

Para el caso del Polígono 2, las 34 especies encontradas representan el 96.08% de las especies que posiblemente se deben encontrar en este sitio

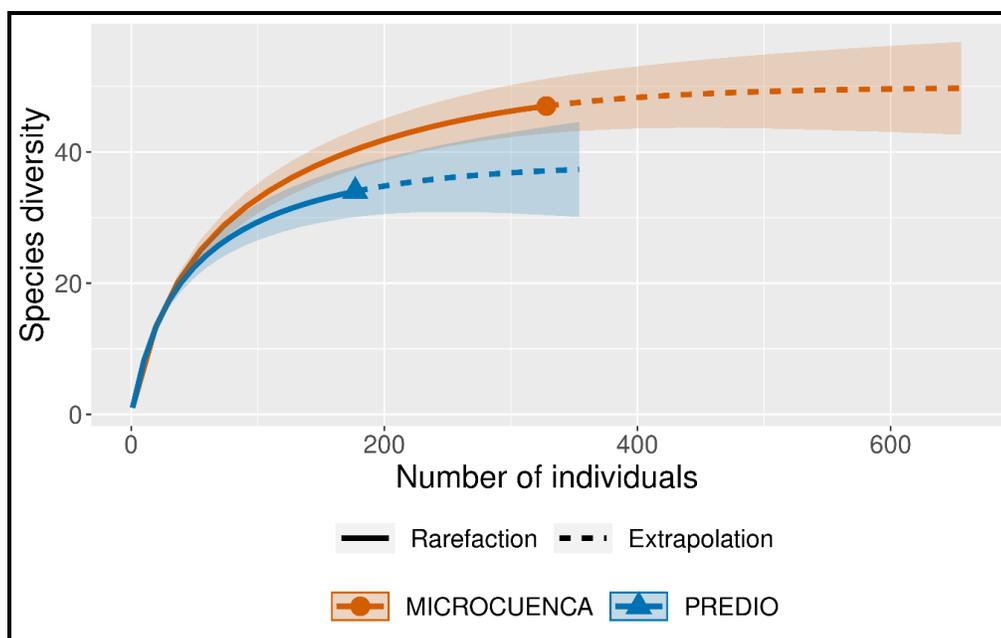


Figura IV. 64. Curva de acumulación de especies (acumulación de especies por unidad de muestreo).

Esta gráfica corresponde a la curva de acumulación de especies, que informa la diversidad de especies dado el número de individuos que se observaron y se observa que la curva alcanza la asíntota en el número de especies, tomando en cuenta el número de individuos muestreados.

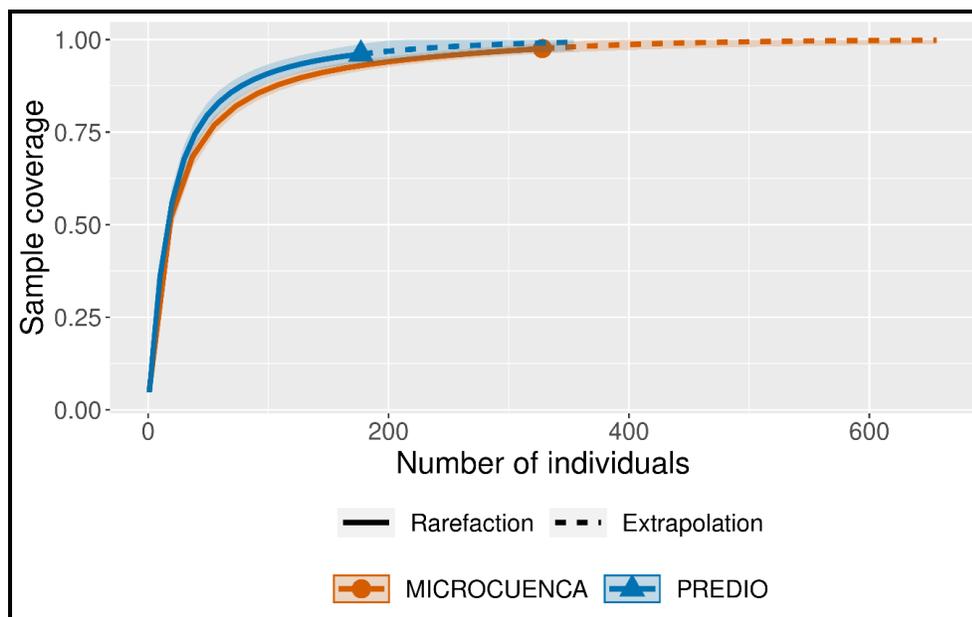


Figura IV. 65.. Eficiencia del muestreo por unidad muestral

Esta segunda gráfica indica la eficiencia del muestreo, dado el número de individuos observados en los muestreos y claramente se observa la asíntota alcanzada en la curva.

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo predictivo para validar el esfuerzo de muestreo del Polígono 2 sugiere que se alcanza la asíntota en la diversidad observada y en ambos casos se ha registrado arriba del 95% de las especies de plantas de probable ocurrencia.

#### Estructura cuantitativa de la vegetación.

##### - Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

En la totalidad de la superficie muestreada (4,000 m<sup>2</sup>) se registraron 723 individuos en el predio de estudio correspondiente al Polígono 1.

Cuadro IV. 65 : Número de individuos por forma de crecimiento

| FORMA DE CRECIMIENTO | PREDIO     |
|----------------------|------------|
| Árboles              | 266        |
| Arbustos             | 317        |
| Hierbas              | 140        |
| <b>Total</b>         | <b>723</b> |

En los siguientes cuadros se concentran los valores estructurales de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como el Índice de Valor de Importancia para el Predio.

Cuadro IV. 66 : Valores estructurales de los árboles en el predio

| NOMBRE CIENTÍFICO                    | POLIGONO 1 |                    |            |           |          |            |                        |                  |            |            |            |              |
|--------------------------------------|------------|--------------------|------------|-----------|----------|------------|------------------------|------------------|------------|------------|------------|--------------|
|                                      | DEN        | DEN ABS (0.40 Has) | DEN. REL.  | FREC      | ABS      | FREC. REL. | A.B. (cms) EN 0.40 Has | A.B.A.           | AB. REL.   | IVI        | IND /HA    | IND/20Has    |
| <i>Acacia pennatula</i>              | 2          | 5.00               | 0.75       | 2         | 0.10     | 3.92       | 173.42                 | 433.55           | 0.28       | 4.95       | 5          | 100          |
| <i>Arctostaphylos pungens</i>        | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 157.08                 | 392.7            | 0.25       | 2.59       | 3          | 50           |
| <i>Bursera fagaroides</i>            | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 25.52                  | 63.8             | 0.04       | 2.38       | 3          | 50           |
| <i>Bursera galeottiana</i>           | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 50.27                  | 125.675          | 0.08       | 2.42       | 3          | 50           |
| <i>Comarostaphylis polifolia</i>     | 3          | 7.50               | 1.13       | 2         | 0.10     | 3.92       | 883.61                 | 2209.025         | 1.41       | 6.46       | 8          | 150          |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>       | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 89.92                  | 224.8            | 0.14       | 2.48       | 3          | 50           |
| <i>Juniperus flaccida</i>            | 7          | 17.50              | 2.63       | 6         | 0.30     | 11.76      | 1282.65                | 3206.625         | 2.05       | 16.44      | 18         | 350          |
| <i>Leucaena esculenta</i>            | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 60.82                  | 152.05           | 0.10       | 2.43       | 3          | 50           |
| <i>Nolina parviflora</i>             | 3          | 7.50               | 1.13       | 2         | 0.10     | 3.92       | 304.62                 | 761.55           | 0.49       | 5.54       | 8          | 150          |
| <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 615.75                 | 1539.375         | 0.98       | 3.32       | 3          | 50           |
| <i>Pinus teocote</i>                 | 1          | 2.50               | 0.38       | 1         | 0.05     | 1.96       | 572.56                 | 1431.4           | 0.91       | 3.25       | 3          | 50           |
| <i>Quercus glaucooides</i>           | 101        | 252.50             | 37.97      | 11        | 0.55     | 21.57      | 25862.64               | 64656.6          | 41.29      | 100.83     | 253        | 5050         |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 127        | 317.50             | 47.74      | 10        | 0.50     | 19.61      | 31664.8                | 79162            | 50.55      | 117.90     | 318        | 6350         |
| <i>Rhus schiedeana</i>               | 11         | 27.50              | 4.14       | 9         | 0.45     | 17.65      | 748.11                 | 1870.275         | 1.19       | 22.98      | 28         | 550          |
| <i>Wimmeria pubescens</i>            | 5          | 12.50              | 1.88       | 2         | 0.10     | 3.92       | 146.7                  | 366.75           | 0.23       | 6.04       | 13         | 250          |
|                                      | <b>266</b> | <b>665.00</b>      | <b>100</b> | <b>51</b> | <b>3</b> | <b>100</b> | <b>62638.47</b>        | <b>156596.18</b> | <b>100</b> | <b>300</b> | <b>665</b> | <b>13300</b> |

Cuadro IV. 67 :. Valores estructurales de los arbustos en el predio

| NOMBRE CIENTÍFICO                  | POLIGONO 1 |                       |              |            |             |               |                  |                |             |            |              |               |
|------------------------------------|------------|-----------------------|--------------|------------|-------------|---------------|------------------|----------------|-------------|------------|--------------|---------------|
|                                    | DEN        | DEN ABS<br>(0.05 Has) | DEN.<br>REL. | FREC       | ABS         | FREC.<br>REL. | AB EN<br>0.05Has | A.B.A.         | AB.<br>REL. | IVI        | Ind/<br>1 ha | Ind/20<br>ha  |
| <i>Acacia pennatula</i>            | 2          | 40.00                 | 0.63         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.60             | 12.00          | 0.31        | 1.69       | 40           | 800           |
| <i>Agave marmorata</i>             | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 2.01             | 40.20          | 1.04        | 2.10       | 20           | 400           |
| <i>Agave potatorum</i>             | 9          | 180.00                | 2.84         | 4          | 0.20        | 2.99          | 4.23             | 84.60          | 2.18        | 8.01       | 180          | 3600          |
| <i>Ageratina espinosarum</i>       | 25         | 500.00                | 7.89         | 12         | 0.60        | 8.96          | 9.18             | 183.60         | 4.74        | 21.58      | 500          | 10000         |
| <i>Ageratum corymbosum</i>         | 43         | 860.00                | 13.56        | 18         | 0.90        | 13.43         | 23.87            | 477.40         | 12.33       | 39.32      | 860          | 17200         |
| <i>Arctostaphylos pungens</i>      | 3          | 60.00                 | 0.95         | 2          | 0.10        | 1.49          | 1.97             | 39.40          | 1.02        | 3.46       | 60           | 1200          |
| <i>Baccharis sordescens</i>        | 2          | 40.00                 | 0.63         | 2          | 0.10        | 1.49          | 0.81             | 16.20          | 0.42        | 2.54       | 40           | 800           |
| <i>Bouvardia longiflora</i>        | 8          | 160.00                | 2.52         | 5          | 0.25        | 3.73          | 0.9              | 18.00          | 0.46        | 6.72       | 160          | 3200          |
| <i>Bursera fagaroides</i>          | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 1.77             | 35.40          | 0.91        | 1.98       | 20           | 400           |
| <i>Bursera galeottiana</i>         | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 1.23             | 24.60          | 0.64        | 1.70       | 20           | 400           |
| <i>Bursera schlechtendalii</i>     | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.57             | 11.40          | 0.29        | 1.36       | 20           | 400           |
| <i>Calliandra houstoniana</i>      | 15         | 300.00                | 4.73         | 5          | 0.25        | 3.73          | 3.55             | 71.00          | 1.83        | 10.30      | 300          | 6000          |
| <i>Coursetia glandulosa</i>        | 7          | 140.00                | 2.21         | 1          | 0.05        | 0.75          | 2.79             | 55.80          | 1.44        | 4.40       | 140          | 2800          |
| <i>Critoniopsis salicifolia</i>    | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.16             | 3.20           | 0.08        | 1.14       | 20           | 400           |
| <i>Dodonaea viscosa</i>            | 63         | 1260.00               | 19.87        | 18         | 0.90        | 13.43         | 35.56            | 711.20         | 18.36       | 51.67      | 1260         | 25200         |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i>  | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 8.3              | 166.00         | 4.29        | 5.35       | 20           | 400           |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>     | 7          | 140.00                | 2.21         | 4          | 0.20        | 2.99          | 4.86             | 97.20          | 2.51        | 7.70       | 140          | 2800          |
| <i>Indigofera platycarpa</i>       | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.38             | 7.60           | 0.20        | 1.26       | 20           | 400           |
| <i>Leucaena esculenta</i>          | 8          | 160.00                | 2.52         | 6          | 0.30        | 4.48          | 4.42             | 88.40          | 2.28        | 9.28       | 160          | 3200          |
| <i>Lippia organoides</i>           | 28         | 560.00                | 8.83         | 6          | 0.30        | 4.48          | 8.86             | 177.20         | 4.58        | 17.89      | 560          | 11200         |
| <i>Lysiloma divaricata</i>         | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.2              | 4.00           | 0.10        | 1.16       | 20           | 400           |
| <i>Melochia tomentosa</i>          | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.44             | 8.80           | 0.23        | 1.29       | 20           | 400           |
| <i>Mimosa albida</i>               | 2          | 40.00                 | 0.63         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.48             | 9.60           | 0.25        | 1.63       | 40           | 800           |
| <i>Mimosa lactiflua</i>            | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.1              | 2.00           | 0.05        | 1.11       | 20           | 400           |
| <i>Nolina parviflora</i>           | 2          | 40.00                 | 0.63         | 2          | 0.10        | 1.49          | 1.96             | 39.20          | 1.01        | 3.14       | 40           | 800           |
| <i>Opuntia pubescens</i>           | 4          | 80.00                 | 1.26         | 3          | 0.15        | 2.24          | 1.54             | 30.80          | 0.80        | 4.30       | 80           | 1600          |
| <i>Opuntia streptacantha</i>       | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.44             | 8.80           | 0.23        | 1.29       | 20           | 400           |
| <i>Pseudognaphalium attenuatum</i> | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 1.04             | 20.80          | 0.54        | 1.60       | 20           | 400           |
| <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> | 2          | 40.00                 | 0.63         | 2          | 0.10        | 1.49          | 1.16             | 23.20          | 0.60        | 2.72       | 40           | 800           |
| <i>Quercus glaucoides</i>          | 5          | 100.00                | 1.58         | 4          | 0.20        | 2.99          | 4.78             | 95.60          | 2.47        | 7.03       | 100          | 2000          |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>       | 20         | 400.00                | 6.31         | 6          | 0.30        | 4.48          | 20.77            | 415.40         | 10.72       | 21.51      | 400          | 8000          |
| <i>Rhus schiedeana</i>             | 22         | 440.00                | 6.94         | 10         | 0.50        | 7.46          | 23.2             | 464.00         | 11.98       | 26.38      | 440          | 8800          |
| <i>Salvia elegans</i>              | 2          | 40.00                 | 0.63         | 1          | 0.05        | 0.75          | 1.96             | 39.20          | 1.01        | 2.39       | 40           | 800           |
| <i>Senna villosa</i>               | 1          | 20.00                 | 0.32         | 1          | 0.05        | 0.75          | 0.28             | 5.60           | 0.14        | 1.21       | 20           | 400           |
| <i>Stevia subpubescens</i>         | 10         | 200.00                | 3.15         | 5          | 0.25        | 3.73          | 3.3              | 66.00          | 1.70        | 8.59       | 200          | 4000          |
| <i>Wimmeria pubescens</i>          | 15         | 300.00                | 4.73         | 3          | 0.15        | 2.24          | 15.99            | 319.80         | 8.26        | 15.23      | 300          | 6000          |
|                                    | <b>317</b> | <b>6340.00</b>        | <b>100</b>   | <b>134</b> | <b>6.70</b> | <b>100</b>    | <b>193.66</b>    | <b>3873.20</b> | <b>100</b>  | <b>300</b> | <b>6340</b>  | <b>126800</b> |

Cuadro IV. 68 : Valores estructurales de las hierbas en el predio

| NOMBRE CIENTÍFICO             | POLIGONO 1 |               |            |           |             |            |            |
|-------------------------------|------------|---------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
|                               | DEN        | DEN ABS (20m) | DEN. REL.  | FREC      | ABS         | FREC. REL. | IVI        |
| <i>Aristida adscensionis</i>  | 28         | 1.40          | 20.00      | 10        | 0.50        | 27.03      | 47.03      |
| <i>Calliandra houstoniana</i> | 5          | 0.25          | 3.57       | 1         | 0.05        | 2.70       | 6.27       |
| <i>Commelina erecta</i>       | 3          | 0.15          | 2.14       | 2         | 0.10        | 5.41       | 7.55       |
| <i>Desmodium procumbens</i>   | 5          | 0.25          | 3.57       | 3         | 0.15        | 8.11       | 11.68      |
| <i>Dodonaea viscosa</i>       | 2          | 0.10          | 1.43       | 2         | 0.10        | 5.41       | 6.83       |
| <i>Echeandia vestita</i>      | 5          | 0.25          | 3.57       | 2         | 0.10        | 5.41       | 8.98       |
| <i>Euphorbia hyssopifolia</i> | 7          | 0.35          | 5.00       | 1         | 0.05        | 2.70       | 7.70       |
| <i>Herissantia crispa</i>     | 1          | 0.05          | 0.71       | 1         | 0.05        | 2.70       | 3.42       |
| <i>Juniperus flacida</i>      | 1          | 0.05          | 0.71       | 1         | 0.05        | 2.70       | 3.42       |
| <i>Melochia tomentosa</i>     | 6          | 0.30          | 4.29       | 2         | 0.10        | 5.41       | 9.69       |
| <i>Mimosa lactiflua</i>       | 1          | 0.05          | 0.71       | 1         | 0.05        | 2.70       | 3.42       |
| <i>Mitracarpus hirtus</i>     | 20         | 1.00          | 14.29      | 5         | 0.25        | 13.51      | 27.80      |
| <i>Muhlenbergia rigida</i>    | 7          | 0.35          | 5.00       | 1         | 0.05        | 2.70       | 7.70       |
| <i>Polygala purpusii</i>      | 44         | 2.20          | 31.43      | 3         | 0.15        | 8.11       | 39.54      |
| <i>Sida abutilifolia</i>      | 4          | 0.20          | 2.86       | 1         | 0.05        | 2.70       | 5.56       |
| <i>Zinnia peruviana</i>       | 1          | 0.05          | 0.71       | 1         | 0.05        | 2.70       | 3.42       |
|                               | <b>140</b> | <b>7.00</b>   | <b>100</b> | <b>37</b> | <b>1.85</b> | <b>100</b> | <b>200</b> |

Se analiza de manera independiente el grupo de plantas suculentas (Cactáceas y Agaváceas). En el siguiente cuadro se muestran los valores estructurales de las especies suculentas de porte arbóreo:

Cuadro IV. 69. Valores estructurales de las suculentas de porte arbóreo en el predio sujeto a cambio de uso del suelo

| NOMBRE CIENTÍFICO                    | PREDIO |           |            |          |        |
|--------------------------------------|--------|-----------|------------|----------|--------|
|                                      | DEN    | DEN. REL. | FREC. REL. | AB. REL. | IVI    |
| <i>Nolina parviflora</i>             | 3      | 75.00     | 66.67      | 33.10    | 174.76 |
| <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 1      | 25.00     | 33.33      | 66.90    | 125.24 |
|                                      | 4      | 100       | 100        | 100      | 300    |

En el siguiente cuadro se muestran los valores estructurales de las especies suculentas arbustivas en el predio.

Cuadro IV. 70. Valores estructurales para las suculentas arbustivas en el predio.

| NOMBRE CIENTÍFICO            | PREDIO |           |            |          |        |
|------------------------------|--------|-----------|------------|----------|--------|
|                              | DEN    | DEN. REL. | FREC. REL. | AB. REL. | IVI    |
| <i>Agave marmorata</i>       | 1      | 5.88      | 9.09       | 19.74    | 34.72  |
| <i>Agave potatorum</i>       | 9      | 52.94     | 36.36      | 41.55    | 130.86 |
| <i>Nolina parviflora</i>     | 2      | 11.76     | 18.18      | 19.25    | 49.20  |
| <i>Opuntia pubescens</i>     | 4      | 23.53     | 27.27      | 15.13    | 65.93  |
| <i>Opuntia streptacantha</i> | 1      | 5.88      | 9.09       | 4.32     | 19.30  |
|                              | 25     | 100       | 100        | 100      | 300    |

Como se observa en los anteriores cuadros, en el predio los árboles con el mayor número de individuos son *Quercus magnoliifolia*, *Quercus glaucoides* y *Rhus schiedeana*; el resto de las especies tienen menos de 10 individuos. Los valores más altos del IVI corresponden a *Quercus glaucoides*, *Quercus magnoliifolia*, *Rhus schiedeana* y *Juniperus flaccida*.

En cuanto a los arbustos, las especies con mayores densidades son *Dodonaea viscosa*, *Ageratum corymbosum*, *Lippia origanoides*, *Ageratina espinosarum* y *Rhus schiedeana*. En cuanto al valor del IVI, las especies con los valores más altos son *Dodonaea viscosa*, *Ageratum corymbosum*, *Rhus schiedeana*, *Ageratina espinosarum* y *Quercus magnoliifolia*.

Las hierbas más abundantes en el predio son *Polygala purpusii*, *Aristida adscensionis* y *Mitracarpus hirtus*; los valores de IVI más altos corresponden a *Aristida adscensionis*, *Polygala purpusii* y *Mitracarpus hirtus*.

En el caso de las suculentas arbustivas, *Nolina parviflora* con 3 individuos está presente en predio. En el predio no se registraron especies de orquídeas. Los datos estructurales de esta especie se muestran en el concentrado general de las hierbas.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

En la totalidad de la superficie muestreada (1,000 m<sup>2</sup>) se registraron 177 individuos.

Cuadro IV. 71. Número de individuos por forma de crecimiento

| FORMA DE CRECIMIENTO | PREDIO     |
|----------------------|------------|
| Árboles              | 48         |
| Arbustos             | 91         |
| Hierbas              | 38         |
| <b>Total</b>         | <b>177</b> |

En los siguientes cuadros se muestran los valores estructurales de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como el Índice de Valor de Importancia para el Predio del polígono 2.

Cuadro IV. 72 Valores estructurales de los árboles en el predio del polígono 2

| NOMBRE CIENTÍFICO      | POLÍGONO 2 |           |      |            |                       |          |       |
|------------------------|------------|-----------|------|------------|-----------------------|----------|-------|
|                        | DEN        | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | A.B. (cms) EN 0.1 Has | AB. REL. | IVI   |
| <i>Bursera excelsa</i> | 3          | 6.25      | 2    | 10         | 2597.45               | 33.10    | 49.35 |

| NOMBRE CIENTÍFICO                 | POLÍGONO 2 |           |      |            |                       |          |       |
|-----------------------------------|------------|-----------|------|------------|-----------------------|----------|-------|
|                                   | DEN        | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | A.B. (cms) EN 0.1 Has | AB. REL. | IVI   |
| <i>Bursera schlechtendalii</i>    | 4          | 8.33      | 2    | 10         | 499.09                | 6.36     | 24.69 |
| <i>Croton fantzianus</i>          | 1          | 2.08      | 1    | 5          | 56.55                 | 0.72     | 7.80  |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 7          | 14.58     | 2    | 10         | 284.23                | 3.62     | 28.21 |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>    | 2          | 4.17      | 2    | 10         | 43.39                 | 0.55     | 14.72 |
| <i>Krameria pauciflora</i>        | 1          | 2.08      | 1    | 5          | 78.75                 | 1.00     | 8.09  |
| <i>Leucaena esculenta</i>         | 12         | 25.00     | 3    | 15         | 2870                  | 36.58    | 76.58 |
| <i>Lysiloma divaricata</i>        | 7          | 14.58     | 2    | 10         | 414.61                | 5.28     | 29.87 |
| <i>Malpighia mexicana</i>         | 1          | 2.08      | 1    | 5          | 31.17                 | 0.40     | 7.48  |
| <i>Senna atomaria</i>             | 2          | 4.17      | 1    | 5          | 480.53                | 6.12     | 15.29 |
| <i>Wimmeria pubescens</i>         | 7          | 14.58     | 2    | 10         | 466.64                | 5.95     | 30.53 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>         | 1          | 2.08      | 1    | 5          | 23.76                 | 0.30     | 7.39  |
| TOTAL                             | 48         | 100       | 20   | 100        | 7846.17               | 100      | 300   |

Cuadro IV. 73 Valores estructurales de los arbustos en el predio del Polígono 2

| NOMBRE CIENTÍFICO            | POLÍGONO 2 |           |      |            |                    |           |       |
|------------------------------|------------|-----------|------|------------|--------------------|-----------|-------|
|                              | DEN        | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | A.B. (cms) EN 125m | A.B. REL. | IVI   |
| <i>Ageratina espinosarum</i> | 5          | 5.49      | 1    | 2.94       | 5.44               | 5.11      | 13.54 |
| <i>Ageratum corymbosum</i>   | 14         | 15.38     | 3    | 8.82       | 14.2               | 13.33     | 37.54 |
| <i>Cascabela ovata</i>       | 2          | 2.20      | 1    | 2.94       | 0.97               | 0.91      | 6.05  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

| NOMBRE CIENTÍFICO                  | POLÍGONO 2 |            |           |            |                       |            |            |
|------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------|------------|------------|
|                                    | DEN        | DEN. REL.  | FREC      | FREC. REL. | A.B. (cms) EN 0.1 Has | AB. REL.   | IVI        |
| <i>Coursetia glandulosa</i>        | 12         | 13.19      | 3         | 8.82       | 10.04                 | 9.43       | 31.44      |
| <i>Croton fantzianus</i>           | 2          | 2.20       | 1         | 2.94       | 4.54                  | 4.26       | 9.40       |
| <i>Croton mazapensis</i>           | 3          | 3.30       | 2         | 5.88       | 4.02                  | 3.77       | 12.95      |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i>  | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 0.79                  | 0.74       | 4.78       |
| <i>Euphorbia schlechtendalii</i>   | 12         | 13.19      | 3         | 8.82       | 25.78                 | 24.20      | 46.21      |
| <i>Iresine diffusa</i>             | 5          | 5.49       | 2         | 5.88       | 2.86                  | 2.68       | 14.06      |
| <i>Jatropha neopauciflora</i>      | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 0.87                  | 0.82       | 4.86       |
| <i>Lantana camara</i>              | 2          | 2.20       | 1         | 2.94       | 1.92                  | 1.80       | 6.94       |
| <i>Lippia origanoides</i>          | 8          | 8.79       | 3         | 8.82       | 5.04                  | 4.73       | 22.35      |
| <i>Lysiloma divaricata</i>         | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 2.41                  | 2.26       | 6.30       |
| <i>Malpighia mexicana</i>          | 3          | 3.30       | 1         | 2.94       | 1.97                  | 1.85       | 8.09       |
| <i>Melochia tomentosa</i>          | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 0.95                  | 0.89       | 4.93       |
| <i>Mimosa lactiflua</i>            | 7          | 7.69       | 3         | 8.82       | 3.61                  | 3.39       | 19.90      |
| <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 0.79                  | 0.74       | 4.78       |
| <i>Stachytarpetta mutabilis</i>    | 2          | 2.20       | 1         | 2.94       | 5.74                  | 5.39       | 10.53      |
| <i>Viguiera eriophora</i>          | 1          | 1.10       | 1         | 2.94       | 0.79                  | 0.74       | 4.78       |
| <i>Wimmeria pubescens</i>          | 6          | 6.59       | 2         | 5.88       | 12.4                  | 11.64      | 24.12      |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>          | 2          | 2.20       | 1         | 2.94       | 1.39                  | 1.30       | 6.44       |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>91</b>  | <b>100</b> | <b>34</b> | <b>100</b> | <b>106.52</b>         | <b>100</b> | <b>300</b> |

Cuadro IV. 74. Valores estructurales de las hierbas en el predio del polígono 2

| NOMBRE CIENTÍFICO            | POLÍGONO 2 |           |      |            |       |
|------------------------------|------------|-----------|------|------------|-------|
|                              | DEN        | DEN. REL. | FREC | FREC. REL. | IVI   |
| <i>Ageratina espinosarum</i> | 7          | 18.42     | 2    | 14.29      | 32.71 |
| <i>Ageratum corymbosum</i>   | 5          | 13.16     | 2    | 14.29      | 27.44 |
| <i>Aristida adscensionis</i> | 6          | 15.79     | 1    | 7.14       | 22.93 |
| <i>Bouteloua repens</i>      | 4          | 10.53     | 2    | 14.29      | 24.81 |
| <i>Coursetia glandulosa</i>  | 3          | 7.89      | 1    | 7.14       | 15.04 |
| <i>Mentzelia aspera</i>      | 4          | 10.53     | 1    | 7.14       | 17.67 |
| <i>Porophyllum ruderale</i>  | 1          | 2.63      | 1    | 7.14       | 9.77  |
| <i>Sida abutilifolia</i>     | 1          | 2.63      | 1    | 7.14       | 9.77  |
| <i>Tagetes lucida</i>        | 5          | 13.16     | 2    | 14.29      | 27.44 |
| <i>Zinnia peruviana</i>      | 2          | 5.26      | 1    | 7.14       | 12.41 |
| TOTAL                        | 38         | 100       | 14   | 100        | 200   |

De acuerdo con los datos anteriores, en el Polígono 2 del predio, *Leucaena esculenta* es la especie arbórea más abundante, ya que representa el 25% del total de los individuos. Otras especies arbóreas abundantes son *Erythroxylum rotundifolium*, *Lysiloma divaricata* y *Wimmeria pubescens*. En cuanto al IVI, las especies con los valores más altos son *Leucaena esculenta*, *Bursera excelsa* y *Wimmeria pubescens*.

En cuanto a los arbustos, las especies con las mayores densidades son *Ageratum corymbosum*, *Coursetia glandulosa* y *Euphorbia schlechtendalii*. Estas mismas especies poseen los valores más altos del IVI, pero en diferente orden (*Euphorbia schlechtendalii*, *Ageratum corymbosum* y *Coursetia glandulosa*).

Respecto a las hierbas, *Ageratina espinosarum*, *Aristida ascensionis*, *Ageratum corymbosum* y *Tagetes lucida* poseen la mayor cantidad de individuos. Los valores más altos de IVI corresponde a *Ageratina espinosarum*, *Ageratum corymbosum*, *Tagetes lucida* y *Bouteloua repens*.

En el polígono 2 no existen especies con forma de crecimiento arrosetadas como los agaves y las cactáceas, tampoco orquídeas.

### Diversidad florística

#### - Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Para el análisis de la diversidad florística del Polígono 1, se calcularon los índices de diversidad alfa para árboles, arbustos y hierbas. A continuación, se muestran los valores respectivos para el predio.

Cuadro IV. 75. Valores de diversidad calculados para los árboles, arbustos y hierbas en el Predio.

| PREDIO   | No. Ind. | S  | d    | H'   | D    | E    |
|----------|----------|----|------|------|------|------|
| Árboles  | 266      | 15 | 0.48 | 1.31 | 0.62 | 0.48 |
| Arbustos | 317      | 36 | 0.20 | 2.81 | 0.91 | 0.78 |
| Hierbas  | 140      | 17 | 0.26 | 2.14 | 0.83 | 0.76 |

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; H'= Índice de Shannon-Weiner; D= Índice de Simpson; E= Equitatividad

Cuadro IV. 76 . Valores de diversidad calculados para las suculentas arbóreas y arbustivas en el Predio.

| PREDIO   | No. Ind. | S | d    | H'   | D    | E    |
|----------|----------|---|------|------|------|------|
| Árboles  | 4        | 2 | 0.75 | 0.56 | 0.38 | 0.81 |
| Arbustos | 17       | 5 | 0.53 | 1.26 | 0.64 | 0.78 |

#### Índice de Berger-Parker (d):

Como se observa en el cuadro anterior, el número de arbustos es mayor en comparación con los árboles y las hierbas. Así también, el número de especies (S) es mayor en los arbustos, seguido de los árboles y al final las hierbas. Respecto al índice de Berger-Parker, el valor más alto en los árboles está dado por *Quercus magnoliifolia*, ya que esta especie posee el 48% del total de los individuos de porte arbóreo. En los arbustos, el valor más alto de este índice corresponde a *Dodonaea viscosa*, ya que posee el 20% del total de los individuos arbustivos en el predio. En las hierbas, *Polygala purpusii* es la

especie con el valor más alto en este índice, ya que el 31% de los individuos corresponden a esta especie.

#### Índice de Shannon-Weiner (H')

Una forma de analizar la diversidad de un sitio es mediante la equidad, que es un parámetro inverso a la dominancia. Por ello, mientras más alto es el valor más diverso resulta el sitio. Para el presente estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, que contempla la cantidad de especies presentes en el grupo (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). La interpretación se hace de la siguiente manera:

Cuadro IV. 77 Índice de Shannon-Weiner (H')

| VALORES     | SIGNIFICANCIA    |
|-------------|------------------|
| 0 - 1.35    | Diversidad baja  |
| 1.36– 3.5   | Diversidad media |
| Mayor a 3.5 | Diversidad alta  |

Así, los árboles del predio poseen una diversidad baja (1.31), mientras que los arbustos (2.81) y las hierbas (2.14) poseen una diversidad Media.

Las suculentas de porte arbóreo del predio poseen una diversidad baja (0.56), al igual que suculentas arbustivas (1.26).

#### Índice de Simpson (D):

El índice de Simpson (D) se basa en parámetros inversos a la equidad; por ello, cuando el valor del índice incrementa, la diversidad decrece. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como el inverso del índice de Simpson; así, cuando mayor es el valor del inverso de este índice, más diverso es el sitio. El índice de Simpson se interpreta usando la siguiente escala de significancia entre 0 y 1, así:

Cuadro IV. 78 Índice de Simpson (D)

| VALORES  | SIGNIFICANCIA   |
|----------|-----------------|
| 0 - 0.33 | Diversidad baja |

|             |                  |
|-------------|------------------|
| 0.34 – 0.66 | Diversidad media |
| >0.67       | Diversidad alta  |

De acuerdo a la escala anterior, **los árboles del predio presentan una Diversidad Media (0.62), mientras que los arbustos (0.91) y las hierbas (0.83) poseen una diversidad Alta.**

**Las suculentas arbóreas y arbustivas del predio presentan una Diversidad Media (0.38 y 0.64, respectivamente).**

#### Equitatividad (E):

La equitatividad (E) correspondiente al índice de Shannon fue calculada con la Equidad de Pielou. Si todas las especies de una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la Equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

El significado de diversidad se interpreta con base a la siguiente escala entre 0 y 1 así:

Cuadro IV. 79 Índice de Equitatividad (E)

| VALORES     | SIGNIFICANCIA                         |                  |
|-------------|---------------------------------------|------------------|
| 0 - 0.33    | Heterogéneo en abundancia             | Diversidad baja  |
| 0.34 – 0.66 | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| >0.67       | Homogéneo en abundancia               | Diversidad alta  |

Por lo anterior, **los árboles poseen una Diversidad Media (0.48)**, que indica que son ligeramente heterogéneos en abundancia. **Los arbustos y las hierbas poseen una Diversidad Alta (0.78 y 0.76, respectivamente)**, ya que las abundancias entre las especies son más homogéneas.

**Las suculentas arbóreas y arbustivas poseen una Diversidad Alta (0.81 y 0.78, respectivamente)**, ya que las abundancias entre las especies son más homogéneas.

#### - **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

Para el análisis de la diversidad florística del Polígono 2, se calcularon los índices de diversidad alfa para árboles, arbustos y hierbas. A continuación, se muestran los valores respectivos para el predio.

Cuadro IV. 80 Valores de diversidad calculados para los árboles, arbustos y hierbas en el Predio del polígono 3.

| PREDIO   | No. Ind. | S  | d    | H'   | D    | E    |
|----------|----------|----|------|------|------|------|
| Árboles  | 48       | 12 | 0.25 | 2.16 | 0.86 | 0.87 |
| Arbustos | 91       | 21 | 0.15 | 2.67 | 0.91 | 0.88 |
| Hierbas  | 38       | 10 | 0.18 | 2.16 | 0.87 | 0.94 |

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; H'= Índice de Shannon-Weiner; D= Índice de Simpson; E= Equitatividad

#### Índice de Berger-Parker (d):

Como se observa en el cuadro anterior, el número de arbustos es mayor en comparación con los árboles y las hierbas. Así también, el número de especies (S) es mayor en los arbustos, seguido de los árboles y al final las hierbas. Respecto al índice de Berger-Parker, el valor más alto en los árboles está dado por *Leucaena esculenta*, ya que esta especie posee el 25% del total de los individuos de porte arbóreo. En los arbustos, el valor más alto de este índice corresponde a *Ageratum corymbosum*, ya que posee el 14% del total de los individuos arbustivos en el predio. En las hierbas, *Ageratina spinosarum* es la especie con el valor más alto en este índice, ya que el 18% de los individuos corresponden a esta especie.

#### Índice de Shannon-Weiner (H'):

La interpretación del Índice de Shannon-Wiener se hace de la siguiente manera:

Cuadro IV. 81 Índice de Shannon-Weiner (H'):

| VALORES     | SIGNIFICANCIA    |
|-------------|------------------|
| 0 - 1.35    | Diversidad baja  |
| 1.37 – 3.5  | Diversidad media |
| Mayor a 3.5 | Diversidad alta  |

Así, los árboles del predio poseen una Diversidad Media (2.16), al igual que los arbustos (2.67) y las hierbas (2.16).

### Índice de Simpson (D):

El índice de Simpson se interpreta usando la siguiente escala de significancia entre 0 y 1, así:

Cuadro IV. 82 Índice de Simpson (D):

| VALORES     | SIGNIFICANCIA    |
|-------------|------------------|
| 0 - 0.33    | Diversidad baja  |
| 0.35 – 0.66 | Diversidad media |
| >0.67       | Diversidad alta  |

De acuerdo a la escala anterior, **los árboles del predio presentan una Diversidad Alta (0.86), al igual que los arbustos (0.91) y las hierbas (0.87).**

### Equitatividad (E):

La equitatividad (E) correspondiente al índice de Shannon fue calculada con la Equidad de Pielou. El significado de diversidad se interpreta con base a la siguiente escala entre 0 y 1 así:

Cuadro IV. 83 Índice de Equitatividad (E):

| VALORES     | SIGNIFICANCIA                         |                  |
|-------------|---------------------------------------|------------------|
| 0 - 0.33    | Heterogéneo en abundancia             | Diversidad baja  |
| 0.35 – 0.66 | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| >0.67       | Homogéneo en abundancia               | Diversidad alta  |

Por lo anterior, **los árboles, arbusto y hierbas del Predio poseen una Diversidad Alta** ya que las abundancias entre las especies son más homogéneas.

### Composición florística

#### - Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

A continuación, se presenta la lista florística del Polígono 1. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y

Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. **AD**= Área de distribución (P= Predio); **FC**= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba. Estatus: NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro IV. 84 Composición florística del Polígono 1

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|---------------|---|----|-------|-------------|
| Agavaceae     | <i>Agave marmorata</i> Roezl                            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave potatorum</i> Zucc.                            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> (Baill.) Engl.       | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Rhus schiedeana</i> Schltldl.                        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Anthericaceae | <i>Echeandia vestita</i> (Baker) Cruden                 | P  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Baccharis sordescens</i> DC.                         | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Critoniopsis salicifolia</i> (DC.) H.Rob.            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Parthenium tomentosum</i> DC.                        | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Pseudognaphalium attenuatum</i> (DC.) Anderb.        | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Stevia subpubescens</i> Lag.                         | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                         | P  | H     | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.                 | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera galeottiana</i> Engl.                        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.                | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Cactaceae     | <i>Opuntia pubescens</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.          | P  | Ar    | Sin estatus |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

|                 |   |   |          |             |
|-----------------|---|---|----------|-------------|
| Cactaceae       | <i>Opuntia streptacantha</i> Lem.                             | P | Ar       | Sin estatus |
| Cactaceae       | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm.) Britton & Rose | P | A        | Sin estatus |
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                              | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Commelinaceae   | <i>Commelina erecta</i> L.                                    | P | H        | Sin estatus |
| Cupressaceae    | <i>Juniperus flaccida</i> Schltld.                            | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth                           | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch    | P | A        | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                       | P | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                              | P | H        | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti                | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus magnoliifolia</i> Née                              | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Lamiaceae       | <i>Salvia elegans</i> Vahl.                                   | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Acacia pennatula</i> (Schltld. & Cham.) Benth.             | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.                 | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                            | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium procumbens</i> (Mill) Hitchc.                    | P | H        | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson              | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Indigofera platycarpa</i> Rose                             | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.        | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.                 | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.                      | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby              | P | Ar       | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky                       | P | H        | Sin estatus |

|               |  |   |          |             |
|---------------|--|---|----------|-------------|
| Malvaceae     | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                     | P | H        | Sin estatus |
| Nolinaceae    | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.          | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Pinaceae      | <i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl. & Cham. | P | A        | Sin estatus |
| Poaceae       | <i>Aristida adscensionis</i> L.                  | P | H        | Sin estatus |
| Poaceae       | <i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth         | P | H        | Sin estatus |
| Polygalaceae  | <i>Polygala purpusii</i> Brandegees              | P | H        | Sin estatus |
| Rubiaceae     | <i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth         | P | Ar       | Sin estatus |
| Rubiaceae     | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.               | P | H        | Sin estatus |
| Sapindaceae   | <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.                    | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Sterculiaceae | <i>Melochia tomentosa</i> L.                     | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lippia origanoides</i> Kunth                  | P | Ar       | Sin estatus |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

A continuación, se presenta la lista florística del Polígono 2. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. **AD**= Área de distribución (P= Predio); **FC**= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba, ESTATUS: NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro IV. 85 Composición florística del Polígono 1

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|---------------|---|----|-------|-------------|
| Amaranthaceae | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.         | P  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> (Baill.) Engl.       | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Apocynaceae   | <i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold                   | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | P  | Ar, H | Sin estatus |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|                 |  |   |       |             |
|-----------------|--|---|-------|-------------|
| Asteraceae      | <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.              | P | H     | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Tagetes lucida</i> Cav.                             | P | H     | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Viguiera eriophora</i> Greenm.                      | P | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                        | P | H     | Sin estatus |
| Burseraceae     | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                   | P | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae     | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                   | P | A     | Sin estatus |
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                       | P | A, Ar | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                | P | A, Ar | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Croton fantzianus</i> F.Seym.                       | P | A, Ar | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Croton mazapensis</i> Lundell                       | P | Ar    | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.                | P | Ar    | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Jatropha neopauciflora</i> Pax                      | P | AR    | Sin estatus |
| Krameriaceae    | <i>Krameria pauciflora</i> Moc. & Sessé ex A.DC.       | P | A     | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                     | P | Ar, H | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson       | P | A, Ar | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth. | P | A     | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.         | P | A, Ar | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.               | P | AR    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby         | P | A, Ar | Sin estatus |
| Loasaceae       | <i>Mentzelia aspera</i> L.                             | P | H     | Sin estatus |
| Malpighiaceae   | <i>Malpighia mexicana</i> A.Juss.                      | P | A, Ar | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                           | P | H     | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Aristida adscensionis</i> L.                        | P | H     | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.        | P | H     | Sin estatus |

---

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

---

|               |  |   |       |             |
|---------------|--|---|-------|-------------|
| Rutaceae      | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.         | P | A, Ar | Sin estatus |
| Sterculiaceae | <i>Melochia tomentosa</i> L.                 | P | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lantana camara</i> L.                     | P | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lippia organoides</i> Kunth               | P | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Stachytarpheta mutabilis</i> (Jacq.) Vahl | P | Ar    | Sin estatus |

**ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010**

No existe ninguna especie en alguna categoría de riesgo en los dos polígonos estudiados

- **Fauna**

**Muestreo en el Sistema Ambiental.**

**Curva de acumulación de especies**

De acuerdo con Villareal *et al.* (2004), una curva de acumulación de especies es una herramienta que se emplea para calcular el número de especies esperadas a partir de un muestreo; su aplicación resulta de gran interés e importancia al momento de realizar estimaciones de la diversidad alfa de una determinada zona de muestreo, considerando que al basarse en el concepto de muestreo únicamente es posible realizar aproximaciones basadas en la probabilidad que tienen los diferentes individuos pertenecientes a cualquiera de las posibles especies. Escalante (2003) explica que las curvas de acumulación de especies muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota.

Los siguientes beneficios del uso de curvas de acumulación de especies son mencionados por Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Existen diferentes estimadores para el cálculo de especies (Villareal *et al.*, 2004), dentro de los cuales es común usar los de la serie Chao, que consiste en método no paramétrico, los cuales se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado (Villareal *et al.*, 2004).

**Chao 1:** se utiliza cuando se tienen datos de abundancia, es de los más rigurosos.

**Chao 2:** estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Se utilizó el programa de uso libre EstimateS 9.1.0®, elaborado por Robert K. Colwell en 1997, se calcularon los estimadores Chao 1 y Chao 2.

En los muestreos realizados en la Microcuenca podemos observar con los datos muestreados que el estimador Chao 1 demuestra una eficiencia de muestreo del 99.8 %, y al utilizar Chao 2 la eficiencia fue de 93.02 %, indicando que el muestreo fue el correcto aun con las variaciones del clima.

En el siguiente cuadro se compara el número de especies registradas durante el muestreo en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 86 Número de especies esperadas y observadas.

| ESPECIES OBSERVADAS EN LA MICROCUENCA | ESPECIES ESPERADAS |        | % DE EFICIENCIA |        |
|---------------------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|
|                                       | CHAO 1             | CHAO 2 | CHAO 1          | CHAO 2 |
| 60                                    | 60.08              | 64.5   | 99.8            | 93.02  |

En el gráfico de la curva de acumulación de especies se observa la porción de la curva, iniciando la zona asintótica, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado para el Sistema Ambiental de este estudio.

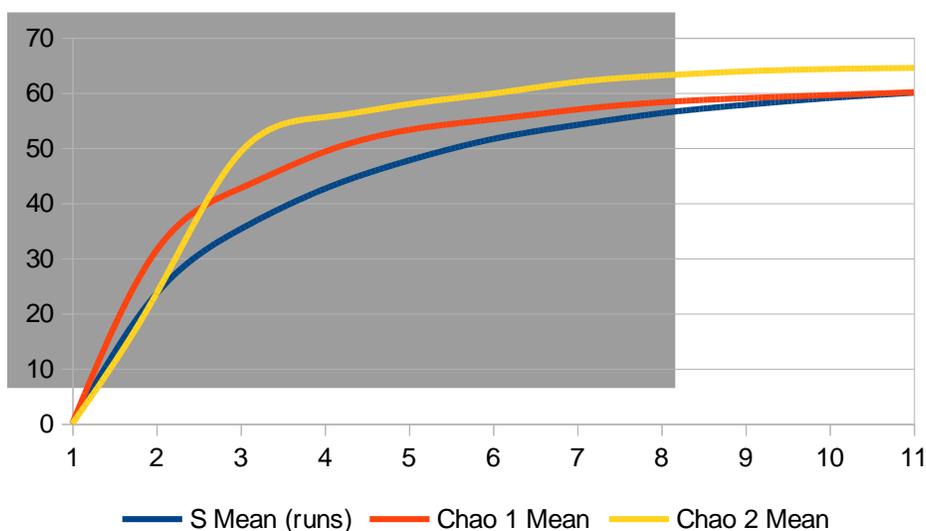


Figura IV. 66 Curva de acumulación de especies en el Sistema Ambiental.

### Vertebrados registrados

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del Sistema Ambiental, resultado de los muestreos, está conformada por 4 Clases, 13 Ordenes, 34 Familias, 51 géneros y 60 especies. La clase más diversa

fue el de las Aves contenida en 8 Ordenes, 20 Familias, 31 géneros y 39 especies, la Clase Mammalia está distribuida en 3 Ordenes, 6 Familias, 8 géneros y 8 especies, la Clase Reptilia está representada por 1 Orden 7 Familias, 10 géneros y 11 especies y por último la Clase Anfibia que está distribuida en 1 Orden, 1 Familia, 2 Géneros y 2 Especies.

En la siguiente gráfica se presentan, la comparación por clase de las especies registradas durante el estudio en el área en el Sistema Ambiental.

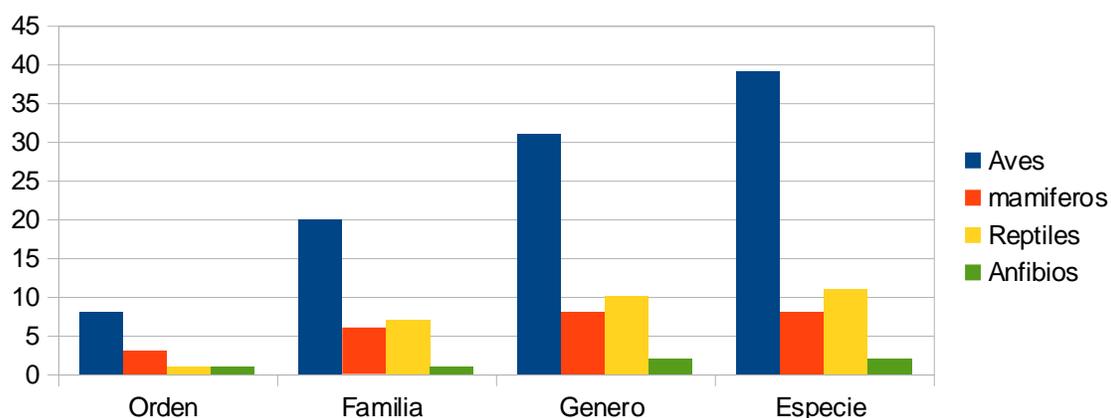


Figura IV. 67 Gráfica de comparación de la riqueza en el Sistema Ambiental.

De los muestreos realizados para las 4 clases se registró un total de 611 individuos, de los cuales el 58.4% corresponde a el grupo de las aves, el 8.8 % corresponde a la Clase de los mamíferos, el 8.5 % restante corresponde al grupo de los reptiles y el 24.2% restante corresponde a la Clase de los anfibios.

Se puede observar que el grupo más abundante es el de las aves debido a su alta movilidad, siguiendo del grupo de los anfibios que, aunque fueron dos especies, los registros obtenidos fue muy alto debido a que en la zona se encontró una presa con agua que propicio su abundancia, después sigue el grupo de los mamíferos con un valor de 8.8 y los reptiles que tuvieron un valor de 8.5% del total registrado.

En el siguiente cuadro se muestra la comparación de registros y especies obtenidos en el muestreo en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 87 1 Especies y Registros obtenidos en el Sistema Ambiental.

| CLASE     | ABUNDANCIA | RIQUEZA | %    |
|-----------|------------|---------|------|
| Aves      | 357        | 39      | 58.4 |
| Mamíferos | 54         | 8       | 8.8  |
| Reptiles  | 52         | 11      | 8.5  |
| Anfibios  | 148        | 2       | 24.2 |

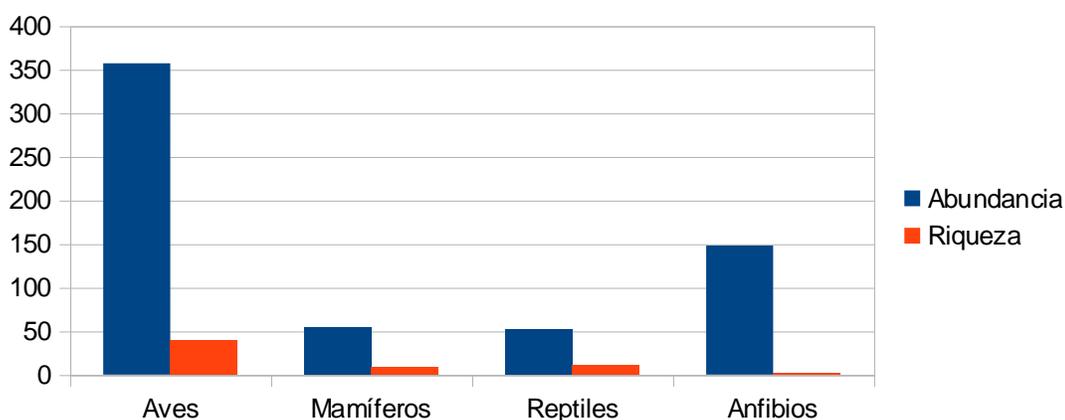


Figura IV. 68 Gráfica de comparación de riqueza y abundancia.

Del estudio realizado los datos obtenidos se muestran en el siguiente cuadro, en listando las especies que se encontraron.

Cuadro IV. 88 Especies encontradas en el Sistema Ambiental.

| CLASE    | ORDEN          | FAMILIA     | ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN         |
|----------|----------------|-------------|----------------------------------|----------------------|
| Anfibios | Anura          | Ranidae     | <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | Rana ladrona         |
|          |                |             | <i>Lithobates spectabilis</i>    | Rana leopardo        |
| Aves     | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i>            | Zopilote cabeza roja |
|          |                |             | <i>Coragyps atratus</i>          | Zopilote             |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápan, Oaxaca.*

|  |               |               |                                  |                           |
|--|---------------|---------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | Columbiformes | Columbidae    | <i>Columbina inca</i>            | Tortolita                 |
|  |               |               | <i>Leptotila verreauxi</i>       | Paloma arroyera           |
|  |               |               | <i>Zenaida asiatica</i>          | Paloma alablanca          |
|  | Coraciiformes | Momotidae     | <i>Momotus mexicanus</i>         | Momoto                    |
|  | Cuculiformes  | Cuculidae     | <i>Geococcyx velox</i>           | Correcaminos              |
|  |               |               | <i>Piaya cayana</i>              | Cuco ardilla              |
|  | Galliformes   | Cracidae      | <i>Ortalis poliocephala</i>      | Chachalaca                |
|  | Passeriformes | Cardinalidae  | <i>Piranga rubra</i>             | Pajaro chile              |
|  |               | Corvidae      | <i>Aphelocoma woodhouseii</i>    | chara                     |
|  |               | Fringillidae  | <i>Euphonia affines</i>          | Eufonia garganta amarilla |
|  |               |               | <i>Haemorhous mexicanus</i>      | Gorrión mexicano          |
|  |               |               | <i>Spinus psaltria</i>           | Jilguerito                |
|  |               | Icteridae     | <i>Icterus pustulatus</i>        | Calandria dorso rayado    |
|  |               | Mimidae       | <i>Toxostoma curvirostre</i>     | Huitlacoche               |
|  |               | Passeridae    | <i>Passerina versicolor</i>      | Colorin morado            |
|  |               | Passerillidae | <i>Peucaea mystacalis</i>        | Zacatonero embricado      |
|  |               | Poliptilidae  | <i>Poliptila cerulea</i>         | Perlita gris              |
|  |               |               | <i>Poliptila plumbea</i>         | Perlita plumiza           |
|  |               | Ptilioglidae  | <i>Ptiliogonys cinereus</i>      | chinito                   |
|  |               | Troglodytidae | <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | Matraca barrada           |
|  |               |               | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraquita                |
|  |               | Turdidae      | <i>Turdus rufopalliatu</i>       | Tordo o primavera         |
|  |               | Tyrannidae    | <i>Contopus cinereus</i>         | Pibi tropical             |
|  |               |               | <i>Contopus cooperi</i>          | Mosquero de cooper        |
|  |               |               | <i>Contopus virens</i>           | Mosquerito                |
|  |               |               | <i>Empidonax minimus</i>         | Mosquerito                |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|           |                |                 |                                 |                        |
|-----------|----------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|
|           |                |                 | <i>Empidonax oberholseri</i>    | Mosquerito matorralero |
|           |                |                 | <i>Myiarchus nuttingi</i>       | Mosquerito de nuting   |
|           |                |                 | <i>Myiarchus tyrannulus</i>     | Mosquero copeton       |
|           |                |                 | <i>Tyrannus crassirostris</i>   | Mosquerito pico grueso |
|           |                |                 | <i>Tyrannus vociferans</i>      | Tyrano de cassin       |
|           |                | Virionidae      | <i>Vireo philadelphicus</i>     | Vireo de philadelphia  |
|           | Piciformes     | Picidae         | <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano    |
|           |                |                 | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero             |
|           |                |                 | <i>Melanerpes hypopolius</i>    | Carpintero del balsas  |
|           | Trochiliformes | trochilidae     | <i>Archilochus colubris</i>     | Colibri verde          |
|           |                |                 | <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde   |
| Mamíferos | Artiodactyla   | Cervidae        | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca     |
|           | Carnivora      | Canidae         | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris             |
|           |                | Felidae         | <i>Leopardus wiedii</i>         | Tigrillo               |
|           |                | Mephitidae      | <i>Conepatus leuconotus</i>     | Zorrillo               |
|           |                | Procyonidae     | <i>Bassariscus astutus</i>      | cacomixtle             |
|           |                |                 | <i>Nasua narica</i>             | Tejon                  |
|           |                |                 | <i>Procyon lotor</i>            | Mapache                |
|           | Lagomorpha     | Leporidae       | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte        |
| Reptiles  | Squamata       | Colubridae      | <i>Oxybelis microphthalmus</i>  | Bejuquillo cafe        |
|           |                |                 | <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada         |
|           |                |                 | <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar      |
|           |                | Dipsadidae      | <i>Manolepis putnami</i>        | culebra cabeza surcada |
|           |                | Iguanidae       | <i>Ctenosaura pectinata</i>     | Iguana negra           |
|           |                |                 | <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa     |
|           |                | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija              |

|  |  |                  |                               |                              |
|--|--|------------------|-------------------------------|------------------------------|
|  |  |                  | <i>Sceloporus smithi</i>      | Lagartija espinosa del istmo |
|  |  | Phyllodactylidae | <i>Phyllodactylus muralis</i> | Salamanquesa                 |
|  |  | Scinidae         | <i>Marisora syntoma</i>       | Eslizon de tehuantepec       |
|  |  | Teiidae          | <i>Aspidoscelis deppii</i>    | Huico siete lineas           |

### Índice de Abundancia Relativa

Para este grupo se registraron dos especies las cuales de acuerdo al IAR se observa que la especie que tuvo un valor más alto fue la rana leopardo (*Litobathes spectabilis*) con 96.6% y después la rana ladrona (*Eleutherodactylus nitidus*) con un valor de 3.4%.

Cuadro IV. 89 Abundancia Relativa de la clase Anfibia

| ESPECIE                          | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|----------------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | 5                         | 0.03 | 3.4    |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    | 143                       | 0.97 | 96.6   |

### Índices de diversidad Alfa

El grupo de los anfibios presento un valor de 0.2001 en el índice de Margalef lo que nos indica un valor de baja diversidad debido al bajo número de especies registradas, el índice de Simpson tuvo un valor de 0.9347 lo que representa una alta dominancia y una baja diversidad, Simpson 1-D tiene un valor de 0.0653 lo que indica que existe dominancia de una especie en el área y baja diversidad. El índice de Shannon tuvo un valor de 0.1477 lo que indica baja diversidad debido al bajo número de especies.

Cuadro IV. 90 Índices de biodiversidad de la Clase Anfibia.

| ÍNDICE                    | MICROCUENCA |
|---------------------------|-------------|
| Riqueza específica (S)=   | 2           |
| Índice de Margalef (Dmg)= | 0.2001      |

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Índice de Simpson (D)=         | 0.9347 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.0653 |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 0.1477 |

## Reptiles

### Índice de Abundancia Relativa

Dentro de los datos obtenidos para este índice se observa que el IAR más alto lo obtuvo la especie *Phyllodactylus muralis* con un valor de 19.2% *Sceloporus siniferus* y *Aspidoscelis deppi* que tuvieron un valor de 15.4%, de ahí le siguió la especie *Ctenosaura pectinata* con un valor de 13.5%.

Cuadro IV. 91 Abundancia Relativa de la clase Reptiles.

| ESPECIE                         | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI    | PI*100 |
|---------------------------------|---------------------------|-------|--------|
| <i>Oxybelis microphthalmus</i>  | 2                         | 0.038 | 3.8    |
| <i>Salvadora lemniscata</i>     | 1                         | 0.019 | 1.9    |
| <i>Tantilla rubra</i>           | 1                         | 0.019 | 1.9    |
| <i>Manolepis putnami</i>        | 2                         | 0.038 | 3.8    |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>     | 7                         | 0.135 | 13.5   |
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | 3                         | 0.058 | 5.8    |
| <i>Sceloporus siniferus</i>     | 8                         | 0.154 | 15.4   |
| <i>Sceloporus smithi</i>        | 5                         | 0.096 | 9.6    |
| <i>Phyllodactylus muralis</i>   | 10                        | 0.192 | 19.2   |
| <i>Marisora syntoma</i>         | 5                         | 0.096 | 9.6    |
| <i>Aspidoscelis deppii</i>      | 8                         | 0.154 | 15.4   |

### Índices de diversidad Alfa

Para este grupo el índice de Margalef tuvo un valor de 2.5308, mostrándose una diversidad media para el área del proyecto. El índice de Simpson obtuvo un valor de 0.1280 lo que indica un área de media diversidad, dado que existe una baja dominancia, Simpson 1-D obtuvo un valor de 0.8720 lo

que indica el efecto de baja dominancia de especies y una diversidad alta. El índice de Shannon tuvo un valor de 2.1805 lo que nos indica una diversidad media.

Cuadro IV. 92 Índices de biodiversidad de la Clase Reptiles

| ÍNDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 11       |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 2.5308   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.1280   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.8720   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 2.1805   |

## Mamíferos

### Índice de Abundancia Relativa

Para este grupo se muestra que la especie más dominante en este estudio fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con un valor de 27.8 %, le sigue el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con un valor de 18.5%, otras dos especies con el mismo valor, el tejón (*Nasua narica*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*) con un IAR de 14.8%.

Cuadro IV. 93 Índice de Abundancia Relativa de la clase Mamíferos

| ESPECIE                         | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|---------------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | 10                        | 0.19 | 18.5   |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 15                        | 0.28 | 27.8   |
| <i>Leopardus wiedii</i>         | 4                         | 0.07 | 7.4    |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 2                         | 0.04 | 3.7    |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 5                         | 0.09 | 9.3    |
| <i>Nasua narica</i>             | 8                         | 0.15 | 14.8   |
| <i>Procyon lotor</i>            | 2                         | 0.04 | 3.7    |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 8                         | 0.15 | 14.8   |

### Índices de diversidad Alfa

La diversidad obtenida para este grupo de acuerdo al índice de Margalef se muestra con un valor 1.7548. El índice de Simpson mostró un valor de 0.1722 nos indica que la diversidad es media, Simpson 1-D tiene un valor de 0.8278 indicando que la dominancia de especies es baja. Para Shannon nos indica una diversidad baja con un valor de 1.9459.

Cuadro IV. 94 Índices de biodiversidad de la clase mamíferos

| ÍNDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 8        |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 1.7548   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.1722   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.8278   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 1.8912   |

### Aves

#### Índice de Abundancia Relativa

Para el grupo de las aves la especie que presento un IAR más alto fue la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) con un valor de 18.8%, después la chachalaca (*Ortalis poliocephala*) con un valor de 7.6%, el Zopilote aura (*Cathartes aura*) con un valor de 6%, la perlita (*Polioptila caerulea*) con un valor de 5.3% y el mosquero matorralero (*Empidonax oberholseri*) con un valor de 5%, las de más especies tuvieron valores por debajo de esta cantidad como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 95 Índice de Abundancia Relativa de la clase Aves

| ESPECIES                   | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|----------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Cathartes aura</i>      | 22                        | 0.06 | 6.2    |
| <i>Coragyps atratus</i>    | 10                        | 0.03 | 2.8    |
| <i>Columbina inca</i>      | 12                        | 0.03 | 3.4    |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | 5                         | 0.01 | 1.4    |
| <i>Zenaida asiatica</i>    | 67                        | 0.19 | 18.8   |
| <i>Momotus mexicanus</i>   | 5                         | 0.01 | 1.4    |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

| <b>ESPECIES</b>                  | <b>NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI)</b> | <b>PI</b> | <b>PI*100</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------|---------------|
| <i>Geococcyx velox</i>           | 6                                | 0.02      | 1.7           |
| <i>Piaya cayana</i>              | 5                                | 0.01      | 1.4           |
| <i>Ortalis poliocephala</i>      | 27                               | 0.08      | 7.6           |
| <i>Piranga rubra</i>             | 8                                | 0.02      | 2.2           |
| <i>Aphelocoma woodhouseii</i>    | 3                                | 0.01      | 0.8           |
| <i>Euphonia affines</i>          | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Haemorhous mexicanus</i>      | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Spinus psaltria</i>           | 7                                | 0.02      | 2.0           |
| <i>Icterus pustulatus</i>        | 13                               | 0.04      | 3.6           |
| <i>Toxostoma curvirostre</i>     | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Passerina versicolor</i>      | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Peucaea mystacalis</i>        | 10                               | 0.03      | 2.8           |
| <i>Polioptila cerulea</i>        | 19                               | 0.05      | 5.3           |
| <i>Polioptila plumbea</i>        | 3                                | 0.01      | 0.8           |
| <i>Ptiliogonys cinereus</i>      | 4                                | 0.01      | 1.1           |
| <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | 9                                | 0.03      | 2.5           |
| <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | 17                               | 0.05      | 4.8           |
| <i>Turdus rufopalliatu</i>       | 4                                | 0.01      | 1.1           |
| <i>Contopus cinereus</i>         | 3                                | 0.01      | 0.8           |
| <i>Contopus cooperi</i>          | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Contopus virens</i>           | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Empidonax minimus</i>         | 2                                | 0.01      | 0.6           |
| <i>Empidonax oberholseri</i>     | 18                               | 0.05      | 5.0           |
| <i>Myiarchus nuttingi</i>        | 5                                | 0.01      | 1.4           |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | 3                                | 0.01      | 0.8           |

| ESPECIES                      | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|-------------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Tyrannus crassirostris</i> | 7                         | 0.02 | 2.0    |
| <i>Tyrannus vociferans</i>    | 4                         | 0.01 | 1.1    |
| <i>Vireo philadelphicus</i>   | 6                         | 0.02 | 1.7    |
| <i>Dryobates scalaris</i>     | 5                         | 0.01 | 1.4    |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>   | 12                        | 0.03 | 3.4    |
| <i>Melanerpes hypopolius</i>  | 17                        | 0.05 | 4.8    |
| <i>Archilochus colubris</i>   | 3                         | 0.01 | 0.8    |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i> | 4                         | 0.01 | 1.1    |

#### Índices de diversidad Alfa

El índice de Margalef indica que la diversidad para este grupo es alta dado que se registró un valor de 6.4651, el índice de Simpson muestra un valor de 0.0643 lo que nos indica una diversidad alta para este grupo debido a su alta movilidad, Simpson 1-D con un valor de 0.9357 nos indica que la dominancia de especies muy baja por su alta diversidad, el índice de Shannon tuvo un valor de 3.2004 lo que indica al igual que los otros índices diversidad es alta en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV. 96 Índices de biodiversidad de la Clase Aves.

| INDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 39       |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 6.4651   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.0643   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.9357   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 3.2004   |

#### Especies en estatus en el Sistema Ambiental.

En el análisis del se encontraron 7 especies dentro de alguna categoría de la NOM-059, dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentran dos especies, el Colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), una especie en Peligro de extincion (P) Tigrillo

(*Leopardus wiedii*), Cuatro especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada (*Salvadora lemniscata*), la culebra de collar (*Tantilla rubra*), la salamaquesa (*Phyllodactylus muralis*) y la rana ladrona (*Eleutherodactylus nitidus*).

En el compendio de la CITES se encontraron 5 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), el tejón (*Nasua narica*), el colibrí verde (*Archilochus colubris*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

Dentro del listado se agregaron aquellas especies que tienen distribución endémica como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 97 Especies registradas en alguna categoría de riesgo.

| ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN           | CITES | IUCN | NOM-059 | DISTRIBUCIÓN |
|----------------------------------|------------------------|-------|------|---------|--------------|
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | Rana ladrona           | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    | Rana leopardo          | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Ortalis poliocephala</i>      | Chachalaca             | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Peuceaea mystacalis</i>       | Zacatonero embicado    | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | Matraca barrada        | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Turdus rufopalliatu</i>       | Tordo o primavera      | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Melanerpes hypopolius</i>     | Carpintero del balsas  | -     | -    | -       | Endémica     |
| <i>Archilochus colubris</i>      | Colibrí verde          | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i>    | Colibrí frente verde   | II    | Lc   | A       | Endémica     |
| <i>Leopardus wiedii</i>          | Tigrillo               | II    | Nt   | P       | Nativa       |
| <i>Nasua narica</i>              | Tejón                  | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Salvadora lemniscata</i>      | Culebra rayada         | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Tantilla rubra</i>            | Culebra de collar      | -     | Lc   | Pr      | Nativa       |
| <i>Manolepis putnami</i>         | culebra cabeza surcada | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>      | Iguana negra           | II    | Lc   | A       | Endémica     |
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i>  | Lagartija espinosa     | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Sceloporus smithi</i>         | Lagartija del istmo    | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Phyllodactylus muralis</i>    | Salamanquesa           | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |

|                  |                        |   |    |   |          |
|------------------|------------------------|---|----|---|----------|
| Marisora syntoma | Eslizon de tehuantepec | - | Lc | - | Endémica |
|------------------|------------------------|---|----|---|----------|

### Resultados obtenidos en los Polígonos de Cambio de Uso de suelo.

#### Curva de acumulación de especies.

##### - Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

De acuerdo con Villareal et al. (2004), una curva de acumulación de especies es una herramienta que se emplea para calcular el número de especies esperadas a partir de un muestreo; su aplicación resulta de gran interés e importancia al momento de realizar estimaciones de la diversidad alfa de una determinada zona de muestreo, considerando que al basarse en el concepto de muestreo únicamente es posible realizar aproximaciones basadas en la probabilidad que tienen los diferentes individuos pertenecientes a cualquiera de las posibles especies. Escalante (2003) explica que las curvas de acumulación de especies muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota.

Los siguientes beneficios del uso de curvas de acumulación de especies son mencionados por Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Existen diferentes estimadores para el cálculo de especies (Villareal et al., 2004), dentro de los cuales es común usar los de la serie Chao, que consiste en método no paramétrico, los cuales se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado (Villareal et al., 2004).

**Chao 1:** se utiliza cuando se tienen datos de abundancia, es de los más rigurosos.

**Chao 2:** estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Se utilizó el programa de uso libre EstimateS 9.1.0®, elaborado por Robert K. Colwell en 1997, se calcularon los estimadores Chao 1 y Chao 2.

Identificación de especies.

### Polígono 1

En el proyecto de acuerdo con el esfuerzo de muestreo, y las especies registradas en cada uno de los transectos podemos observar, que el estimador Chao 1 demuestra una eficiencia de muestreo del 78 %, y al utilizar Chao 2 la eficiencia fue de 64 %, indicando que el muestreo fue el correcto aun con las variaciones del clima.

En el siguiente cuadro se compara el número de especies registradas durante el muestreo del Área del Proyecto.

Cuadro IV. 98 Número de especies esperadas y observadas.

| ESPECIES OBSERVADAS EN<br>EL POLÍGONO 1 | ESPECIES ESPERADAS |        | % DE EFICIENCIA |        |
|---|--------------------|--------|-----------------|--------|
|   | CHAO 1             | CHAO 2 | CHAO 1          | CHAO 2 |
| 32                                      | 41                 | 50     | 78              | 64     |

En el gráfico de la curva de acumulación de especies se observa la porción de la curva, iniciando la zona asintótica, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado para el área del Polígono 1.

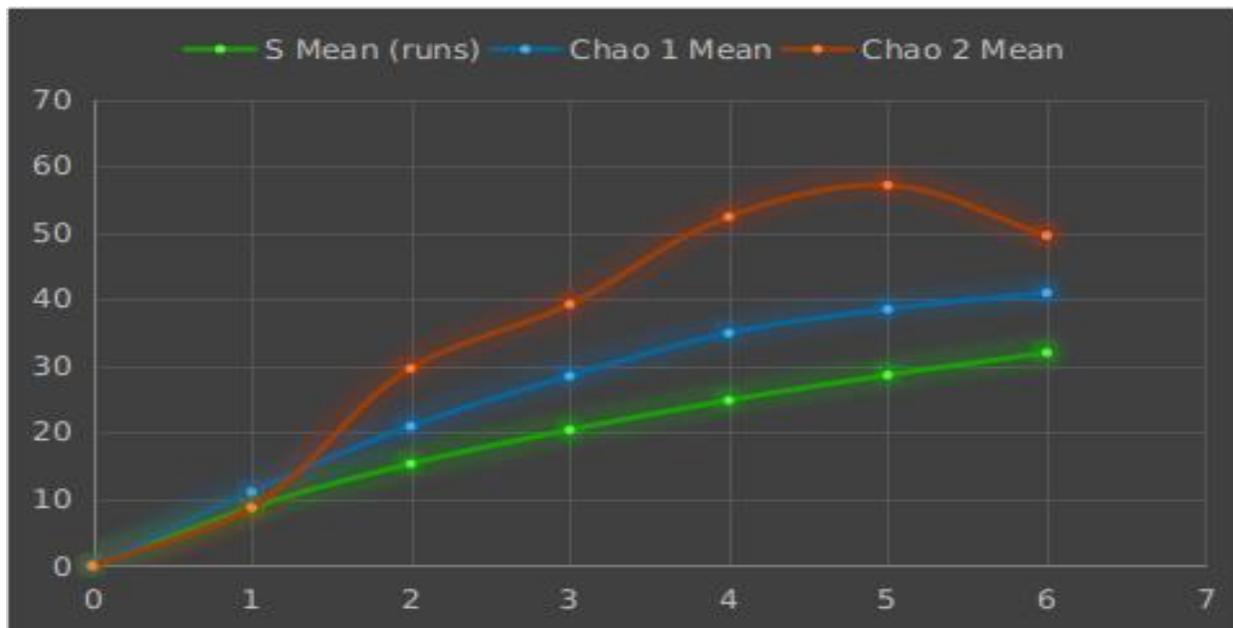


Figura IV. 69. Curva de acumulación de especies del área del Proyecto.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

Se Presenta el número de especies registradas durante el muestreo en el Polígono 2. En el proyecto de acuerdo con el esfuerzo de muestreo, y las especies registradas en cada uno de los transectos podemos observar, que el estimador Chao 1 demuestra una eficiencia de muestreo del 74.17 %, Y al utilizar Chao 2 la eficiencia fue a 75.67 %. En el gráfico de la curva de acumulación de especies se observa la porción de la curva, iniciando la zona asintótica, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado.

Cuadro IV. 99 - Número de especies esperadas y observadas.

| ESPECIES OBSERVADAS EN EL POLIGONO 2 | ESPECIES ESPERADAS |        | % DE EFICIENCIA |        |
|--------------------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|
|                                      | CHAO 1             | CHAO 2 | CHAO 1          | CHAO 2 |
| 22                                   | 29.66              | 29.07  | 74.17           | 75.67  |

En la siguiente imagen se muestra las curvas de especies registradas para el área del proyecto de este estudio.

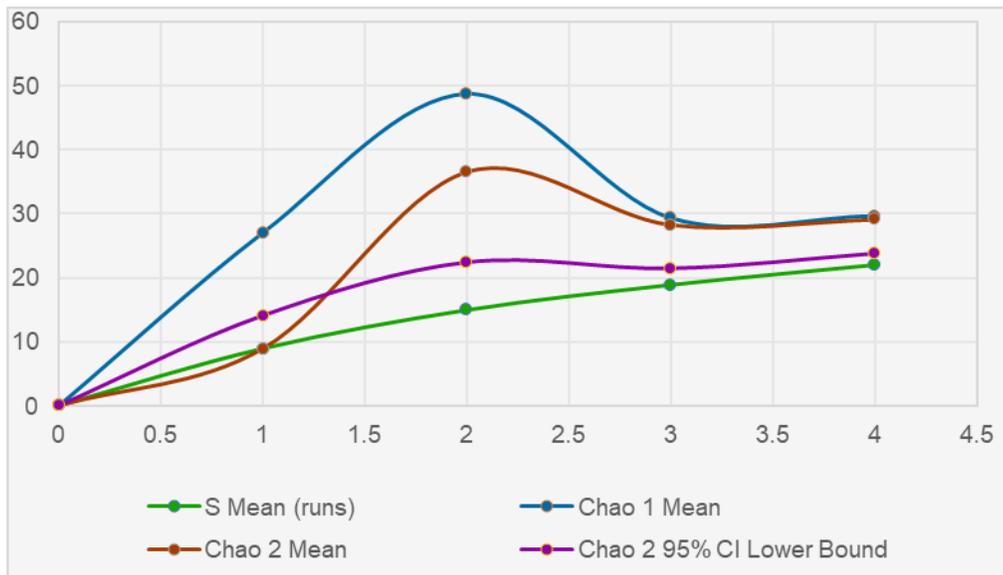


Figura IV. 70. Curva de acumulación de especies del área del Proyecto.

### Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

#### Vertebrados registrados

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del Proyecto, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 12 Ordenes, 25 Familias, 31 géneros y 32 especies. La clase de Aves está contenida en 7 Ordenes, 15 Familias, 19 géneros y 20 especies, seguida de la Clase Mammalia que está distribuida en 3 Ordenes, 5 Familias, 6 géneros y 6 especies, la Clase Reptilia está representada por 1 Orden 5 Familias, 6 géneros y 6 especies. En la siguiente gráfica se presentan, la comparación por clase de las especies registradas durante el estudio en el área del proyecto.

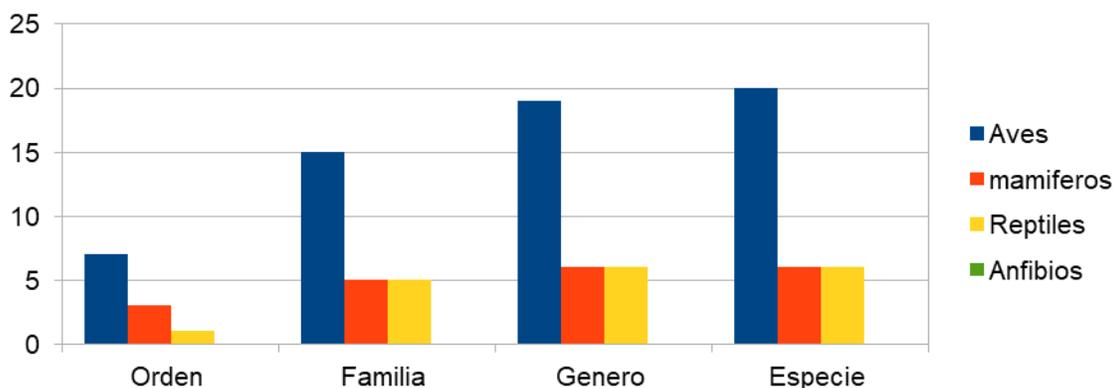


Figura IV. 71.-Gráfica de comparación de la riqueza del proyecto

De los muestreos realizados para las 3 clases se registró un total de 94 individuos, de los cuales el 79.8 % corresponde a el grupo de las aves, el 13.8 % corresponde a la Clase de los mamíferos, destacando que en este grupo la mayor parte de registros fue en excretas y huellas, el 6.4 % restante corresponde al grupo de los reptiles.

Se puede observar que el grupo más abundante es el de las aves debido a su alta movilidad, siguiendo el de los mamíferos, que, al estar en un área abierta y aislada, se pueden obtener su presencia en la zona, el último grupo del de los reptiles, este grupo tuvo pocos registros debido a la incidencia del clima frío.

En el siguiente cuadro se muestra la comparación de registros y especies obtenidos en el muestreo que se llevó a cabo en el área del proyecto.

Cuadro IV. 100 -. Especies y Registros obtenidos en el área del Polígono 1

| <b>CLASE</b> | <b>ABUNDANCIA</b> | <b>RIQUEZA</b> | <b>%</b> |
|--------------|-------------------|----------------|----------|
| Aves         | 75                | 20             | 79.8     |
| Mamíferos    | 13                | 6              | 13.8     |
| Reptiles     | 6                 | 6              | 6.4      |
| Anfibios     | 0                 | 0              | 0.0      |

En el siguiente gráfico se muestra la comparación entre la riqueza y la abundancia obtenida para el área del Polígono 1.

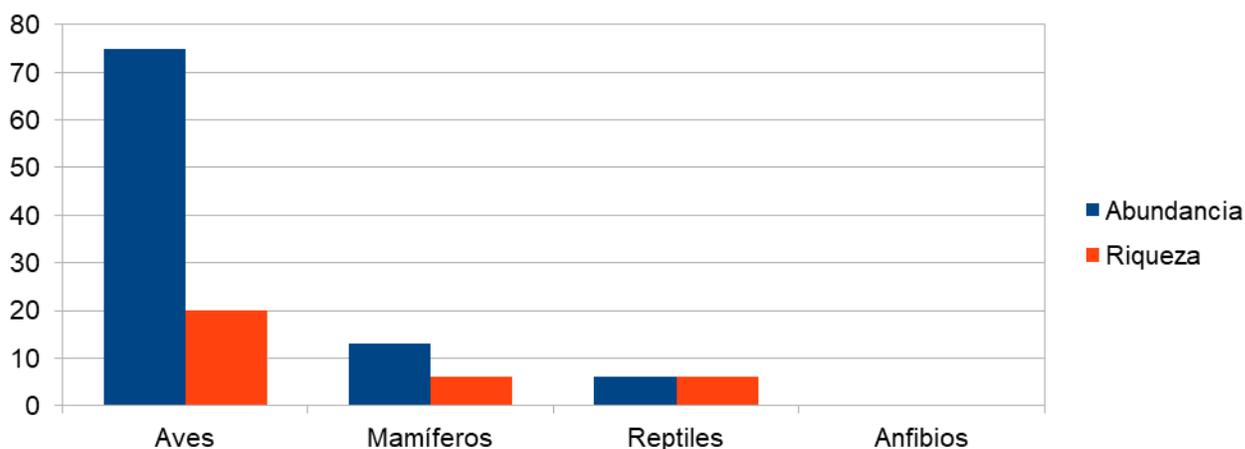


Figura IV. 72. Gráfica de comparación de riqueza y abundancia

Cuadro IV. 101 Especies encontradas en el Área del Polígono 1

| CLASE | ORDEN          | FAMILIA       | ESPECIE                       | NOMBRE COMÚN           |
|-------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| Aves  | Cathartiformes | Cathartidae   | <i>Cathartes aura</i>         | Zopilote cabeza roja   |
|       |                |               | <i>Coragyps atratus</i>       | Zopilote               |
|       | Columbiformes  | Columbidae    | <i>Columbina inca</i>         | Tortolita              |
|       |                |               | <i>Zenaida asiatica</i>       | Paloma ala blanca      |
|       | Cuculiformes   | Cuculidae     | <i>Geococcyx velox</i>        | Correcaminos           |
|       | Galliformes    | Cracidae      | <i>Ortalis poliocephala</i>   | Chachalaca             |
|       | Passeriformes  | Corvidae      | <i>Aphelocoma woodhouseii</i> | chara                  |
|       |                |               | <i>Corvus corax</i>           | Cuervo                 |
|       |                | Fringillidae  | <i>Spinus psaltria</i>        | Jilguerito             |
|       |                | Icteridae     | <i>Icterus pustulatus</i>     | Calandria dorso rayado |
|       |                | Passerillidae | <i>Peucaea mystacalis</i>     | Zacatonero embricado   |
|       |                | Poliptilidae  | <i>Poliptila cerulea</i>      | Perlita gris           |
|       |                | Ptilioglidae  | <i>Ptiliognys cinereus</i>    | chinito                |
|       |                | Thraupidae    | <i>Sporophila torqueola</i>   | semillerito            |
|       |                | Tyrannidae    | <i>Empidonax minimus</i>      | Mosquerito             |

|           |                |                 |                                 |                        |
|-----------|----------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|
|           |                |                 | <i>Empidonax oberholseri</i>    | Mosquerito matorralero |
|           |                | Virionidae      | <i>Vireo philadelphicus</i>     | Vireo de philadelphia  |
|           | Piciformes     | Picidae         | <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano    |
|           |                |                 | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero             |
|           | Trochiliformes | trochilidae     | <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde   |
| Mamíferos | Artiodactyla   | Cervidae        | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca     |
|           | Carnivora      | Canidae         | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris             |
|           |                | Felidae         | <i>Puma concolor</i>            | puma                   |
|           |                | Procyonidae     | <i>Bassariscus astutus</i>      | cacomixtle             |
|           |                |                 | <i>Nasua narica</i>             | Tejon                  |
|           | Lagomorpha     | Leporidae       | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte        |
| Reptiles  | Squamata       | colubridae      | <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada         |
|           |                |                 | <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar      |
|           |                | Iguanidae       | <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa     |
|           |                | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija              |
|           |                | Scinidae        | <i>Marisora syntoma</i>         | eslizón de tehuantepec |
|           |                | Teiidae         | <i>Aspidoscelis deppii</i>      | Huico siete líneas     |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

**Vertebrados registrados en el Área del Proyecto**

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del polígono 2, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 10 Ordenes, 18 Familias, 19 géneros y 22 especies. La clase de Aves está contenida en 8 Ordenes, 13 Familias, 14 géneros y 17 especies, seguida de la Clase Reptilia que está distribuida en 1 Ordenes, 2 Familias, 2 géneros y 2 especies, la Clase Mammalia está representada por 2 Orden 2 Familias, 3 géneros y 3 especies.

En la siguiente gráfica se presentan, la comparación por clase de las especies registradas durante el estudio en el área del proyecto.

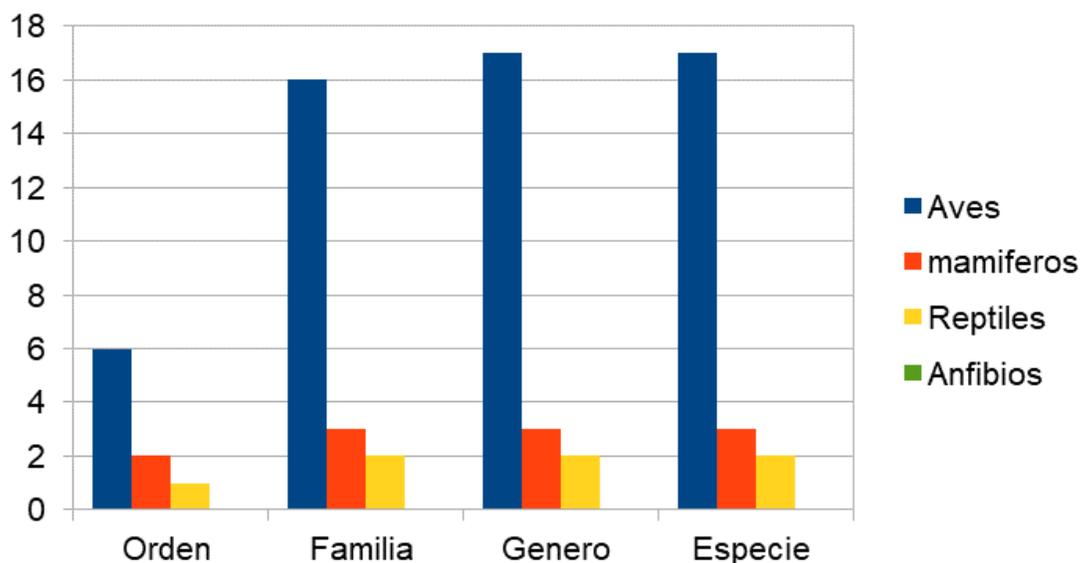


Figura IV. 73. Gráfico de comparación entre las 4 clases de fauna, el grupo de los anfibios no fue registrado en el área del monitoreo durante el presente estudio.

Entre las 3 clases se registró un total de 64 individuos, de los cuales el 76.6 % corresponde a el grupo de las aves, el 12.5 % corresponde a la Clase de los reptiles y el 10.9 % corresponde al grupo de los mamíferos.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de registros y especies obtenidos en el muestreo que se llevó a cabo en el área del proyecto.

Cuadro IV. 102 Especies y Registros obtenidos en el área del Proyecto.

| CLASE     | RIQUEZA | ABUNDANCIA | %    |
|-----------|---------|------------|------|
| Aves      | 17      | 49         | 76.6 |
| Mamíferos | 3       | 8          | 12.5 |
| Reptiles  | 2       | 7          | 10.9 |

Como puede observarse el grupo más abundante fue el de las aves, dado a que, tienen una alta movilidad y son las que más aprovechan árboles en cercos o áreas abiertas donde se asolean en busca de comida, el siguiente grupo fue el de los reptiles que tuvo más abundancia debido a los espacios abiertos y sus asoleaderos, al final los mamíferos que en el día no se registraron pero en la noche atraviesan estas áreas, por lo que se presentaron algunos avistamientos y se encontraron algunas huellas además de ser registrados por las cámaras trampa.

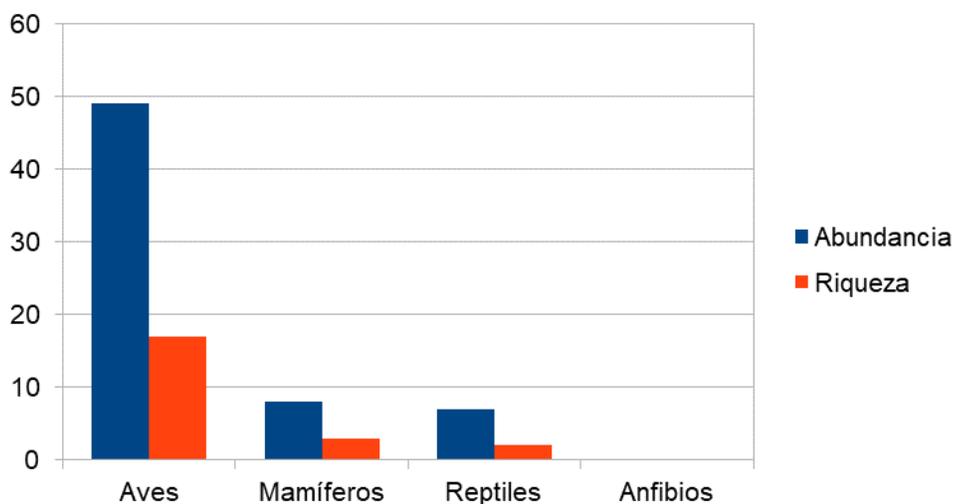


Figura IV. 74. Gráfica de comparación de riqueza y abundancia.

De los datos obtenidos, en la siguiente tabla se muestran las especies que se encontraron en el Área del Proyecto.

Cuadro IV. 103 Especies encontradas en el Área del Polígono 2

| CLASE | ORDEN          | FAMILIA       | ESPECIE                     | NOMBRE COMÚN           |
|-------|----------------|---------------|-----------------------------|------------------------|
| Aves  | Cathartiformes | Cathartidae   | <i>Cathartes aura</i>       | Zopilote cabeza roja   |
|       |                |               | <i>Coragyps atratus</i>     | Zopilote               |
|       | Columbiformes  | Columbidae    | <i>Columbina inca</i>       | Tortolita              |
|       |                |               | <i>Zenaida asiatica</i>     | Paloma ala blanca      |
|       | Cuculiformes   | Cuculidae     | <i>Geococcyx velox</i>      | Correcaminos           |
|       | Galliformes    | Cracidae      | <i>Ortalis poliocephala</i> | Chachalaca             |
|       | Passeriformes  | Fringillidae  | <i>Euphonia affinis</i>     |                        |
|       |                |               | <i>Spinus psaltria</i>      | Jilguerito             |
|       |                | Icteridae     | <i>Icterus pustulatus</i>   | Calandria dorso rayado |
|       |                | Passerillidae | <i>Peucaea mystacalis</i>   | Zacatonero embricado   |

|                  |                   |                 |                                  |                        |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------|
|                  |                   | Poliopitilidae  | <i>Poliopitila cerulea</i>       | Perlita gris           |
|                  |                   | Troglodytidae   | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> |                        |
|                  |                   | Tyrannidae      | <i>Empidonax minimus</i>         | Mosquerito             |
|                  |                   |                 | <i>Empidonax oberholseri</i>     | Mosquerito matorralero |
|                  |                   | Virionidae      | <i>Vireo philadelphicus</i>      | Vireo de philadelphia  |
|                  | <b>Piciformes</b> | Picidae         | <i>Dryobates scalaris</i>        | Carpintero mexicano    |
|                  |                   |                 | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | Carpintero             |
| <b>Mamíferos</b> | <b>Carnivora</b>  | Canidae         | <i>Urocyon cinereoargenteus</i>  | Zorra gris             |
|                  |                   | Procyonidae     | <i>Bassariscus astutus</i>       | cacomixtle             |
|                  | <b>Lagomorpha</b> | Leporidae       | <i>Sylvilagus floridanus</i>     | Conejo de monte        |
| <b>Reptiles</b>  | <b>Squamata</b>   | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>      | Lagartija              |
|                  |                   | Teiidae         | <i>Aspidoscelis deppii</i>       | Huico siete líneas     |

## INDICES

- **Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

### Anfibios

Para este grupo no se presentan índices dado que no se realizaron registros de anfibios en el área del Polígono 1, por lo que se dejaron en cero.

### Reptiles

#### Índice de Abundancia Relativa

Dentro de los datos obtenidos para este índice se observa que las especies registradas obtuvieron un valor similar, dado que la abundancia obtenida fue la misma. Presentando todas las especies un IAR del 16.7 %.

Cuadro IV. 104 Abundancia Relativa de la clase Reptiles.

| ESPECIE                     | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI  | PI*100 |
|-----------------------------|---------------------------|-----|--------|
| <i>Salvadora lemniscata</i> | 1                         | 0.2 | 16.7   |
| <i>Tantilla rubra</i>       | 1                         | 0.2 | 16.7   |

|                                 |   |     |      |
|---------------------------------|---|-----|------|
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | 1 | 0.2 | 16.7 |
| <i>Sceloporus siniferus</i>     | 1 | 0.2 | 16.7 |
| <i>Marisora syntoma</i>         | 1 | 0.2 | 16.7 |
| <i>Aspidoscelis deppii</i>      | 1 | 0.2 | 16.7 |

### Índices de diversidad Alfa

Para este grupo el índice de Margalef tuvo un valor de 2.7906, mostrándose una diversidad media para el área del Polígono 1. El índice de Simpson obtuvo un valor de 0.1667 lo que indica un área de media diversidad y el índice recíproco obtuvo un valor de 0.8333 lo que indica el efecto de dominancia baja de especies. El índice de Shannon tuvo un valor de 1.791 lo que nos indica una diversidad baja.

Cuadro IV. 105.-Índice de biodiversidad de la clase Reptilia

| INDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 6        |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 2.7906   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.1667   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.8333   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 1.7918   |

### Mamíferos

#### Índice de Abundancia Relativa

Para este grupo se muestra que las especies más dominantes en este estudio fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con un valor de 46.2 %, le sigue la cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y el conejo (*Sylvilagus floridianus*), con un IAR de 15.4%.

Cuadro IV. 106.-Abundancia Relativa de la clase Mamíferos.

| ESPECIE                         | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|---------------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | 1                         | 0.08 | 7.7    |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 6                         | 0.46 | 46.2   |

|                              |   |      |      |
|------------------------------|---|------|------|
| <i>Puma concolor</i>         | 1 | 0.08 | 7.7  |
| <i>Bassariscus astutus</i>   | 2 | 0.15 | 15.4 |
| <i>Nasua narica</i>          | 1 | 0.08 | 7.7  |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | 2 | 0.15 | 15.4 |

### Índices de diversidad Alfa

La diversidad obtenida para este grupo de acuerdo al índice de Margalef se muestra con un valor 1.9494 lo que indica que la diversidad es baja. El índice de Simpson mostró un valor de 0.2781 nos indica que la diversidad es baja, el índice recíproco Simpson tiene un valor de 0.7219. Shannon nos indica una diversidad baja con un valor de 1.5247.

Cuadro IV. 107 Índice de biodiversidad de la clase Mamíferos.

| INDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 6        |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 1.9494   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.2781   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.7219   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 1.5247   |

### Aves

#### Índice de Abundancia Relativa

Para el grupo de las aves la especie que presentó un IAR más alto fue el Zopilote cabeza roja (*Cathartes aura*) con un valor de 24 %, la siguiente especie con un IAR alto fue la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) con un valor de 14.7, la siguiente especie el zopilote común (*Coragyps atratus*) con un valor de 9.3 % de IAR. Cabe mencionar que estas son las especies más comunes en el área de estudio.

Cuadro IV. 108 Abundancia Relativa de la clase Aves.

| ESPECIES                | NÚMERO DE INDIVIDUOS (NI) | PI   | PI*100 |
|-------------------------|---------------------------|------|--------|
| <i>Cathartes aura</i>   | 18                        | 0.24 | 24.0   |
| <i>Coragyps atratus</i> | 7                         | 0.09 | 9.3    |

|                               |    |      |      |
|-------------------------------|----|------|------|
| <i>Columbina inca</i>         | 1  | 0.01 | 1.3  |
| <i>Zenaida asiatica</i>       | 11 | 0.15 | 14.7 |
| <i>Geococcyx velox</i>        | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Ortalis poliocephala</i>   | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Aphelocoma woodhouseii</i> | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Corvus corax</i>           | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Spinus psaltria</i>        | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Icterus pustulatus</i>     | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Peucaea mystacalis</i>     | 1  | 0.01 | 1.3  |
| <i>Polioptila cerulea</i>     | 6  | 0.08 | 8.0  |
| <i>Ptiliogonys cinereus</i>   | 3  | 0.04 | 4.0  |
| <i>Sporophila torqueola</i>   | 1  | 0.01 | 1.3  |
| <i>Empidonax minimus</i>      | 1  | 0.01 | 1.3  |
| <i>Empidonax oberholseri</i>  | 5  | 0.07 | 6.7  |
| <i>Vireo philadelphicus</i>   | 1  | 0.01 | 1.3  |
| <i>Dryobates scalaris</i>     | 2  | 0.03 | 2.7  |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>   | 3  | 0.04 | 4.0  |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i> | 3  | 0.04 | 4.0  |

### Índices de diversidad Alfa

La diversidad obtenida de acuerdo al índice de Margalef indica que la diversidad para este grupo es alta dado que registro un valor de 4.4007, el índice de Simpson muestra un valor de 0.10933 lo que nos indica una diversidad alta para este grupo debido a su alta movilidad, el índice recíproco nos indica que la dominancia es baja dando un valor de 0.8907, el índice de Shannon tuvo un valor de 2.5786 lo que indica al igual que los otros índices diversidad alta en el área del Polígono 1.

Cuadro IV. 109 Índices de biodiversidad de la clase Aves

| ÍNDICE                  | PROYECTO |
|-------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)= | 20       |

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 4.4007  |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.10933 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.8907  |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 2.5786  |

### Especies en estatus del área del Polígono 1

En el análisis del polígono 1, se encontraron 3 especies dentro de alguna categoría de la NOM-059, dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentra el Colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), y dos especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada (*Salvadora lemniscata*) y culebra de collar (*Tantilla rubra*). En el compendio de la CITES se encontraron 3 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), el Puma (*Puma concolor*) y el tejón (*Nasua narica*). Dentro del listado se agregaron aquellas especies que tienen distribución endémica como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 110.- Especies registradas en alguna categoría de riesgo.

| ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN           | CITES | IUCN | NOM-059 | DISTRIBUCIÓN |
|---------------------------------|------------------------|-------|------|---------|--------------|
| <i>Ortalis poliocephala</i>     | Chachalaca             | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Peuceaea mystacalis</i>      | Zacatonero embicado    | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Sporophila torqueola</i>     | Semillerito            | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde   | II    | Lc   | A       | Endémica     |
| <i>Puma concolor</i>            | Puma                   | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Nasua narica</i>             | Tejón                  | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada         | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar      | -     | Lc   | Pr      | Nativa       |
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa     | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Marisora syntoma</i>         | Eslizon de Tehuantepec | -     | Lc   | -       | Endémica     |

### - Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

#### Anfibios

Para este grupo no se presentan índices dado que no se realizaron registros de anfibios en el área del Polígono 1, por lo que se dejaron en cero.

## Reptilia

### Índice de Abundancia Relativa

En cuanto a la Clase Reptilia, en el área del polígono 2 solo se registraron dos especies y de ellas la lagartija *Aspidoscelis deppii* fue dominante con un con un 71.42%, pero es importante saber que tiene buena distribución en la zona, la segunda especie con el índice de valor de abundancia relativa fue *Sceloporus siniferus* con un valor de 28.57%.

Cuadro IV. 111 Comparación de la Abundancia Relativa de la clase Reptiles.

| ESPECIE                     | PROYECTO |       |        |
|-----------------------------|----------|-------|--------|
|                             | NI       | PI    | PI*100 |
| <i>Sceloporus siniferus</i> | 2        | 0.286 | 28.571 |
| <i>Aspidoscelis deppii</i>  | 5        | 0.714 | 71.429 |
| <i>total</i>                | 7        | 1     | 100    |

### Índices de diversidad Alfa.

Para este grupo el índice de Margalef tuvo un valor de 0.5139, mostrándose una diversidad media para el área del Polígono 2. El índice de Simpson obtuvo un valor de 0.5918 lo que indica un área de media diversidad y el índice recíproco obtuvo un valor de 0.4082 lo que indica el efecto de dominancia baja de especies. El índice de Shannon tuvo un valor de 0.5983 lo que nos indica una diversidad baja.

Cuadro IV. 112 índices de biodiversidad de la clase Reptilia.

| INDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 2        |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 0.5139   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.5918   |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.4082   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 0.5983   |

## Mammalia

### Índice de Abundancia Relativa

Para este grupo se muestra que las especies que tuvieron un mayor índice de abundancia relativa fueron (*Urocyon cinereoargenteus* y *Sylvilagus floridanus*) con un valor de 62.5 y 25 %

respectivamente, estos valores se elevaron debido a que la abundancia y la riqueza presentada en el polígono 2 fue baja.

Cuadro IV. 113.- Comparación de la Abundancia Relativa de la clase Mammalia.

| ESPECIE                         | PROYECTO |     |        |
|---------------------------------|----------|-----|--------|
|                                 | NI       | PI  | PI*100 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 5        | 0.6 | 62.5   |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 1        | 0.1 | 12.5   |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 2        | 0.3 | 25.0   |
| Totales                         | 8        | 1   | 100    |

#### Índice de diversidad Alfa

La diversidad obtenida para este grupo de acuerdo al índice de Margalef se muestra con un valor 0.9618 lo que indica que la diversidad es baja. El índice de Simpson mostró un valor de 0.469 nos indica que la diversidad es baja, el índice recíproco Simpson tiene un valor de 0.5313. Shannon nos indica una diversidad baja con un valor de 0.9003.

Cuadro IV. 114 Índices de biodiversidad de la clase mamalia

| INDICE                         | PROYECTO |
|--------------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=        | 3        |
| Índice de Margalef (Dmg)=      | 0.9618   |
| Índice de Simpson (D)=         | 0.469    |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.5313   |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 0.9003   |

#### Aves

##### Índice de Abundancia Relativa

De las especies registradas en el grupo de las aves, en el polígono 2, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) obtuvo un mayor índice de abundancia con 18.4 % del total, le sigue (*Poliptila caerulea*) con un valor de 12.2 %, en tercer puesto esta (*Coragyps atratus*) con 10.2%.

Cuadro IV. 115 Comparación de la Abundancia Relativa de la clase aves.

| ESPECIE                          | PROYECTO |      |        |
|----------------------------------|----------|------|--------|
|                                  | NI       | PI   | PI*100 |
| <i>Cathartes aura</i>            | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Coragyps atratus</i>          | 5        | 0.10 | 10.2   |
| <i>Columbina inca</i>            | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Zenaida asiatica</i>          | 9        | 0.18 | 18.4   |
| <i>Geococcyx velox</i>           | 2        | 0.04 | 4.1    |
| <i>Ortalis poliocephala</i>      | 5        | 0.10 | 10.2   |
| <i>Euphonia affinis</i>          | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Spinus psaltria</i>           | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Icterus pustulatus</i>        | 3        | 0.06 | 6.1    |
| <i>Peucaea mystacalis</i>        | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Polioptila cerulea</i>        | 6        | 0.12 | 12.2   |
| <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | 2        | 0.04 | 4.1    |
| <i>Empidonax minimus</i>         | 1        | 0.02 | 2.0    |
| <i>Empidonax oberholseri</i>     | 3        | 0.06 | 6.1    |
| <i>Vireo philadelphicus</i>      | 2        | 0.04 | 4.1    |
| <i>Dryobates scalaris</i>        | 2        | 0.04 | 4.1    |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>      | 4        | 0.08 | 8.2    |
|                                  | 49       | 1    | 100    |

#### Índices de diversidad.

La diversidad obtenida de acuerdo al índice de Margalef indica que la diversidad para este grupo es alta dado que registro un valor de 4.1112, el índice de Simpson muestra un valor de 0.09288 lo que nos indica una diversidad alta para este grupo debido a su alta movilidad, el índice recíproco nos indica que la dominancia es baja dando un valor de 0.9071, el índice de Shannon tuvo un valor de 2.5795 lo que indica al igual que los otros índices diversidad alta en el área del Polígono 2

Cuadro IV. 116 Índices de biodiversidad de la clase aves.

| INDICE                    | PROYECTO |
|---------------------------|----------|
| Riqueza específica (S)=   | 17       |
| Índice de Margalef (Dmg)= | 4.1112   |

---

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

---

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Índice de Simpson (D)=         | 0.09288 |
| Diversidad de Simpson (1-D)=   | 0.9071  |
| Índice de Shannon-Wiener (H')= | 2.5795  |

#### **IV.3.1.3 Medio Socioeconómico.**

Dado que el Sistema Ambiental en descripción, se extiende sobre el territorio de dos municipios del Estado de Oaxaca: San Dionisio Ocotepec y San Pedro Totolapam; se mencionarán los datos de dichos Municipios.

##### **Población**

El municipio de San Dionisio Ocotepec, pertenece al Distrito de Tlacolula, de acuerdo al Censo del INEGI (2020), cuenta con una población de 11, 411 habitantes de los cuales 5,413 (47.4%) son hombres y 5,998 (52.6%) son mujeres. Creciendo la población un 8.68%, en comparación a 2010.

El municipio de San Pedro Totolapam, pertenece al Distrito de Juquila, de acuerdo al Censo del INEGI (2020), cuenta con una población de 3,294 habitantes de los cuales el 49.7% son hombres y 50.3% son mujeres. Creciendo la población un 26.5%, en comparación a 2010.

##### **Estructura por sexo y edad.**

En san Pedro Totolapam, los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (295 habitantes), 25 a 29 años (277 habitantes) y 20 a 24 años (267 habitantes). Entre ellos concentraron el 25.5% de la población total.

##### **Vivienda**

En San Dionisio Ocotepec, en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 32.2% y 24.2%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 46.5% y 36.9%, respectivamente.

En San Pedro Totolapam, En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 29.1% y 23.3%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 43.5% y 34%, respectivamente.

##### **Educación**

En 2020, los principales grados académicos de la población de San Dionisio Ocotepec fueron primaria (4.51k personas o 62.4% del total), secundaria (1.61k personas o 22.3% del total) y preparatoria o bachillerato general (807 personas o 11.2% del total).

En 2020, los principales grados académicos de la población de San Pedro Totolápam fueron primaria (941 personas o 42.5% del total), secundaria (708 personas o 31.9% del total) y preparatoria o bachillerato general (352 personas o 15.9% del total).

## **Salud**

En San Dionisio Ocotepec, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (5.48k), Consultorio, clínica u hospital privado (2.02k) y Consultorio de farmacia (1.59k).

En San Pedro Totolápam, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Consultorio, clínica u hospital privado (1.27k), Consultorio de farmacia (987) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (519).

### **IV.3.2. Paisaje**

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio, es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. La metodología que se describe a continuación se realizó a nivel del predio objeto de estudio. Para evaluar el Paisaje del área del proyecto se utilizó un método mixto, valorándose los recursos visuales, la calidad visual y la fragilidad visual del paisaje. Además, se realizó un análisis de visibilidad desde puntos relevantes de observación y afluencia de personas, estos puntos se ubicaron en las cercanías del predio donde se pretende construir el proyecto en evaluación, para evaluar la disminución de la visibilidad en un escenario en el que el proyecto se encuentre en operación, como se mencionó anteriormente en el capítulo II, dicha obra contempla paredes, techos y pisos, con columnas de concreto como soportes, esto con la finalidad de afectar lo menos posible el paisaje o vista al mar.

#### **Unidades de Paisaje**

La primera etapa es definir las Unidades de Paisaje (UP) presentes en el paisaje en estudio. Las UP corresponden a una agregación ordenada y coherente de las partes elementales de un paisaje, y debieran ser lo más homogéneas posible en relación a su valor de paisaje. Cabe señalar que la homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no necesariamente idénticos, en un área determinada.

Generalmente es la cobertura vegetal y la morfología del terreno los elementos en base a los cuales se definen las UP.

#### **Inventario de Recursos**

Para cada una de las UP definidas se realizó un inventario de recursos, analizándose los siguientes aspectos:

- Áreas de Interés Escénico: Se definen como zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.
- Hitos Visuales de Interés: Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que, por su dominancia en el marco escénico, adquieren significancia para el observador.
- Cubierta Vegetal Dominante: Se refiere al tipo de cobertura vegetal visualmente dominante en un área determinada.
- Presencia de Fauna: Se refiere a todas las poblaciones animales, exóticas o autóctonas, que generen una dinámica interesante y que aporten a la calidad escénica del paisaje.
- Cuerpos de Agua: Se define como aquellos cuerpos de agua que poseen una significancia visual en el observador.
- Intervención Humana: Son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales. (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, etc.).
- Áreas de Interés Histórico: Son todas las áreas que posean una carga histórica o patrimonial relevante para un país, región o ciudad (zonas donde se hayan registrado batallas importantes, asentamientos de pueblos originarios, etc.).

#### **Calidad Visual**

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje. Se determina a través de la ecuación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el territorio. El modelo Rojas y Kong (1998) es actualmente uno de los más utilizados y corresponde a una adaptación realizada a partir de los métodos aplicados por diversas instituciones estadounidenses. Esta adaptación define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano).

En el siguiente cuadro se presentan los criterios utilizados para evaluar la calidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998).

Cuadro IV. 117 Criterios para evaluar la calidad visual.

| Elemento Valorado       | Calidad Visual Alta   | Calidad Visual Media   | Calidad Visual Baja  |
|-------------------------|---|--|--|
| Vegetación              | Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.    | Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación nativa. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual. | Vegetación con un cubrimiento inferior al 50%. Presencia de áreas con erosión evidente y sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa. |
| Morfología o topografía | Pendientes mayores a 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos. | Pendiente entre 15% y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.  | Pendiente entre 0% y 15% dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.  |
| Fauna                   | Fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.  | Fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, así como la presencia de animales domésticos.                                | Sin evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.  |
| Formas de agua          | Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje  | Presencia de cuerpo de agua sin jerarquía visual.  | Ausencia de cuerpos de agua.   |
| Acción antrópica        | Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas   | La calidad escénica esta modificada en menor grado de obras, no añaden calidad visual  | Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje  |
| Variabilidad cromática  | Combinación de colores, intensos y variados contrastes evidentes entre suelo, vegetación,   | Algunas variedad e intensidad de colora y contrates del suelo, roca, y vegetación,   | Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos  |

---

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

---

| <b>Elemento Valorado</b> | <b>Calidad Visual Alta</b>                          | <b>Calidad Visual Media</b>                           | <b>Calidad Visual Baja</b>                                    |
|--------------------------|---|---|---|
|                          | roca y agua.  | pero no actúa como elemento dominante.                |   |
| Singularidad o rareza    | Paisaje único, con riqueza de elementos singulares. | Característicos, pero similares a otros de la región. | Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares. |

Cuadro IV. 118 Evaluación de la calidad visual.

| Factor                                     | Características                                   | Calificación   | Total UP |
|--|---|----------------|----------|
| <b>Vegetación (densidad)</b>               | Sin vegetación                                    | 1              | 2        |
|  | Selva mediana subcaducifolia secundario           | 2              |          |
|  | Selva mediana subcaducifolia primario             | 3              |          |
| <b>Vegetación (Diversidad)</b>             | Alta  | 3              | 2        |
|  | Media   | 2              |          |
|  | Baja  | 1              |          |
| <b>Morfología o topografía (pendiente)</b> | Plano   | 1              | 2        |
|  | Medio   | 2              |          |
|  | Abrupto   | 3              |          |
| <b>Singularidad</b>                        | Paisaje singular notable                          | 3              | 1        |
|  | Paisaje de importancia visual pero habitual       | 2              |          |
|  | Paisaje común                                     | 1              |          |
| <b>Fondo escénico</b>                      | Alta  | 3              | 1        |
|  | Media   | 2              |          |
|  | Baja  | 1              |          |
| <b>Fauna</b>                               | Alta  | 3              | 2        |
|  | Media   | 2              |          |
|  | Baja  | 1              |          |
| <b>Formas de agua</b>                      | Presencia de cuerpos de agua con alta importancia | 3              | 1        |
|  | Presencia de cuerpos de agua sin jerarquía visual | 2              |          |
|  | Ausencia de cuerpos de agua                       | 1              |          |
| <b>Acción antrópica</b>                    | Baja  | 3              | 2        |
|  | Media   | 2              |          |
|  | Alta  | 1              |          |
| <b>Variabilidad cromática</b>              | Baja  | 1              | 2        |
|  | Media   | 2              |          |
|  | Alta  | 3              |          |
| <b>Síntesis de calidad Visual</b>          | <b>Alta</b>                                       | <b>&gt;21</b>  | 15       |
|  | <b>Media</b>                                      | <b>11 a 21</b> |          |
|  | <b>Baja</b>                                       | <b>&lt;11</b>  |          |

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de valoración de las condiciones características del sistema ambiental se determinó que presenta una calidad visual **media** con Calificación de 15, ya que el paisaje que se visualiza dentro del sistema ambiental se encuentra perturbado en sus componentes o factores que lo caracteriza, los cuales van desapareciendo conforme se incrementa la presencia de estructuras y personas mismos que fueron limitando el desplazamiento y diversidad de la fauna y flora silvestres.

### **Fragilidad visual**

La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Se expresa también como fragilidad visual el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto se designa también como vulnerabilidad; *“la vulnerabilidad visual es el potencial de un paisaje, para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas”*.

Determinar la fragilidad es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual no lo es, pues dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para evaluar la fragilidad visual del paisaje, se propone un método que considera tres grupos de variables:

- Factores biofísicos: son los que componen las características básicas del paisaje, que condicionan la modificación del tipo y del carácter del paisaje. Son los que van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la vegetación y usos del suelo y las características geo-morfológicas. Son relativamente estáticos, salvo cambios por acciones antrópicas o por catástrofes naturales.
- Factores de visualización: son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio, en función de su visibilidad intrínseca (intervisibilidad) y la visibilidad adquirida (variables antrópicas que influyen en las características del territorio en términos de facilidad de acceso y/o atractivo de ser visto.
- Factores histórico-culturales: intenta explicar el carácter y las formas de cierto paisaje en función del proceso histórico que los ha forjado, y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.

Cuadro IV. 119 Criterios utilizados para evaluar la fragilidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998).

| FACTORES             | ELEMENTOS DE INFLUENCIA    | FRAGILIDAD VISUAL ALTA   | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA  | FRAGILIDAD VISUAL BAJA   |
|----------------------|----------------------------|--|--|--|
| <b>Biofísicos</b>    | Pendiente                  | Pendiente de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización      | Pendiente entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados       | Pendientes entre 0 a 15% con plano horizontal de dominancia visual.                    |
|                      | Vegetación (densidad)      | Grandes espacios sin vegetación, agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo.         | Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbórea aislada  | Grandes masas boscosas 100% de ocupación del suelo.                                    |
|                      | Vegetación (altura)        | Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura                         | No hay gran altura de las masas (- de 10m) baja diversidad de estratos.          | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros.                              |
| <b>Visualización</b> | Tamaño de la cuenca visual | Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 1 000 metros. Dominio de los primeros planos     | Visión medio 1000 a 4 000 metros. Dominio de los planos medios de visualización  | Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 4000m.                                 |
|                      | Forma de la cuenca visual  | Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual                           | Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías.                                  | Cuencas regulares extensas redondeadas generalmente.                                   |
|                      | Compacidad                 | Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos obstruyendo los rayos visuales | El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje | Vista cerrada u obstaculizada. Presencia constante de zonas sombras o de menor visión. |

|                      |                      |   |   |   |
|----------------------|----------------------|---|---|---|
| <b>Singularidad</b>  | Unicidad del paisaje | Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintos    | Paisaje de importancia visual pero habituales sin presencia de elementos singulares | Paisaje común sin riqueza visual o muy alterado.              |
| <b>Accesibilidad</b> | Visual               | Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción | Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.                         | Baja accesibilidad visual, vista repentina, escasas o breves. |

Cuadro IV. 120. Evaluación de la Fragilidad visual.

| FACTOR                            | CARACTERISTICAS                              | VALORES      | CALIF.        | TOTAL UP |
|-----------------------------------|--|--------------|---------------|----------|
| <b>Vegetación</b>                 | Sin vegetación                               | Alta         | 3             | 2        |
|                                   | Selva mediana subcaducifolia Secundario      | Media        | 2             |          |
|                                   | Selva mediana subcaducifolia Primario        | Baja         | 1             |          |
| <b>Pendiente</b>                  | 0-15%  | Baja         | 1             | 2        |
|                                   | 15 al 30%                                    | Media        | 2             |          |
|                                   | Mayor a 30%                                  | Alta         | 3             |          |
| <b>Singularidad</b>               | Paisaje singular notable                     | Alta         | 3             | 2        |
|                                   | Paisaje de importancia visual pero habitual  | Media        | 2             |          |
|                                   | Paisaje común                                | Baja         | 1             |          |
| <b>Complejidad</b>                | Simple                                       | Alta         | 3             | 2        |
|                                   | Medio  | Medio        | 2             |          |
|                                   | Complejo                                     | Baja         | 1             |          |
| <b>Accesibilidad visual</b>       | Distancia a red vial y población 0-200 m     | Alta         | 3             | 1        |
|                                   | Distancia a red vial y población 200 – 800 m | Media        | 2             |          |
|                                   | Distancia a red vial y población 800-2600 m  | Baja         | 1             |          |
| <b>Síntesis fragilidad visual</b> |  | <b>Alta</b>  | <b>&gt;11</b> | <b>9</b> |
|                                   |  | <b>Media</b> | <b>6 a 11</b> |          |
|                                   |  | <b>Baja</b>  | <b>&lt; 6</b> |          |

En base a los resultados obtenidos de la matriz de valoración de la fragilidad visual se determina que la Fragilidad Visual en el predio evaluado es **Media**, con calificación de 9, lo que indica que la obra a realizar tiene una mediana capacidad de absorción visual, debido a que, en las áreas colindantes,

existen terrenos de agricultura y vegetación nativa de dunas costeras que absorben o desvían la atención visual.

#### IV.3.2 Diagnóstico ambiental

Los criterios de valoración para describir el escenario ambiental, identifican la interrelación de los componentes y detecta los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser:

Normativos: se refieren a aspectos que están regulados por instrumentos legales o administrativos vigentes, como Normas Oficiales Mexicanas.

Diversidad: se utiliza comparándolo con la probabilidad de encontrar un elemento distinto dentro de la población total. Está condicionado por el tamaño de muestreo y el ámbito considerado, se puede valorar como una característica positiva un valor alto, ya que en vegetación y fauna está relacionado con ecosistemas complejos y bien desarrollados.

Rareza: se refiere a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta. Se considera que un determinado recurso tiene más valor, cuanto más escaso sea.

Naturalidad: estima el estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana.

Grado de aislamiento: mide la posibilidad de dispersión de los elementos móviles del ecosistema y está en función del tipo de elemento a considerar y de la distancia a otras zonas de características similares. Se les asigna mayor valor a las poblaciones no aisladas.

Calidad: es útil para problemas de perturbación atmosférica, del agua y/o suelo. Se refiere a la desviación de los valores identificados contra los valores normales establecidos.

En el siguiente cuadro, se muestra la tabla de interpretación de los indicadores para el diagnóstico ambiental, tomando en cuenta que a los parámetros antes descritos se le asignó una escala de valor de 0 a 3, considerando al 0 como el valor más bajo y al 3 el más alto, en cuanto a importancia, representatividad e impacto.

Cuadro IV. 121. Criterios y componentes del diagnóstico ambiental.

| Componente ambiental   | Diversidad | Rareza | Naturalidad | Grado de aislamiento | Calidad |
|------------------------|------------|--------|-------------|----------------------|---------|
| Aire                   | 0          | 0      | 1           | 0                    | 2       |
| Suelo                  | 0          | 0      | 1           | 0                    | 1       |
| Fauna                  | 2          | 1      | 2           | 0                    | 2       |
| Hidrología superficial | 0          | 0      | 1           | 0                    | 0       |
| Hidrología subterránea | 0          | 0      | 1           | 0                    | 1       |
| Vegetación terrestre   | 1          | 1      | 2           | 0                    | 2       |
| Calidad paisajística   | 0          | 1      | 2           | 0                    | 2       |
| Factor socioeconómico  | 0          | 0      | 1           | 0                    | 2       |

**Aire:** a este componente ambiental se le asignó un valor de 1 lo que significa que el desarrollo del proyecto provocara cierta perturbación en cuanto a la naturalidad del aire, esto debido a que las actividades de cambio de uso de suelo y construcción movilizarán suelo en las excavaciones de los cimientos y tomando en consideración el periodo de duración de estas actividades se clasificó como impacto bajo.

**Suelo:** Éste se verá afectado en una superficie de 20.29 hectáreas por las actividades de cambio de uso de suelo y construcción de la obra, se integrará en una dinámica con el entorno.

**Vegetación terrestre:** a este componente se le asignó un valor de 2, ya que dentro del predio se encuentra Vegetación Secundaria de Selva Baja caducifolia y vegetación secundaria de Bosque de encino, la cual se solicita el cambio de uso de suelo en 20.29 hectáreas.

**Fauna:** Este componente sólo fue calificado en cuanto a la naturalidad, ya que en la zona de estudio se presentan abundante fauna y especies catalogadas en algún estatus de la Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Hidrología superficial y subterránea:** Estos componentes no se verán afectados, a pesar de las obras a construir, ya que no son lo suficientemente profundas para afectar la hidrología subterránea del sitio del proyecto. En el caso de la hidrología superficial se le asignó un valor 1, al criterio de naturalidad, ya que las obras civiles significan un factor de perturbación en el sitio.

**Calidad paisajística:** Se le dio un valor de 2 en cuanto a naturalidad y calidad. La calidad visual del sitio evaluado se determinó como Media con un valor de 15, ya que en el sitio de evaluación el paisaje se encuentra perturbado en una parte del predio por la zona agrícola y los componentes o factores que conforman el paisaje hacen énfasis a una fuerte presencia humana en el área agrícola y por la presencia de Vegetación Secundaria de Selva Baja caducifolia y vegetación secundaria de Bosque de encino.

La Fragilidad Visual en el predio evaluado es catalogada como **Media** con un valor de 9, lo que indica que la obra en cuestión tiene una mediana capacidad de absorción visual, ya que dentro de la zona se desarrollan actividades antropogénicas como lo es la instalación de plantaciones agrícolas y la presencia de Vegetación Secundaria de Selva Baja caducifolia y vegetación secundaria de Bosque de encino.

**Factor socioeconómico:** el proyecto en cuestión, contribuye a la generación de empleos, por lo que se asignó un valor de 2 en cuanto a la calidad, ya que contribuirá de forma positiva con la economía en

---

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

---

la región de la sierra debido a que la agricultura y ganadería es la principal actividad económica del lugar; ofrecer mayor cantidad de servicios presenta una correlación positiva con la generación de empleos permanentes.

## **V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

El objetivo del presente capítulo es identificar y evaluar las obras y actividades derivado del cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la gestión de los residuos generados en la zona metropolitana de Oaxaca, en el municipio de San Pedro Totolápam.

### **V.1 Identificación de impactos.**

En virtud de lo anterior, se identifican y evalúan los impactos ambientales en el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, Artículo 28, Fracción VII, IX. Así como del Artículo 5 en sus Incisos O y el Artículo 14 del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental de dicha Ley.

En el presente estudio se identificaron las acciones que pueden causar impactos ambientales relevantes y los factores ambientales del entorno que recibirán impactos, definiendo para cada uno de ellos los indicadores de impacto y los criterios de evaluación (Cuadro V.1).

Cuadro V. 1 Acciones que generaran impacto ambiental.

| <b>Etapas</b>                                      | <b>Actividades</b>   |
|--|--|
| 1. Preparación del sitio (cambio de uso de suelo). | Desmante   |
|  | Deshierbe  |
|  | Despalme   |
|  | Actividades provisionales  |
| 2. Construcción                                    | Terracerías  |
|  | Cimentación y estructura   |
|  | Construcción de obras civiles  |
|  | Instalación (hidrosanitarias, pluviales, red contra incendio, eléctrica, hidráulicas y especiales)                                     |
| 3. Operación y mantenimiento                       | Operación de la obra   |
|  | Mantenimiento general de las instalaciones (maquinaria, instalaciones eléctricas, hidráulicas, contra incendio y equipo especializado) |
|  | Limpieza y aseo diario de las Instalaciones  |
| 4. Abandono del Sitio                              | Desmantelamiento   |
|  | Restauración   |

**V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

Para la valoración de los impactos se implementó la metodología, propuesta por Fernández-Vitora (1995), en donde se califica la importancia de cada impacto generado, esta metodología considera evaluaciones cualitativas y cuantitativas para identificar y evaluar los impactos ambientales generados en el sitio de estudio, a través de matrices de impacto (causa – efecto) y de importancia (incidencia ambiental).

Se identificaron las acciones que pueden causar impactos ambientales relevantes y los factores ambientales del entorno susceptible de recibir impactos, definiendo para cada uno de ellos, los indicadores de impacto y los criterios de evaluación.

**V.2 Caracterización de los impactos.**

En este sentido y respecto a la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento; así como abandono del proyecto en comento, se identificaron en cada una de las etapas que forman parte del proyecto las actividades que pueden llegar a generar impacto ambiental y al mismo tiempo se hace una descripción de cada una de las actividades, como parte de la caracterización de los impactos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro V. 2 Impactos ambientales por etapas del proyecto.

| <b>Etapas</b>  | <b>Actividades</b>   | <b>Componente ambiental</b> | <b>Impacto Ambiental generado</b>  |
|--|--|-----------------------------|--|
| <b>Preparación del sitio (cambio de uso del suelo)</b> | Desmante, Deshierbes, despalmes, Instalaciones provisionales               | Aire                        | Ruido, por operación de maquinaria y equipo en las actividades de demolición<br>Emisiones a la atmósfera por operación de maquinaria y partículas suspendidas (polvos) |
|  |  | Suelo                       | Condición del suelo (modificación en la calidad del suelo)   |
|  |  | Flora                       | Derribo de vegetación y deshierbe.   |
|  |  | Fauna                       | Desplazamiento   |
|  |  | Agua                        | Condiciones del agua (modificación en su calidad)  |
|  |  | Paisaje                     | Calidad paisajística   |
|  |  | Socioeconómico              | Generación de empleos  |
| <b>Construcción</b>                                    | Terracerías<br>Cimentación<br>Construcción de obras civiles<br>Instalación | Suelo                       | Contaminación por la generación de residuos sólidos urbanos<br>Compactación del suelo  |
|  |  | Aire                        | Emisiones a la atmósfera por operación de maquinaria y partículas suspendidas por  |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

| <b>Etapas</b>                    | <b>Actividades</b>   | <b>Componente ambiental</b> | <b>Impacto Ambiental generado</b>   |
|----------------------------------|--|-----------------------------|---|
|                                  | (sanitaria, eléctrica, hidráulica, pluvial y especial)   |                             | movimiento de suelos  |
|                                  |  |                             | Ruido por el funcionamiento de la maquinaria pesada y equipo  |
|                                  |  | Agua                        | Cambio en la calidad del agua, debido a que se utilizará agua para el aseo diario del personal, generación de aguas residuales. Se utilizará agua tratada para realizar la compactación de los terraplenes. |
|                                  |  | Fauna                       | Desplazamiento  |
|                                  |  | Paisaje                     | Calidad del paisaje   |
|                                  |  | Socioeconómico              | Empleos   |
| <b>Operación y Mantenimiento</b> | Operación  | Agua                        | Descarga de aguas residuales a la planta de tratamiento de aguas residuales.  |
|                                  | Limpieza y aseo de las instalaciones.  |                             |   |
|                                  | Mantenimiento general de las instalaciones   | Suelo                       | Generación de residuos sólidos municipales y residuos de manejo especial  |
|                                  |  | Aire                        | Emisiones a la atmósfera por operación de maquinaria y equipo<br>Generación de ruido por el tránsito vehicular en la zona del proyecto y en las zonas circunvecinas   |
|                                  |  | Paisaje                     | Calidad del paisaje   |
|                                  |  | Socioeconómico              | Empleos   |
| <b>Abandono del Sitio</b>        | Desmantelamiento y limpieza del sitio  | Suelo                       | Generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.   |
|                                  |  |                             | Ganancia de suelo   |
|                                  |  | Aire                        | Ruido   |
|                                  | Emisión de partículas suspendidas y emisión de gases de combustión a la atmósfera por operación de equipo y vehículos. |                             |   |
|                                  | Restauración   | Flora                       | Aumento de la cobertura vegetal   |
|                                  |  | Fauna                       | Desplazamiento  |
|                                  |  | Agua                        | Condición del agua (modificación en su calidad)   |
|                                  |  |                             | Infiltración  |
|                                  | Paisaje  | Calidad del paisaje         |   |

| <b>Etapas</b> | <b>Actividades</b> | <b>Componente ambiental</b> | <b>Impacto Ambiental generado</b> |
|---------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|               |                    | Socioeconómico              | Empleos                           |

### **V.2.1 Indicadores de impacto**

De manera natural el ambiente presenta una mayor o menor capacidad de aceptar las obras y actividades objeto de estudio, por lo que es importante analizar los efectos que sobre los factores o componentes ambientales causan las diferentes acciones identificadas durante el desarrollo del proyecto.

El entorno está constituido por elementos y mecanismos que interactúan con el medio físico, medio socioeconómico, cultural y de subsistemas (medio físico y medio biótico). Estos componentes ambientales pueden disgregarse en un determinado número de factores o indicadores de impacto, que pueden definirse como los elementos del ambiente afectados, o potencialmente afectados por un agente de cambio (Pastor, 1994). Un indicador puede ser un componente estructural o un proceso funcional, el cual debe integrar varios elementos del sistema que, en conjunto pronostique el estado de salud general del sistema. Los indicadores pueden responder a una ecuación matemática, al valor de la presencia de un determinado contaminante o a estimaciones subjetivas. Los indicadores de impacto deben contemplar ciertas características:

- 1.- Ser representativos del entorno afectado y, por lo tanto, del impacto total producido por la realización del proyecto sobre el ambiente.
- 2.- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- 3.- Ser excluyente, sin redundancias o duplicidad.
- 4.- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajo de campo.
- 5.- De fácil cuantificación dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos.

Con base a lo anterior, para el presente estudio, se han determinado los siguientes indicadores de impacto por componente ambiental. Estos indicadores se definen en el apartado de la descripción integral de los impactos del presente capítulo.

Cuadro V. 3 Componentes ambientales e indicadores ambientales del proyecto.

| Componente ambiental | Indicadores ambientales                             | Descripción   | Unidades de medición de los indicadores ambientales |
|----------------------|---|---|---|
| Aire                 | Ruido   | Se emplea como sinónimo de contaminación acústica. Hace referencia a todos aquellos estímulos que directa o indirectamente interfieren desfavorablemente con el ser humano a través del sentido del oído dando lugar a sonidos indeseables o ruidos; sin embargo, por el giro del proyecto no se espera generación de ruido en todas las etapas, por las características del proyecto es en las etapas de preparación del sitio y construcción en donde se emitirá ruido, por el uso de maquinaria y equipos.   | Niveles Sonoros (Decibeles)                         |
|                      | Emisión de partículas suspendidas (calidad)         | El aire juega un papel importante en la dispersión de contaminantes y en la transportación hacia zonas circundantes, de acuerdo a la dinámica del entorno. Así mismo, es un elemento susceptible por la presencia de olores ofensivos, humo o polvos. Los principales impactos que se identifican son los movimientos de tierra en la etapa de preparación del sitio y de construcción.   | Cantidad generada                                   |
| Agua                 | Condiciones del agua (modificaciones en su calidad) | <p>En condiciones naturales el agua no se encuentra en estado puro, siempre contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes: La precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmósfera, etc.</p> <p>Los contaminantes del agua, son todos aquellos compuestos, normalmente emanados de la acción humana, que modifican su composición o estado, disminuyendo su aptitud para alguno de sus posibles usos. Se predice una modificación en la calidad del agua por la generación de aguas residuales en todas las etapas del proyecto; sin embargo, el agua residual generada será canalizada a biodigestor en donde se le dará el tratamiento adecuado en la etapa de operación y mantenimiento. Para la preparación del sitio y construcción se contratará el servicio de sanitarios portátiles y será la empresa</p> | Cualitativo   |

| Componente ambiental | Indicadores ambientales                        | Descripción  | Unidades de medición de los indicadores ambientales |
|----------------------|--|--|---|
|                      |  | contratada la que dará destino final a las aguas residuales.   |   |
|                      | Disminución/aumento de la capacidad de recarga | Se sabe que la capacidad de recarga de agua a los mantos freáticos está directamente relacionada con la presencia de la cobertura vegetal. Sin embargo, existen otros parámetros ambientales que también contribuyen al aumento o disminución de recarga de agua a los mantos freáticos.   | Cualitativo   |
| Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)         | Los efectos se manifiestan en su calidad, por los materiales que sobre él se depositen, sobre todo si son considerados materiales residuales y que serán objeto de una descomposición forzada o acelerada.   | Superficie  |
|                      | Pérdida/ganancia de suelo                      | El suelo constituye uno de los elementos del ambiente dado que es el soporte fundamental de toda forma de vida terrestre. El tipo de suelo está asociado a un microclima, formación vegetal y estructura ecológica únicas, estrictamente interrelacionadas, de tal suerte que la modificación de cualquiera de sus partes puede significar la transformación no sólo del paisaje local, sino la de ecosistemas vecinos.  | Superficie  |
|                      | Permeabilidad                                  | La permeabilidad del suelo hace referencia a la velocidad con la que los fluidos lo atraviesan. Por ejemplo, los suelos altamente permeables drenan demasiado rápido, mientras que los de baja permeabilidad tienden a retener el agua. Las partículas grandes del suelo no se encostran entre sí, lo que crea bolsas de aire que permiten que fluya el agua, mientras que las partículas pequeñas no tienen estos poros, por lo que reducen o bloquean por completo el flujo de agua en un área determinada. En la naturaleza, los suelos contienen una mezcla de arena, arcilla y limo; la permeabilidad está determinada por la cantidad relativa de cada uno de sus componentes. Si bien no es mucho lo que se puede hacer para modificar la permeabilidad del suelo de manera permanente, se puede fomentar una buena estructura del suelo mediante la incorporación de materia | Superficie  |

| Componente ambiental | Indicadores ambientales                     | Descripción   | Unidades de medición de los indicadores ambientales |
|----------------------|---|---|---|
|                      |   | orgánica o materiales que facilitan la infiltración. Estos materiales ayudan a unir las partículas de suelos arenosos a la vez que evitan que las partículas arcillosas se adhieran unas con otras.   |   |
| Flora                | Disminución/Aumento de la cobertura vegetal | La vegetación, constituye un elemento de relevancia para el ambiente, provee de alimento y hábitat para la fauna silvestre; es la vía de filtración de agua al subsuelo; además de proteger contra los efectos de la erosión del suelo, aportan oxígeno y purifican el aire. Se prevé un aumento en la cobertura vegetal en la etapa de abandono del sitio ya sea mediante actividades de reforestación o por regeneración natural.   | Superficie  |
| Fauna                | Desplazamiento                              | Está relacionada con las actividades a ejecutar en las diferentes etapas del proyecto, principalmente por la eliminación de la vegetación, la presencia y tránsito de personas y, equipo y maquinaria; son factores que interfieren en la fauna; sin embargo y por tratarse de especies con movilidad constante, tienden a desplazarse a sitios para protegerse. Se prevén acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies a fin de disminuir riesgos por el establecimiento del proyecto.  | Superficie  |
|                      | Modificación de hábitat                     | La presencia de fauna silvestre en un determinado espacio, es un indicador del estado de conservación de un ecosistema o tipo de vegetación. Es importante señalar que el hábitat es el espacio en donde ocurre una serie de procesos e interacciones de los organismos y puede funcionar como áreas de alimentación, percheo, reproducción o simplemente ser utilizado como una zona de tránsito de las especies. La principal afectación se dará por la desaparición de la cobertura vegetal. No obstante, se tiene previsto la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de la fauna silvestre presente en el predio. | Cualitativo   |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

| <b>Componente ambiental</b> | <b>Indicadores ambientales</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Unidades de medición de los indicadores ambientales</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|---|--|
| Paisaje                     | Calidad paisajística           | El paisaje es la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas. Es decir, el complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de factores ambientales y físicos. Pero, además, es el escenario de las actividades humanas, por tanto, determina de alguna manera las costumbres de los habitantes de una zona   | Cualitativo  |
| Socioeconómico              | Generación de empleo           | Está determinado por el porcentaje de población ocupada respecto a la población activa para una determinada zona y población. La población activa es aquella que potencialmente está en condiciones de ocupar un puesto de trabajo. Cuando se ejecuta un proyecto, obra o actividad, el nivel de empleo puede variar positivamente, debido a la demanda de mano de obra; sin embargo, la actividad u objeto social determina el periodo de tiempo de ocupación del personal, por lo que existe una variación en la calidad de vida, poco significativa. | Cualitativo  |

### **V.3 Valoración de los impactos**

La importancia de los impactos se mide en relación al grado de manifestación cualitativa del efecto, y a su vez está en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida. La valoración se lleva a cabo en base a la Intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad. Cada uno de estos atributos o criterios se describen a continuación.

**1.- Naturaleza (SIGNO):** Hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de la acción que va actuar sobre el factor, es considerado: + Positivo; - Negativo.

**2.- Intensidad (IN):** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa, expresa el grado de destrucción del factor en el área en el que se produce el efecto.

**3.- Extensión (EX):** Área de influencia teórica del impacto en relación al entorno del proyecto, si el efecto es muy localizado es puntual tomando el valor de (1), si es de influencia generalizada el impacto será total (8) extenso (4) y parcial (2).

**4.- Momento (MO):** Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado; si el tiempo es nulo  $0 < a < 1$  año será inmediato (4), mediano plazo de 1 a 5 años (2), largo plazo  $> a > 5$  años (1).

**5.- Persistencia (PE):** Tiempo que supuestamente permanecería el efecto del impacto desde su aparición y, a partir del cual el elemento afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si dura menos de 1 año es fugaz (1), si dura 1 a 10 años es temporal (2) y si es mayor a 10 años el efecto es permanente (4).

**6.- Reversibilidad (RV):** Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto a través de medios naturales. Si es a corto plazo (1), mediano plazo (2) y si es irreversible (4).

**7.- Sinergia (SI):** Acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales. Si no es sinergia (1), sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

**8.- Acumulación (AC):** Incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando la acción que lo genera persiste de manera continua o reiterada, Si la Acumulación es simple (1) y si es acumulativo (4).

**9.- Efecto (EF):** Forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. Puede ser directo (4) o indirecto o secundario (1).

**10.- Periodicidad (PR):** Regularidad de manifestación del efecto, continuos (4), periódicos (2) y discontinuos (1).

**11.- Recuperabilidad (MC):** Posibilidad de reconstrucción total o parcial del elemento afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana. Si es totalmente recuperable de manera inmediata (1), recuperable a mediano plazo (2), si es recuperable parcialmente, el efecto será mitigable (4) y si es irrecuperable (8).

Derivado de estas definiciones se resumen en el siguiente cuadro los criterios y las escalas de evaluación; estos datos se fundamentan en la metodología de Fernández – Vitoria (1995).

Cuadro V. 4. Criterios de evaluación.

| <b>NATURALEZA</b>  |      | <b>INTENSIDAD (I)</b><br><b>Grado de destrucción</b>                       |      |
|--|------|--|------|
| Impacto benéfico   | +    | Baja   | 1    |
| impacto perjudicial  | -    | Media  | 2    |
|  |      | Alta   | 4    |
|  |      | Muy alta   | 8    |
|  |      | Total  | 12   |
| <b>EXTENSION (EX)</b><br><b>(Área de influencia)</b>             |      | <b>MOMENTO (MO)</b><br><b>(Plazo de la Manifestación)</b>                  |      |
| Puntual  | 1    | Largo Plazo  | 1    |
| Parcial  | 2    | Mediano Plazo  | 2    |
| Extenso  | 4    | Inmediato  | 4    |
| Total  | 8    | Critico  | (+4) |
| Critica  | (+4) |  |      |
| <b>PERSISTENCIA (PE)</b><br><b>(Permanencia del efecto)</b>      |      | <b>REVERSIBILIDAD (RV)</b><br><b>(Reconstrucción por medios naturales)</b> |      |
| Fugaz  | 1    | Corto plazo  | 1    |
| Temporal   | 2    | Mediano Plazo  | 2    |
| Permanente   | 4    | Irreversible   | 4    |
| <b>SINERGIA (SI)</b><br><b>(Regularidad de la manifestación)</b> |      | <b>ACUMULACION (AC)</b><br><b>(incremento progresivo)</b>                  |      |
| Sin sinergismo   | 1    | Simple   | 1    |
| Sinérgico  | 2    | Acumulativo  | 4    |
| Muy sinérgico  | 4    |  |      |
| <b>EFECTO (EF)</b><br><b>Relación causa-efecto</b>               |      | <b>PERIODICIDAD (PR)</b><br><b>(Regularidad de la manifestación)</b>       |      |
| indirecto  | 1    | Irregular  | 1    |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Directo   | 4 | Periódico  | 2 |
|   |   | Continuo   | 4 |
| <b>RECUPERABILIDAD (MC)</b><br><b>(Reconstrucción por medio humano)</b> |   |  |   |
| inmediata   | 1 | <b>I=+/- {3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC+ EF+PR+MC}</b> |   |
| A mediano plazo   | 2 |  |   |
| Mitigable   | 4 |  |   |
| Irrecuperable   | 8 |  |   |

La importancia y el valor del impacto (I), considerada como el efecto de una acción sobre un factor ambiental, se deriva del siguiente algoritmo:

$$I=+/- \{3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC+ EF+PR+MC\}$$

Resulta entonces que, con esta operación aritmética, el valor mínimo de impacto que pueda tener una acción es de 13 y el valor máximo es de 100. Sin embargo, esta metodología de evaluación de impacto manifiesta debilidades por su carácter cualitativa, ya que muchas de las aseveraciones no dejan de ser subjetivas. Para el caso particular del proyecto, se ha intentado manejar escalas que puedan disminuir las subjetividades. Para valorar el grado de impacto por etapas del proyecto y el grado de afectación por parámetros ambientales, se establecieron las siguientes clases de importancia de impacto:

Cuadro V. 5 Matriz de identificación de impactos en la etapa de cambio de uso de suelo.

| Etapa                  | Actividades         | Componente ambiental | Indicadores Ambientales                         | signo | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia | Clasificación |
|------------------------|---------------------|----------------------|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|---------------|
| Cambio de uso de suelo | Desmonte y Despalme | Aire                 | Ruido   | -     | 2  | 2  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -25         | Moderado      |
|                        |                     |                      | Emisión de partículas suspendidas (polvos)      | -     | 2  | 2  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -25         | Moderado      |
|                        |                     | Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)          | -     | 4  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 4  | 1  | 4  | 4  | -37         | Moderado      |
|                        |                     |                      | Pérdida de suelo                                | -     | 4  | 1  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 1  | 4  | -39         | Moderado      |
|                        |                     |                      | Permeabilidad                                   | -     | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | -24         | Irrelevante   |
|                        |                     | Fauna                | Desplazamiento                                  | -     | 4  | 2  | 4  | 2  | 2  | 2  | 1  | 4  | 2  | 4  | -37         | Moderado      |
|                        |                     |                      | Modificación del hábitat                        | -     | 4  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | -44         | Moderado      |
|                        |                     | Flora                | Disminución de la cobertura vegetal             | -     | 4  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | -44         | Moderado      |
|                        |                     | Agua                 | Condición del agua (modificación en su calidad) | -     | 2  | 2  | 4  | 2  | 2  | 1  | 1  | 4  | 2  | 4  | -30         | Moderado      |
|                        |                     |                      | Disminución de la capacidad de recarga          | -     | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | -23         | Irrelevante   |
|                        |                     | Paisaje              | Calidad paisajística                            | -     | 2  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | -29         | Moderado      |
|                        |                     | Socioeconómico       | Generación de empleos                           | +     | 2  | 1  | 4  | 2  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | 29          | Moderado      |

Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.

Cuadro V. 6. Matriz de identificación de impactos en la etapa de preparación del sitio.

| Etapa                 | Actividades                 | Componente ambiental | Impacto Ambiental                                 | Signo | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia | Impacto     |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-------------|
| Preparación del sitio | Trazo y limpieza del predio | Aire                 | Ruido   | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante |
|                       |                             |                      | Emisión de partículas suspendidas (polvos)        | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -20         | Irrelevante |
|                       |                             | Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)            | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -20         | Irrelevante |
|                       |                             |                      | Pérdida de suelo                                  | -     | 2  | 1  | 4  | 4  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 2  | -27         | Moderado    |
|                       |                             |                      | Permeabilidad                                     | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -21         | Irrelevante |
|                       |                             | Fauna                | Desplazamiento                                    | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | -17         | Irrelevante |
|                       |                             | Agua                 | Condiciones del agua (modificación en su calidad) | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | -21         | Irrelevante |
|                       |                             | Socioeconómico       | Generación de empleos                             | +     | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 23          | Irrelevante |

Cuadro V. 7. Matriz de identificación de impactos en la etapa de construcción.

| Etapa        | Actividades  | Componente ambiental | Impacto Ambiental                               | signo | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia | Clasificación |
|--------------|--|----------------------|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|---------------|
| Construcción | Obra Civil (estructuras y albañilería)<br>Instalaciones (hidrosanitaria, eléctricas) Acabados en general, Establecimiento de espacios exteriores | Aire                 | Ruido   | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante   |
|              |  |                      | Emisión de partículas suspendidas (polvos)      | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante   |
|              |  | Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)          | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante   |
|              |  |                      | Permeabilidad                                   | -     | 1  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 1  | 1  | 4  | 4  | -29         | Moderado      |
|              |  | Fauna                | Desplazamiento                                  | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | -20         | Irrelevante   |
|              |  | Flora                | Aumento de la cobertura vegetal                 | +     | 1  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 1  | 4  | 4  | 2  | 30          | Moderado      |
|              |  | Agua                 | Condición del agua (modificación en su calidad) | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | -21         | Irrelevante   |
|              |  |                      | Disminución de la capacidad de recarga          | -     | 1  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | -23         | Irrelevante   |
|              |  | Paisaje              | Calidad paisajística                            | -     | 1  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 1  | 4  | 4  | 4  | -32         | Moderado      |
|              |  | Socioeconómico       | Generación de empleos                           | +     | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | 1  | 1  | 4  | 4  | 2  | 26          | Moderado      |

Cuadro V. 8 Matriz de identificación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento.

| Etapa                     | Actividades  | Componente ambiental | Impacto Ambiental                               | signo | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia | Clasificación |
|---------------------------|--|----------------------|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|---------------|
| Operación y Mantenimiento | Operación, limpieza y Mantenimiento de las instalaciones en general y áreas verdes | Aire                 | Ruido   | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 4  | 1  | -20         | Irrelevante   |
|                           |  |                      | Emisión de partículas suspendidas (polvos)      | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | 1  | -22         | Irrelevante   |
|                           |  | Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)          | -     | 1  | 1  | 4  | 4  | 1  | 2  | 1  | 4  | 4  | 1  | -26         | Moderado      |
|                           |  | Fauna                | Desplazamiento                                  | -     | 1  | 1  | 4  | 4  | 1  | 2  | 1  | 4  | 4  | 1  | -26         | Moderado      |
|                           |  | Flora                | Aumento de la cobertura vegetal                 | +     | 1  | 1  | 1  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 2  | 28          | Moderado      |
|                           |  | Agua                 | Condición del agua (modificación en su calidad) | -     | 1  | 1  | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | -33         | Moderado      |
|                           |  |                      | Aumento de la capacidad de recarga              | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 2  | 29          | Moderado      |
|                           |  | Paisaje              | Calidad paisajística                            | +     | 1  | 1  | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 33          | Moderado      |
|                           |  | Socioeconómico       | Generación de Empleos                           | +     | 2  | 2  | 1  | 4  | 4  | 1  | 4  | 4  | 4  | 2  | 34          | Moderado      |

Cuadro V. 9 Matriz de identificación de impactos en la etapa de Abandono del sitio.

| Etapa              | Actividades   | Componente ambiental | Impacto Ambiental                                 | signo | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Importancia | Calificación |
|--------------------|---|----------------------|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|--------------|
| Abandono del sitio | Desmantelamiento, demolición y restauración del sitio | Aire                 | Ruido   | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante  |
|                    |   |                      | Emisión de partículas suspendidas                 | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante  |
|                    |   | Suelo                | Condición del suelo (Calidad de suelo)            | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | -19         | Irrelevante  |
|                    |   |                      | Ganancia de suelo                                 | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 4  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | 25          | Moderado     |
|                    |   | Flora                | Aumento de la cobertura vegetal                   | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 1  | 4  | 4  | 4  | 28          | Moderado     |
|                    |   | fauna                | Desplazamiento                                    | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | -20         | Irrelevante  |
|                    |   |                      | Modificación del hábitat                          | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 33          | Moderado     |
|                    |   | Agua                 | Condiciones del agua (modificación en su calidad) | -     | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 4  | 1  | 2  | -22         | Irrelevante  |
|                    |   |                      | Aumento de la capacidad de recarga                | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | 23          | Irrelevante  |
|                    |   | Paisaje              | Calidad paisajística                              | +     | 1  | 1  | 2  | 4  | 4  | 2  | 1  | 4  | 4  | 4  | 30          | Moderado     |
|                    |   | Socioeconómico       | Empleos   | +     | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 23          | Irrelevante  |

Cuadro V. 10. Matriz general de impactos.

| FACTORES A IMPACTAR  |   | ETAPAS DEL PROYECTO    |                             |  |  |   |
|----------------------|---|------------------------|-----------------------------|--|--|---|
|                      |   | Cambio de uso de suelo | Preparación del sitio       | Construcción   | Operación y mantenimiento  | Abandono del sitio                                    |
| Componente ambiental | Indicador impactado                               | Desmonte y Despalme    | Trazo y limpieza del predio | Obra Civil (estructuras y albañilería)<br>Instalaciones (hidrosanitaria, eléctricas)<br>Acabados en general,<br>Establecimiento de espacios exteriores | Operación, limpieza y Mantenimiento de las instalaciones en general y áreas verdes | Desmantelamiento, demolición y restauración del sitio |
| AIRE                 | Ruido   | -25                    | -19                         | -19  | -20  | -19   |
|                      | Emisión de partículas suspendidas (polvos)        | -25                    | -20                         | -19  | -22  | -19   |
| SUELO                | Condición del suelo (Calidad de suelo)            | -37                    | -20                         | -19  | -26  | -19   |
|                      | Perdida/Ganancia de suelo                         | -39                    | -27                         |  |  | 25  |
|                      | Permeabilidad                                     | -24                    | -21                         | -29  |  |   |
| FAUNA                | Desplazamiento                                    | -37                    | -17                         | -20  | -26  | -20   |
|                      | Modificación del hábitat                          | -44                    |                             |  |  | 33  |
| FLORA                | Aumento/disminución de cobertura vegetal          | -44                    |                             | 30   | 28   | 28  |
| AGUA                 | Condiciones del agua (modificación en su calidad) | -30                    | -21                         | -21  | -33  | -22   |
|                      | Disminución/aumento de la capacidad de recarga    | -23                    |                             | -23  | 29   | 23  |
| PAISAJE              | Calidad paisajística                              | -29                    |                             | -32  | 33   | 30  |
| SOCIOECONÓMICO       | Generación de empleos                             | 29                     | 23                          | 26   | 34   | 23  |

Una vez identificados los impactos en la matriz de evaluación, se realizó la evaluación numérica de la importancia de los impactos ocasionados por las obras y actividades del proyecto sobre los componentes y sus atributos de acuerdo a cada una de las etapas en la zona del proyecto en el área de influencia, la importancia del impacto se evaluó a través del siguiente algoritmo, comentado anteriormente:

$$I = +/- \{3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC\}$$

Los valores de Importancia (I) del impacto varían entre un valor mínimo de impacto que pueda tener una acción mínima de 13 y un valor máximo de 100. Sin embargo, como se había mencionado anteriormente, esta metodología de evaluación de impacto presenta algunas inconsistencias por su carácter cualitativo, ya que muchas de las afirmaciones no dejan de ser subjetivas. No obstante, se manejaron escalas que puedan disminuir las subjetividades. Para valorar el grado de impacto por etapas del proyecto y el grado de afectación componentes ambientales en la zona de influencia se establecieron cuatro clases de importancia de impacto las cuales se clasifica como:

- **Impacto Irrelevante (o compatibles)** cuando presentan valores entre 0 y 24.
- **Impacto moderado** cuando presentan valores entre 25 y 50.
- **Impacto severo** cuando presentan valores entre 51 y 75.
- **Impacto crítico** cuando presentan valores entre 76 y 100.

Es conveniente mencionar que se consideraron estas clasificaciones por el tipo de impactos identificados, estas clases de importancia cuentan con un rango establecido para los impactos identificados correspondiente a la metodología de Conesa Fernández- Vitora.

Impacto irrelevante: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa de aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Impacto moderado: Aquel cuya recuperación no precisa de la aplicación de medidas de protección y mitigación intensivas, que es posible la recuperación de las condiciones ambientales iniciales, pero toma cierto tiempo. Pero para ello es conveniente apoyarse de ciertas medidas de mitigación.

Impacto severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas de protección o mitigación, y en el que, aun aplicando las medidas, la recuperación precisa un período de tiempo considerable.

Impacto crítico: Aquellos cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce la pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o mitigación. A continuación, se determina la clasificación de cada impacto ambiental de acuerdo a su evaluación numérica de la importancia del impacto.

Los impactos obtenidos son:

Para la etapa de **CAMBIO DE USO DE SUELO** en las actividades de Desmonte y Despalme se identificaron un total de **12 impactos**, de los cuales 2 son Irrelevantes Negativos, 9 Moderados Negativos y 1 moderado positivo. Los resultados se derivan por las actividades del cambio de uso de suelo en donde implica la remoción de la vegetación y de la capa superficial del suelo; se prevén impactos moderados ya

que se utilizará maquinaria pesada y se implementarán medidas de prevención y mitigación a fin de disminuir y prevenir impactos mayores.

Para la etapa de **PREPARACION DEL SITIO** en las actividades de trazo y limpieza del predio, se identificaron un total de **8 impactos**, de los cuales 6 son irrelevantes negativos, 1 irrelevante positivo y 1 moderado positivo. En esta etapa las actividades con mayor impacto se relacionan con la pérdida de suelo. Respecto a los impactos negativos con mayor calificación, se tienen consideradas actividades de prevención y mitigación las cuales se describen en el capítulo VI presente estudio.

Para la etapa de **CONSTRUCCIÓN** durante la cimentación, construcción de la obra civil y establecimiento de espacios exteriores, se identificaron **10 impactos** de los cuales 6 resultaron con categoría de irrelevantes negativos, 2 impacto moderado negativo los cuales necesitan la aplicación de ciertas medidas de mitigación y 2 impactos moderados positivos, relacionados con las áreas de conservación de la vegetación y la generación de empleos.

En cuanto a la etapa de **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**, durante la operación, limpieza, mantenimiento general de las instalaciones, así como de las áreas de conservación de la vegetación y de conservación se identificaron **9 impactos**, de los cuales 2 resultaron ser irrelevantes negativos, en este caso el componente ambiental recuperará su estabilidad y condición actual sin precisar la aplicación de medidas de prevención y mitigación; 3 impactos moderados negativos y 4 impactos moderados positivos.

Finalmente, en la etapa de **ABANDONO DEL SITIO**, se hace la evaluación de esta etapa en cuanto al desmantelamiento, demolición y restauración del sitio, donde se consideran **11 impactos**: 5 negativos irrelevantes; 2 irrelevante positivo y 4 moderados positivos. Los cuales derivan de la proyección de actividades necesarias para regresar el sitio del proyecto lo más cercano a su condición actual.

Cuadro V. 11. Resumen de impactos

| CLASES DE IMPACTO   | RANGO Y COLOR | TOTAL DE IMPACTOS | NEGATIVO      | POSITIVO      | PORCENTAJE TOTAL | NEGATIVO       | POSITIVO       |
|---------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|----------------|
|                     |               |                   | CANTIDAD      |               |                  | PORCENTAJE     |                |
| IMPACTO IRRELEVANTE | MENOR A 25    | 24                | 21            | 3             | 48.00%           | 58.33%         | 21.43%         |
| IMPACTO MODERADO    | 25 -49        | 26                | 15            | 11            | 52.00%           | 41.67%         | 78.57%         |
| IMPACTO SEVERO      | 50- 74        |                   |               |               |                  |                |                |
| IMPACTO CRITICO     | MAYOR A 75    |                   |               |               |                  |                |                |
| <b>TOTALES</b>      |               | <b>50</b>         | <b>36</b>     | <b>14</b>     |                  |                |                |
| <b>PORCENTAJE</b>   |               | <b>100%</b>       | <b>72.00%</b> | <b>28.00%</b> | <b>100.00%</b>   | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b> |

A manera de resumen, en el cuadro anterior, se pueden observar el total de impactos que se generaran por la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, así como los porcentajes que cada uno de los impactos representa, teniendo que se generan un total de 50 impactos, de los cuales 36 de ellos serán negativos (72%) y 14 serán de impacto positivo (28%).

### V.3.1 Descripción integral de los impactos

A continuación, se describe cada una de las interacciones establecidas entre los componentes, sus indicadores y las acciones del proyecto causantes de impacto.

Dentro de los factores impactados se reconocen: Aire, Suelo, Fauna, Flora, Paisaje, Agua y el Socioeconómico.

#### V.3.1.1 Etapa de Cambio de uso de suelo.

Las actividades que se evalúan en esta etapa, de acuerdo con el cuadro V.6, corresponden al desmonte y despalme.

##### a) Aire.

Los impactos que se generarán al aire se reflejan principalmente por el ruido y la emisión de partículas suspendidas, derivados de las actividades propias de esta etapa.

**Ruido:** Este indicador se define como todo sonido indeseable para quien lo percibe; es decir, se entiende por contaminantes acústicos a todos aquellos estímulos que directa o indirectamente interfieren desfavorablemente con el ser humano, a través del sentido del oído, dando lugar a sonidos indeseables, o ruidos. Adicionalmente el ruido también afecta directamente a la fauna silvestre creando perturbaciones y ahuyentamiento para alejarse del foco de emisión.

La valoración de impacto en esta etapa se catalogó como MODERADO NEGATIVO -25, ya que en estas actividades se empleará maquinaria pesada y herramienta manual (motosierras, hachas, machetes, etc.).

La intensidad es media, debido a que los niveles de audición normal son de 60 a 65 decibeles (Db) según la Organización Mundial de la Salud, el empleo de maquinaria pesada, menor y manuales no excederán estos niveles. El área de influencia es parcial ya que se tiene identificado el área en donde se generará el mismo; dado que las actividades se llevarán a cabo a cielo abierto habrá disgregación del ruido, por lo que su efecto será fugaz, ya que el empleo de la maquinaria y las herramientas menores serán por periodos de tiempo cortos con intervalos de descanso durante la jornada de trabajo a fin de disminuir los efectos por ruido a los trabajadores. Finalmente se considera el impacto como recuperable de manera inmediata ya que una vez que se suspendan las actividades, el impacto desaparecerá. Aunado a lo anterior, mediante la implementación de medidas de mitigación, se espera disminuir los efectos por el ruido, mediante el establecimiento de horarios diurnos. Adicionalmente, se implementarán actividades de rescate y reubicación de flora; así como de ahuyentamiento para la fauna silvestre presente en el área del proyecto a fin de descartar afectaciones a la misma.

**Emisión de Partículas suspendidas (Polvos).** Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos suspendidos en el aire, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. El tamaño puede variar desde 0.005 hasta 100 micras de diámetro aerodinámicos. El principal efecto a la salud es que pueden penetrar con mayor facilidad hasta el interior de los pulmones desencadenando cuadros crónicos.

La generación de partículas suspendidas se valoró como MODERADO NEGATIVO -25; si bien en estas actividades es donde ocurre mayor movimiento de vegetación y de tierra, también es cierto que, por tratarse de una actividad a cielo abierto, la dispersión de las partículas por efecto del viento tiende a ampliar su área de influencia; no obstante, es fácilmente mitigable por acción del hombre. En caso de requerirse se planteará como medida de mitigación el riego en el área de trabajo a fin de disminuir la emisión de partículas suspendidas, sobre todo para la actividad de despalme. Se estima realizar el desmonte y despalme por periodos cortos de tiempo y en horario diurno para no causar afectaciones a la fauna circundante. Del análisis de esta actividad se estima que se tendrá una intensidad media, con extensión parcial, la reversibilidad a corto plazo, con sinergismo hacia la flora y el factor social, con un efecto al componente ambiental indirecto, periodicidad irregular y recuperabilidad a mediano plazo por acción del hombre.

#### **b) Suelo.**

El suelo presente en el sitio del proyecto está conformado principalmente por un tipo identificado Regosol. Para el caso que nos ocupa, se analizó este indicador ya que puede existir una probable modificación en la calidad del suelo derivada de la generación de residuos sólidos municipales por personal empleado en esta etapa del proyecto.

**Cambio en la calidad por residuos sólidos Urbanos:** En esta etapa se prevé una posible modificación en las condiciones del suelo por residuos sólidos Urbanos, generados por el personal que laborará en esta

etapa del proyecto, catalogando el IMPACTO MODERADO NEGATIVO -37, debido a que al inicio de la jornada de trabajo se realizarán pláticas con el personal a fin de dar un manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos que se generen en esta etapa; así mismo se dispondrán contenedores para la recolección de los residuos en el área de trabajo. Por lo anterior, si tiene una intensidad del impacto alto con área de influencia puntual, el plazo de la manifestación del impacto resultó a mediano plazo, reversible a mediano plazo. Los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en contenedores, se acopiarán y serán entregados al servicio de limpia municipal para su disposición final. No se prevén medidas de mitigación complementarias.

Por la naturaleza de la construcción, se generarán residuos peligrosos con el mantenimiento de maquinaria y equipo dentro del sitio del proyecto, los servicios requeridos se realizarán en talleres autorizados de la localidad.

**Pérdida de suelo.** El tipo de suelo está asociado a un microclima, formación vegetal y estructura ecológica únicas, estrictamente interrelacionada, de tal suerte que la modificación de cualquiera de sus partes puede significar la transformación no sólo del paisaje local, sino la de ecosistemas vecinos. El sitio del proyecto se encuentra en un tipo de suelo identificado como Regosol eutrítico, estos suelos son claros y pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Para las actividades de desmonte y despalme, el impacto se cataloga como MODERADO NEGATIVO -39, debido a que en el despalme se considera la eliminación del suelo fértil que se ubica en el área del proyecto, ya que este material no es apto para las actividades de construcción, aunque esta actividad se puede considerar de como un impacto alto, aunado a esto con el suelo desnudo se incrementa el factor de erosión y pérdida de suelo por la acción del viento y del agua.

Los factores que disminuyen el posible impacto generado son: El área total del proyecto que es de 32.57 hectáreas, el tiempo en el cual se considera efectuar al desmonte y despalme que es de aproximadamente 24 meses de forma gradual, continuando de forma inmediata con las actividades programadas, lo que evita la exposición prolongada del suelo al intemperismo. Se determinó el impacto moderado por la remoción del suelo dejando desprovisto el suelo y propenso a erosión eólica e hídrica. No se prevé un incremento progresivo de pérdida de suelo debido a que todas las actividades se realizarán de acuerdo a los lineamientos que establezca la autoridad ambiental y con estricto apego al cumplimiento de las medidas de mitigación que se propongan.

**Permeabilidad.** La permeabilidad del suelo hace referencia a la velocidad con la que los fluidos lo atraviesan. Por ejemplo, los suelos altamente permeables drenan demasiado rápido, mientras que los de baja permeabilidad tienden a retener el agua. Las partículas grandes del suelo no se encuentran entre sí, lo que crea bolsas de aire que permiten que fluya el agua, mientras que las partículas pequeñas no

tienen estos poros, por lo que reducen o bloquean por completo el flujo de agua en un área determinada.

Para las actividades de desmonte y despalme, el IMPACTO se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO - 24, esto debido a que se eliminara el material vegetal y la vegetación existente en los 22.64 hectáreas de vegetación forestal, que contribuye a la permeabilidad del suelo, de igual forma un suelo desprovisto de vegetación favorece la erosión hídrica, misma que se agrava al momento de retirar la capa superficial del suelo, dando lugar a suelos desnudos y susceptibles de efectos erosivos y con baja captación de agua y permeabilidad. Por lo anterior, el impacto se catalogó con intensidad baja y área de influencia puntual ya que la actividad se realizara únicamente en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, el efecto es indirecto ya que está en función de las precipitaciones fluviales, la permanencia del efecto es temporal ya que la permeabilidad está en función de la precipitación, reversible a medio plazo y sinérgico, no se espera un incremento progresivo del impacto ya que se tienen definidas las áreas de desmonte. Finalmente, no se estiman medidas adicionales de mitigación sólo las establecidas en el presente estudio.

### **c) Fauna**

La presencia del ser humano en determinado ecosistema o tipo de vegetación ocasionará el desplazamiento de la fauna silvestre a sitios contiguos.

**Desplazamiento:** De las especies registradas en el sitio del proyecto, mencionadas en el Capítulo V, se puede decir que en su mayoría corresponden a especies generalistas, teniendo la presencia de especies de interés ecológico y biológico, con estatus en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y listados internacionales, que pueden presentar un amplio rango de tolerancia a las perturbaciones y adecuarse con relativa facilidad a dichas condiciones.

Con base a lo anterior, la valoración de las actividades en esta etapa resultó con impacto MODERADO NEGATIVO -37, impacto generado principalmente en respuesta al movimiento de maquinaria pesada, menor y ruido derivado de las actividades de desmonte, la fauna tiende a desplazarse a sitios contiguos, razón por la que se valora el impacto con intensidad Alta, con extensión Parcial, el plazo de la manifestación será inmediato por efecto del ruido; la permanencia del efecto se considera permanente por las acción de eliminar parte de la vegetación del predio, Reversible a mediano plazo, sinérgico con la eliminación de la vegetación existente, incremento progresivo simple, efecto directo a la fauna, regularidad de la manifestación irregular, se considera un impacto mitigable por medios humanos, al aplicar las medidas de mitigación y el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna presente en el predio.

**Modificación del hábitat.** La presencia de fauna silvestre en un determinado espacio, es un indicador del estado de conservación de un ecosistema o tipo de vegetación. Es importante señalar que el hábitat es el espacio en donde ocurre una serie de procesos e interacciones de los organismos y puede funcionar

como áreas de alimentación, percheo, reproducción o simplemente ser utilizado como una zona de tránsito de las especies.

La valoración de las actividades en esta etapa resultó con IMPACTO MODERADO NEGATIVO -44, debido a que la vegetación que resultará afectada por el proyecto corresponde Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja caducifolia en 22.64 hectáreas, con perturbación por acciones antropogénicas como el pastoreo, agricultura, extracción de leña, etc. Con base en el estudio de fauna realizado, los polígonos de estudio se pueden constituir como un hábitat conservado para la fauna silvestre. Por tal razón se valoró el impacto con intensidad Alta , con extensión puntual, el plazo de la manifestación será inmediato por efecto de las actividades de eliminación de la vegetación; la persistencia del efecto será permanente, la reversibilidad a mediano plazo, el impacto es sinérgico debido a que, al dejar desprovisto de vegetación al suelo, se pierden los posibles hábitats existentes, el incremento progresivo será acumulativo, el efecto directo, la regularidad de la manifestación es periódico y es mitigable por intervención del hombre y por las acciones de mitigación o compensación como lo es el programa de ahuyentamiento y/o rescate y reubicación a sitios aledaños.

#### **d) Flora**

**Disminución de la cobertura vegetal.** La vegetación, constituye un elemento de relevancia para el ambiente, provee de alimento y hábitat para la fauna silvestre; es la vía de filtración de agua al subsuelo; además de proteger contra los efectos de la erosión del suelo, aportan oxígeno y purifican el aire. El principal impacto se identifica en la disminución de la cobertura vegetal para cambiar a vocación de uso habitacional.

La eliminación de parte de la vegetación del sitio del proyecto, constituye una de las actividades de mayor impacto, catalogando como IMPACTO MODERADO NEGATIVO -44. Si bien la vegetación corresponde Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja caducifolia en 22.64 hectáreas, con perturbación por acciones antropogénicas como el pastoreo, agricultura, extracción de leña, etc; también es cierto que, dejar desprovisto de vegetación constituye cambios y alteraciones en la estructura de la vegetación. Los resultados de la valoración indican que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo (22.64 ha) representa el 0.4387% de la superficie del Sistema Ambiental. Por lo anterior se determinó una intensidad alta con un área de influencia puntual, el plazo de la manifestación será inmediato, la persistencia del efecto será permanente, irreversible ya que se construirán obras civiles en la zona, que operaran por un lapso de 20 años y con efecto sinérgico con el componente agua, suelo y fauna, en vista de que la vegetación es un indicador de la presencia de fauna silvestre, se estima un incremento progresivo del impacto ya que las actividades de cambio de uso de suelo se realizaran en un periodo de 24 meses, el efecto es directo, la regularidad de la manifestación es continua y recuperable a mediano plazo por acción del hombre. Cabe mencionar que se plantea para este componente la implementación de medidas de rescate y reubicación de ejemplares de flora con especies de importancia ecológica para la zona. Así mismo se

llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de flora por compensación ambiental y se implementara platicas de educación ambiental en las diversas etapas del proyecto.

**e) Agua.**

**Condición del agua (modificación en la calidad).** No se prevé contaminación por aguas residuales, ya que en esta etapa se contratarán los servicios de sanitarios portátiles, la empresa contratada será la responsable del destino final de dichas aguas, ni contaminación por residuos sólidos municipales ya que se instalarán contenedores para la disposición adecuada de los residuos sólidos municipales.

Por lo anterior, se valoró como un IMPACTO MODERADO NEGATIVO -30, calificándose con una intensidad media y parcial, debido a que será poco personal que labore en esta actividad y será sobre la zona del proyecto únicamente, con plazo de la manifestación inmediato, permanencia del efecto fugaz, reversible corto plazo y sin sinergismo, incremento progresivo simple y de efecto directo al componente ambiental, regularidad discontinuo y recuperable de manera inmediata; no se prevé la aplicación de medidas de mitigación adicionales a las ya planteadas, en el capítulo VI.

**Disminución de la capacidad de recarga.** La capacidad de recarga de agua a los mantos freáticos está relacionada con la presencia de cobertura vegetal y por el tipo de suelo. Para el caso específico del proyecto el tipo de vegetación no se encuentra en buen estado de conservación ya que ha estado sujeto a acciones antropogénicas. Sin embargo, el proyecto contempla obras para el desvío y reinyección aguas pluviales en la superficie del predio libre de obras civiles que mantendrán la capacidad de recarga del suelo, conservando áreas que contemplan especies nativas, además de que se llevaran actividades de compensación por medio del rescate de flora y obras de conservación de suelo y captación de agua pluvial que contribuirá con el aumento de la recarga en acuíferos en la zona.

Con base a lo anterior, se determinó como IMPACTO IRRELEVANTE NEGATIVO -23, para las actividades de desmonte ya que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo (22.64 ha) representa el 0.4387% de la superficie del Sistema Ambiental; por lo que la intensidad resultó media, extensión puntual, toda vez que al perder la cobertura vegetal y dejar desnudo al suelo, el impacto del agua tiende a ser más agresivo debido a que la erodabilidad se hace más intensa y por consiguiente los escurrimientos, disminuyendo de esta forma la cantidad de agua que se pueda infiltrar al suelo y recargar los mantos freáticos. El plazo de la manifestación es a mediano plazo, de permanencia temporal, es reversible a mediano plazo, sinérgico, no se considera un incremento progresivo, ya que el área a desmonte está bien delimitada, un efecto directo, con regularidad de la manifestación discontinuo y mitigable por la reconstrucción de medios humanos, ya que se implementará el Programa de vigilancia ambiental y se establecerá como medio de compensación un programa de rescate y reubicación de flora con establecimiento de obras para conservación de suelos y captación de agua pluvial.

#### **f) Paisaje**

El paisaje consiste en la manifestación visual o externa del territorio derivada de la combinación de una serie de factores causales físicos como son la geomorfología, clima, vegetación e incidencia de perturbaciones de tipo natural y de origen antrópico. Cabe mencionar, que el proyecto se integrara al paisaje actual, utilizando materiales de la región en su construcción, como: madera y palma, con la finalidad de priorizar la compatibilidad con el entorno.

**Calidad paisajística:** se verá afectada en menor grado ya que el paisaje ha sido modificado por el establecimiento de pastizales y palma cocotera dentro del predio. Por lo anterior el IMPACTO se catalogó como MODERADO NEGATIVO -23, con intensidad del impacto media, el área de influencia será puntual, el plazo de la manifestación será inmediato con permanencia del efecto temporal, reversible a mediano plazo, sinérgico con el componente ambiental flora, con un incremento progresivo simple, debido a que ya se tiene bien delimitada la zona de afectación, el efecto será indirecto, ya que el paisaje se ve afectado principalmente por la pérdida de vegetación nativa, la regularidad de la manifestación es irregular y recuperable a mediano plazo por la reconstrucción por medios humanos.

#### **g) Socioeconómico**

**Generación de empleos:** Este componente fue evaluado en cuanto a generación de empleos y éste se catalogó como IRRELEVANTE POSITIVO -29, durante esta etapa se contratarán obreros como mano de obra de la región. Calificando los impactos con: Intensidad media, extensión puntual, plazo de la manifestación inmediato, persistencia del efecto fugaz, irreversible debido a que los empleos generados ya no se pueden eliminar, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo, regularidad de la manifestación discontinuo y recuperable a mediano plazo.

#### **V.3.1.2 Etapa de Preparación del sitio**

Las actividades que se evalúan en esta etapa corresponden al trazo y limpieza del predio.

##### **a) Aire.**

Los impactos que se generarán al aire se reflejan principalmente por el ruido y la emisión de partículas suspendidas que se llegue a generar por las actividades evaluadas, las cuales se realizarán con herramientas manuales.

**Ruido:** El ruido que se genere en esta actividad será principalmente por el uso de herramientas manuales en las actividades de trazo y limpieza del predio donde se instalaran las obras.

La valoración de impacto en esta etapa se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO -19, por lo tanto se considera que la intensidad será baja, debido a que los niveles de audición normal son de 60 a 65 decibeles (Db) según la Organización Mundial de la Salud y los trabajos a realizar con maquinaria pesada y herramientas manuales no sobrepasaran estos niveles establecidos; calificando el impacto de forma

siguiente: el grado de intensidad baja, de influencia puntual ya que se tiene identificado el área en donde se generará el mismo y los trabajos se realizarán a cielo abierto, el plazo de la manifestación será Inmediato y su efecto será fugaz, se considera el impacto como reversible a corto plazo, sin sinergismo, el incremento progresivo será simple ya que el ruido no se acumula en el ambiente, el efecto a este componente será indirecto, ya que el ruido es producido por los trabajos a realizar, por el tiempo en el cual se realizarán las obras se considera que la regularidad de la Manifestación será Irregular, con una recuperabilidad por medio humanos de forma inmediata. Aunado a lo anterior, mediante la implementación de medidas de mitigación propuestas en el presente estudio, se espera disminuir los efectos por el ruido, mediante el establecimiento de horarios diurnos.

**Partículas suspendidas.** La generación de partículas suspendidas se valoró como IMPACTO IRRELEVANTE NEGATIVO -20; si bien las actividades evaluadas que contempla esta etapa se van a llevar a cabo a cielo abierto, con maquinaria pesada y herramientas manuales, se espera que con las medidas de mitigación como es Riego de agua en las zonas de trabajo disminuya la generación de polvos. Con la siguiente calificación: Intensidad baja, extensión Puntual, plazo de la manifestación Inmediato, Permanencia del efecto fugaz, Reversibilidad a corto plazo, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto al componente ambiental indirecto, periodicidad irregular y recuperabilidad de manera inmediata por acción del hombre.

**b) Suelo.**

El suelo presente en el sitio del proyecto está conformado principalmente por un tipo identificado Regosol eutrítico. Para el caso que nos ocupa, se analizó este indicador ya que puede existir una probable modificación en la calidad del suelo por la contaminación del suelo por los residuos o desechos orgánicos que se puedan generar por el personal empleado.

**Cambio en la calidad por residuos sólidos municipales:** En esta etapa se prevé una posible modificación en las condiciones del suelo por residuos sólidos municipales, generados por el personal que laborará en esta etapa del proyecto, catalogando el IMPACTO como IRRELEVANTE NEGATIVO -20, debido a que al inicio de la jornada de trabajo se realizarán pláticas con el personal a fin de dar un manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos que se generen en esta etapa; así mismo se dispondrán contenedores para la recolección de basura en el área de trabajo, se acopiarán y serán entregados al servicio de limpieza municipal para su disposición final. Por lo anterior las calificaciones otorgadas son: intensidad baja, extensión puntual, plazo de la manifestación Inmediato, permanencia del efecto fugaz, Reversibilidad a corto plazo, Sinérgico con la posible contaminación del agua por arrastre de la basura a cuerpos de agua, incremento progresivo simple, debido que todos los días se realizara la limpieza de las instalaciones, efecto directo sobre el suelo, periodicidad irregular por el lapso de tiempo en que se realizaran estas actividades y recuperables por medios humanos de manera inmediata.

**Pérdida de suelo.** Para las actividades de preparación del sitio, el impacto se cataloga como MODERADO NEGATIVO -27, durante el trazo y limpieza del predio, esta actividad se puede considerar como un impacto moderado, aunado a esto con el suelo desnudo se incrementa el factor de erosión y pérdida de

suelo por la acción del viento y del agua. El tiempo en el cual se considera efectuar el trazo y limpieza del predio es de aproximadamente 12 meses, continuando de forma inmediata con las actividades programadas, lo que evitara la exposición prolongada del suelo al intemperismo. Por lo anterior, se tiene una intensidad media, con área de influencia puntual, con plazo de la manifestación inmediato, reversible a mediano plazo, sinérgico, de efecto directo y recuperable a mediano plazo por acción del hombre. Se determinó el impacto moderado por la remoción del suelo dejando desprovisto el suelo y propenso a erosión eólica e hídrica. No se prevé un incremento progresivo de pérdida de suelo debido a que todas las actividades se realizarán de acuerdo a los lineamientos que establezca la autoridad ambiental y con estricto apego al cumplimiento de las medidas de mitigación que se propongan. Reversible a mediano plazo y recuperable por acción del hombre a medio plazo.

**Permeabilidad.** Para las actividades de trazo y limpieza del predio, el IMPACTO se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO -21, debido a que se llevara a cabo la limpieza del predio lo que impacta con la permeabilidad del suelo, además de que un suelo desprovisto de vegetación favorece la erosión hídrica, misma que se agrava al momento de retirar la capa superficial del suelo, dando lugar a suelos desnudos y susceptibles de efectos erosivos y con baja captación de agua y permeabilidad. Por lo anterior, el impacto se catalogó con intensidad baja y área de influencia puntual debido a que las actividades se desarrollaran dentro del sitio del proyecto, el efecto es directo ya que está en función de las precipitaciones fluviales, la permanencia del efecto es temporal ya que la permeabilidad está en función de la precipitación, reversible a medio plazo y sinérgico, no se espera un incremento progresivo del impacto.

### **c) Fauna.**

**Desplazamiento:** De las especies registradas en el sitio del proyecto, se puede decir que en su mayoría corresponden a especies generalistas, teniendo la presencia de especies de interés ecológico y biológico, con estatus en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y listados internaciones, que pueden presentar un amplio rango de tolerancia a las perturbaciones y adecuarse con relativa facilidad a dichas condiciones.

Debido a que previo al trazo y limpieza del predio se realizó el desmonte y despalme del sitio, con el ahuyentamiento de la fauna presente en el área del proyecto, se prevé que al momento de ejecutar esta actividad haya poca o nula fauna presente en el predio, por lo que el impacto se Cataloga como IRRELEVANTE NEGATIVO -17, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo, sinérgico, incremento progresivo simple, efecto indirecto sobre la fauna, periodicidad irregular y mitigable por medios humanos. Finalmente, no se descarta la presencia de fauna de lento desplazamiento, por lo que en caso de ser necesario se implementaran medidas como el ahuyentamiento, rescate y reubicación a sitios contiguos.

**d) Agua.**

**Condiciones del agua (modificación en la calidad).** Este componente ambiental, se puede ver afectado por la contaminación por aguas residuales y/o por la contaminación de residuos sólidos urbanos (basura) dado que se tendrá mano de obra trabajando en la zona.

Debido a que dentro del sitio del proyecto no se identificaron escurrimientos de agua superficiales, se descarta la contaminación directa al agua por medio de residuos sólidos, siendo latente la contaminación del agua subterránea por la infiltración del agua residual. Por lo tanto el impacto sólo se evaluó en esta posible contaminación como un impacto IRRELEVANTE NEGATIVO -21, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, Momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a mediano plazo, con sinergismo, Incremento progresivo simple, Efecto indirecto ya que no se verterán aguas residuales directamente sobre el manto freático o cuerpos de agua superficiales, la regularidad de la manifestación se considera discontinuo y debido a las medidas de mitigación que se establecerán se considera el impacto mitigable por medios humanos.

**e) Socioeconómico**

**Generación de empleos:** Debido a que en todas las etapas del proyecto se contratara mano de obra de la región, este componente fue evaluado como IRRELEVANTE POSITIVO +23, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, plazo de la manifestación inmediato, persistencia del efecto fugaz, irreversible debido a que los empleos generados ya no se pueden eliminar, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo, regularidad de la manifestación discontinuo y recuperable a mediano plazo.

**V.3.1.3 Etapa de Construcción**

Esta etapa de construcción comprende las actividades de cortes, nivelación, terracerías, cimentación, Obra civil, Instalaciones (eléctrica, hidráulica, pluvial y sanitaria), acabados generales y establecimiento de espacios exteriores.

**a) Aire.**

Los impactos que se generarán al aire se reflejan principalmente por el ruido y la emisión de partículas suspendidas que se llegue a generar por las actividades evaluadas, las cuales se realizarán con herramientas manuales.

**Ruido:** El ruido que se genere en esta etapa será principalmente por el uso de maquinaria pesada y herramientas manuales. La valoración de impacto en esta etapa se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO -19, por lo tanto se considera que la intensidad será baja, debido a que los niveles de audición normal son de 60 a 65 decibeles (Db) según la Organización Mundial de la Salud y los trabajos a realizar con maquinaria pesada y herramientas manuales no sobrepasaran estos niveles establecidos; calificando el impacto de forma siguiente: el grado de intensidad baja, de influencia puntual ya que se

tiene identificado el área en donde se generará el mismo y los trabajos se realizarán a cielo abierto, el plazo de la manifestación será Inmediato y su efecto será fugaz, se considera el impacto como reversible a corto plazo, sin sinergismo, el incremento progresivo será simple ya que el ruido no se acumula en el ambiente, el efecto a esta componente será indirecto, ya que el ruido es producido por los trabajos a realizar, por el tiempo en el cual se realizarán las obras se considera que la regularidad de la Manifestación será Irregular, con una recuperabilidad por medio humanos de forma inmediata. Aunado a lo anterior, mediante la implementación de medidas de mitigación propuestas, se espera disminuir los efectos por el ruido, mediante el establecimiento de horarios diurnos.

**Emisión de Partículas suspendidas (polvos).** La generación de partículas suspendidas o polvos se dará principalmente por el movimiento de tierra y por el manejo del material puzolánico, se valoró como IMPACTO IRRELEVANTE NEGATIVO -19; si bien las actividades evaluadas que contempla esta etapa se van a llevar a cabo a cielo abierto con maquinaria pesada y herramientas manuales, se espera que con las medidas de mitigación como es Riego de agua en las zonas de trabajo disminuya la generación de polvos. Con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, plazo de la manifestación Inmediato, permanencia del efecto fugaz, Reversibilidad a corto plazo, sin sinergismo, Incremento progresivo Simple, efecto al componente ambiental indirecto, periodicidad irregular y recuperabilidad de manera inmediata, por el tiempo que dure los polvos en depositarse en el suelo.

#### **b) Suelo.**

El suelo como componente ambiental, en la mayoría de los proyectos, manifiesta los mayores impactos ambientales, en esta etapa de construcción los impactos ambientales identificados serán: Cambio en la calidad por residuos sólidos municipales y permeabilidad por la construcción de las obras civiles, las cuales cubrirán parte del suelo existente en el predio.

**Cambio en la calidad por residuos sólidos urbanos:** Enfocado principalmente a la posible contaminación del suelo por la generación y acumulación de residuos sólidos Urbanos en el suelo, impacto que se considera como IRRELEVANTE NEGATIVO -19. En esta etapa se prevé la contratación de aproximadamente 150 personas, entre albañiles, plomeros, electricistas y carpinteros. El impacto no será mayor debido a la implementación de medidas de mitigación, enfocadas principalmente al establecimiento de contenedores de basura en las diferentes áreas del predio a intervenir, programa la limpieza diaria del predio previo y posterior a la culminación de las jornadas laborales. Con respecto material residual producto de las actividades de construcción se almacenará y se entregarán en primera instancia a algún centro de acopio, en caso de no existir en la región, serán entregados al servicio de limpieza municipal para su disposición final. De forma complementaria se implementarán pláticas de educación ambiental en las cuales se tratará el tema del manejo adecuado de los residuos sólidos, tanto municipales como de manejo especial. Por lo antes mencionado se dan las siguientes calificaciones: Intensidad baja, con área de influencia puntual, el plazo de la manifestación será inmediato, la permanencia del efecto será fugaz, Reversibilidad a corto plazo, sin sinergismo, con un incremento

progresivo simple, efecto es directo al componente ambiental con regularidad de la manifestación de forma irregular y recuperable de manera inmediata por medios humanos.

**Permeabilidad.** Derivado de la instalación de las obras civiles en el predio, se tiene que cubrir el suelo en el cual se van a desplantar las obras por medio de planchas de concreto, lo que disminuye el área de suelo que sea capaz de captar agua de lluvia y permear hacia posibles mantos freáticos que se puedan presentar en la zona. Este impacto será mitigado en la etapa de operación y mantenimiento con el establecimiento de un sistema de captación de agua de lluvia de los techos y obras civiles existentes, la cual se enviará a una cisterna y será utilizada principalmente para el uso y limpieza de las instalaciones, el excedente se infiltrará al suelo por medio de pozos de absorción.

Por lo que el componente suelo en su característica de Permeabilidad tendrá un IMPACTO MODERADO negativo -29, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual por la superficie total del predio, plazo de la manifestación inmediato, con una persistencia permanente, con carácter irreversibilidad, sinérgico con la recarga de mantos freáticos, con un incremento progresivo simple, un efecto directo al suelo, periodicidad continuo y mitigable por medios humanos.

#### **c) Fauna**

**Desplazamiento:** Debido a que previo a estas actividades se llevó a cabo el desmonte, despalme, trazo y nivelación del sitio, con el ahuyentamiento de la fauna presente en el sitio, se prevé que al momento de ejecutar esta actividad haya poco o nula fauna presente en el predio, por lo que el impacto se cataloga como IRRELEVANTE NEGATIVO -20, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a mediano plazo, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto indirecto sobre la fauna, periodicidad discontinuo y recuperable a mediano plazo por medios humanos. Finalmente, no se descarta la presencia de fauna de lento desplazamiento, por lo que en caso de ser necesario se implementarían medidas como el ahuyentamiento, rescate y reubicación a sitios contiguos y pláticas de educación ambiental.

#### **d) Flora.**

**Aumento de la cobertura vegetal:** Debido a que en el proyecto contemplada la instalación de vegetación una vez que se termine la construcción de las obras civiles, se prevé un aumento en la cantidad de plantas que se establecerán, siendo principalmente especies características de la región. Estas áreas serán mantenidas en condiciones óptimas en la etapa de operación y mantenimiento, catalogando el Impacto como MODERADO POSITIVO +30 con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, momento inmediato, persistencia permanente, reversibilidad irreversible, sinérgico con los componentes ambientales de agua y fauna, incremento progresivo simple, efecto directo a la vegetación, periodicidad continua y recuperable a mediano plazo por los medios humanos.

#### **e) Agua**

**Condición del agua (Modificación en su calidad).** Este componente ambiental, se puede ver afectado por la contaminación por aguas residuales y/o por la contaminación de residuos sólidos urbanos (basura) dado que se tendrá mano de obra trabajando en la zona.

Debido a que en el predio de estudio no se identificaron escurrimientos de agua superficiales, se descarta la contaminación directa al agua por medio de residuos sólidos, siendo latente la contaminación del agua subterránea por la infiltración del agua residual. Por lo tanto el impacto sólo se evaluó en esta posible contaminación como un impacto IRRELEVANTE NEGATIVO -21, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, Momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a mediano plazo, con sinergismo, Incremento progresivo simple, Efecto indirecto ya que no se verterán aguas residuales directamente sobre el manto freático o cuerpos de agua superficiales, la regularidad de la manifestación se considera discontinuo y debido a las medidas de mitigación que se establecerán se considera el impacto mitigable por medios humanos. Al término de la jornada de trabajo, se realizará la limpieza en el predio a fin de no dejar residuos dispersos. En cuanto al manejo de las aguas residuales, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) el cual funcionara en la etapa de operación, en esta etapa de construcción se contratarán los servicios de sanitarios portátiles a fin de que sean almacenadas adecuadamente, la empresa contratada será la responsable del destino final de las mismas.

**Disminución de la capacidad de recarga:** La capacidad de recarga de agua a los mantos freáticos está relacionada con la presencia de cobertura vegetal y por el tipo de suelo. Debido a que en la etapa de Cambio de Uso de suelo se realizara la remoción de la vegetación existente en el área del proyecto para las actividades de construcción, en esta etapa la capacidad de recarga de agua hacia los mantos freáticos se verá afectada por la instalación de las obras civiles, lo cual originara el encapsulamiento del suelo, evitando el contacto con el agua.

Con base a lo anterior, se determinó como IMPACTO IRRELEVANTE NEGATIVO con valor de -23, considerando las siguientes calificaciones: Intensidad baja, Extensión puntual, plazo de la manifestación a mediano plazo, Persistencia temporal, Reversibilidad a mediano plazo, Sinérgico con la calidad del agua subterránea, incremento progresivo simple, efecto indirecto debido a que no se afectara directamente el agua, periodicidad Periódico y mitigable con las medidas de mitigación y compensación propuestas.

**f) Paisaje**

El paisaje consiste en la manifestación visual o externa del territorio derivada de la combinación de una serie de factores causales físicos como son la geomorfología, clima, vegetación e incidencia de perturbaciones de tipo natural y de origen antrópico.

**Calidad paisajística:** Debido a que el principal impacto identificado en el paisaje se dará cuando se realice las actividades de cambio de uso de suelo, en esta etapa de instalación de obras civiles el paisaje se verá afectado por la construcción de obras civiles que se integraran al paisaje actual, utilizando materiales tradicionales de construcción como concreto y aceros, alterando el entorno en la zona del proyecto. Por lo anterior el IMPACTO se catalogó como MODERADO NEGATIVO - 32, con intensidad del impacto bajo, el área de influencia será puntual, el plazo de la manifestación será inmediato con permanencia del efecto temporal, reversible a mediano plazo, sinérgico con el componente ambiental flora, con un incremento progresivo simple, debido a que ya se tiene bien delimitada la zona de afectación, el efecto será indirecto, la regularidad de la manifestación es irregular y recuperable a mediano plazo por la reconstrucción por medios humanos.

**c) Socioeconómico**

**Generación de empleo:** Debido a que en todas las etapas del proyecto se contratara mano de obra de la región, este componente fue evaluado como MODERADO POSITIVO +26, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja ya que en esta etapa solo se contrataran 20 obreros (entre albañiles, plomeros y carpinteros, priorizando la contratación de personal de la región), extensión puntual, plazo de la manifestación inmediato, persistencia del efecto fugaz, irreversible debido a que los empleos generados ya no se pueden eliminar, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo, regularidad de la manifestación discontinuo y recuperable a mediano plazo.

**V.3.1.4 Etapa de Operación y mantenimiento**

En esta fase del proyecto se consideran acciones como operación, limpieza y mantenimiento general de las instalaciones.

**a) Aire.**

Dentro de los impactos que se generaran a este componente ambiental, se tiene: el ruido por la operación misma del establecimiento y la emisión de partículas suspendidas, principalmente por la operación de las plantas, circulación de maquinaria y camiones de volteo.

**Ruido:** La valoración del IMPACTO resultó IRRELEVANTE negativo -20, las principales fuentes de emisión de ruido será la operación de las plantas, circulación de maquinaria, camiones de volteo y tránsito de vehículos automotores, así como del personal que labore en el inmueble y el ruido generado por la operación misma del inmueble. Por lo anterior, la intensidad del impacto es baja, con una extensión puntual, con plazo de la manifestación del impacto inmediato. Persistencia fugaz, reversibilidad a corto

plazo, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto indirecto, periodicidad de la manifestación es continuo por un lapso de operación del proyecto a 20 años y la reconstrucción por medios humanos es recuperable de manera inmediata. Cabe mencionar que, no se requieren medidas adicionales de mitigación, ya que la zona del proyecto en cuestión es de desarrollo urbano.

**Emisión de partículas suspendidas (polvos):** En la etapa de operación y mantenimiento se identifican partículas sólidas suspendidas, derivadas de la limpieza de las instalaciones, fumigaciones, entre otros. El impacto se considera IRRELEVANTE NEGATIVO -22, el grado de afectación del impacto es bajo, el área de influencia será puntual, con plazo de la manifestación inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto indirecto, periodicidad de la manifestación es continuo por un lapso de operación del inmueble de 20 años y la reconstrucción por medios humanos es recuperable de manera inmediata. Cabe mencionar que, no se requieren medidas adicionales de mitigación, ya que la zona del proyecto en cuestión es de desarrollo urbano.

#### **b) Suelo.**

El suelo como componente ambiental, en la mayoría de los proyectos, manifiesta los mayores impactos ambientales, por lo que se analiza por la probable contaminación por residuos sólidos municipales generados en esta etapa del proyecto.

**Cambio en la calidad por residuos sólidos municipales:** En la etapa de operación y mantenimiento, se generarán de forma habitual residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos). El impacto que se generará por la contaminación al suelo disminuye por la aplicación de medidas preventivas y de mitigación como la limpieza diaria en las áreas que comprende el proyecto. Los cuáles serán reintegrados al proceso de separación del CIRRSU. Por lo que la intensidad del impacto disminuye considerablemente, catalogado como IMPACTO IRRELEVANTE negativo -26, con una intensidad baja, área de influencia puntual, momento inmediato, permanencia del efecto permanente, reversibilidad a corto plazo, con sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo al componente ambiental, periodicidad continuo y reconstrucción por medio humanos de manera inmediata.

#### **c) Fauna**

**Desplazamiento:** en la etapa de mantenimiento y operación de las instalaciones se prevé que se tenga la presencia de fauna generalista y nociva en el interior del predio. Debido a la operación del inmueble se tiene la probabilidad de que la fauna sufra el impacto por desplazamiento, calificando de impacto MODERADO NEGATIVO -26, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, momento inmediato, persistencia permanente por el tiempo que va a durar la operación del inmueble que se estima a 20 años, reversibilidad a corto plazo, con sinergismo, incremento progresivo simple, efecto indirecto sobre la fauna, periodicidad continuo y recuperable de manera inmediata por medio humanos. Finalmente, no se descarta la presencia de fauna de lento desplazamiento, por lo que en caso

de ser necesario se implementaran medidas como el ahuyentamiento, rescate y reubicación a sitios contiguos y platicas de educación ambiental a trabajadores, además de instalar letreros y cartelones informativos y restrictivos para respeto y conservación de la fauna. Con las medidas de mitigación propuestas, se disminuirá el impacto que se lleguen a generar.

#### **d) Flora.**

**Aumento de la cobertura vegetal:** Debido a que en el proyecto se tiene contemplada la conservación de vegetación, siendo principalmente especies características de la región, las cuales serán mantenidas en condiciones óptimas en la etapa de operación y mantenimiento, catalogando el Impacto como MODERADO POSITIVO +28 con las siguientes calificación: Intensidad baja, extensión puntual, momento a largo plazo, persistencia permanente, reversibilidad a mediano plazo, sinérgico con los componentes ambientales de agua y fauna, incremento acumulativo, efecto directo a la vegetación, periodicidad continua y recuperable a mediano plazo por los medio humanos.

Con la conservación de la vegetación, se promueve la fertilidad del suelo, y se mejora la retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes; ayuda a reducir el flujo acelerado del agua de lluvia, a mantener debajo de los arboles temperaturas más frescas, ya que se favorecen microclimas para los microorganismos y la fauna; se proporciona un efecto moderador sobre los vientos y ayudan a reducir el polvo y otras partículas suspendidas en el aire.

#### **e) Agua**

**Condición del agua (modificación en su calidad):** En la etapa de operación y mantenimiento, la generación de aguas residuales es continua, considerando como principales fuentes de contaminación: los sanitarios, el agua utilizada en la limpieza diaria de las instalaciones, así como la generación de aguas grises provenientes del lavado y regadera.

Las aguas grises y negras serán canalizadas a la planta de tratamiento de aguas residuales, para posteriormente reutilizarlas. A razón de lo anterior, el impacto se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO -33, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja con extensión puntual, el plazo de la manifestación es inmediato, la persistencia del efecto es permanente, con reversibilidad a mediano plazo, con sinergismo, acumulativo el incremento progresivo debido a que en toda la etapa de operación se estará usando el agua para su uso, efecto directo al componente ambiental, con regularidad de la manifestación continuo por un lapso de 20 años como mínimo y mitigable por medios humanos.

**Aumento de la capacidad de recarga a los mantos freáticos:** Este indicador se consideró a partir del establecimiento de las áreas libres en el predio del proyecto, así como la instalación y funcionamiento del sistema de captación de agua pluvial, por lo que la valoración del IMPACTO MODERADO POSITIVO

+29, calificando como: Intensidad baja, con área de influencia puntual, el plazo de la manifestación será a mediano plazo ya que la recarga se acentúa en el periodo de lluvias, de carácter permanente, reversible a mediano plazo, sinérgico con el componente suelo, acumulativo, efecto directo, periodicidad continuo y recuperable a mediano plazo.

#### **f) Paisaje**

**Calidad paisajística:** En cuanto a la calidad del paisaje, en esta etapa la valoración de impacto resultó MODERADO POSITIVO +33 ya que la infraestructura a establecer busca integrarse al paisaje que prevalece en la zona. Cabe mencionar que el paisaje, incluye elementos naturales por su cercanía al mar, pero también presenta componentes urbanos como casas habitación.

Por lo anterior, el proyecto se integrará con los elementos del paisaje, la zona donde se ubica el predio se cataloga en la actualidad como vegetación forestal, pero con la realización de cambio de uso de suelo será de uso industrial. Los impactos se cuantifican en intensidad del impacto es baja, con área de influencia puntual, plazo de la manifestación inmediato, permanencia del efecto permanente, reversibilidad a mediano plazo, sinérgico con el componente flora, acumulativo, de efecto directo al paisaje, la regularidad de la manifestación continuo y mitigable por medios humanos.

#### **g) Socioeconómico**

**Generación de empleos:** Debido a que en todas las etapas del proyecto se contratara mano de obra de la región, este componente fue evaluado como MODERADO POSITIVO +34, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, con la contratación de más de 50 trabajadores de planta, extensión puntual, plazo de la manifestación inmediato, persistencia del efecto permanente, irreversible debido a que los empleos generados ya no se pueden eliminar, sin sinergismo, incremento progresivo acumulativo, efecto directo, regularidad de la manifestación continuo por 20 años y recuperable a mediano plazo.

#### **V.3.1.5 Etapa de Abandono del sitio (desmantelamiento, demolición y restauración).**

Si bien el proyecto considera un periodo de vida útil de 20 años, se espera que el proyecto continúe de manera permanente renovando el plazo conforme a las especificaciones de las autoridades Ambientales correspondientes, así como el mantenimiento adecuado de las instalaciones y celdas de confinamiento, No obstante, y para efecto del trámite de solicitud para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se considera el análisis de esta etapa. Las actividades consideradas son: desmantelamiento, demolición y restauración del sitio.

Las actividades de **desmantelamiento** generan en su mayoría impactos negativos por lo que se califican de la siguiente forma:

**a) Aire.**

**Ruido:** El ruido que se genere en esta actividad será principalmente por el uso de herramientas manuales para el desmantelamiento de las obras.

La valoración de impacto en esta etapa se catalogó como IRRELEVANTE NEGATIVO -19, por lo tanto se considera que la intensidad será baja, debido a que los niveles de audición normal son de 60 a 65 decibeles (Db) según la Organización Mundial de la Salud y los trabajos a realizar con maquinaria pesada y herramientas manuales no sobrepasarán estos niveles establecidos; calificando el impacto de la siguiente forma: el grado de intensidad baja, de influencia puntual ya que se tiene identificado el área en donde se generará el mismo y los trabajos se realizarán a cielo abierto, el plazo de la manifestación será Inmediato y su efecto será fugaz, se considera el impacto como reversible a corto plazo, sin sinergismo, el incremento progresivo será simple ya que el ruido no se acumula en el ambiente, el efecto a este componente será indirecto, ya que el ruido es producido por los trabajos a realizar, por el tiempo en el cual se realizarán las obras de desmantelamiento se considera que la regularidad de la Manifestación será Irregular, con una recuperabilidad por medio humanos de forma inmediata. Aunado a lo anterior, mediante la implementación de medidas de mitigación propuestas, se espera disminuir los efectos por el ruido, mediante el establecimiento de horarios diurnos de trabajo.

**Emisión de Partículas suspendidas (polvos).** La generación de partículas suspendidas o polvos se dará principalmente por la demolición de las obras y los polvos que se generen con el movimiento de escombros, se valoró como IMPACTO IRRELEVANTE NEGATIVO -19; las actividades evaluadas que contempla esta etapa se van a llevar a cabo a cielo abierto y con herramientas manuales, Con las siguientes calificación: Intensidad baja, extensión Puntual, plazo de la manifestación Inmediato, Permanencia del efecto Fugaz, Reversibilidad a Corto Plazo, sin Sinergismo, Incremento progresivo Simple, efecto al componente ambiental indirecto, Periodicidad irregular y Recuperabilidad de manera inmediata, por el tiempo que dure los polvos en depositarse en el suelo.

**b) Suelo.**

El suelo como componente ambiental, en la mayoría de los proyectos, manifiesta los mayores impactos ambientales, en esta etapa de desmantelamiento los impactos ambientales identificados serán: Cambio en la calidad por residuos sólidos por la demolición de las obras civiles, las cuales formaron parte de las obras civiles en operación.

**Cambio en la calidad por residuos sólidos:** Enfocado principalmente a la posible contaminación del suelo por la generación y acumulación de residuos sólidos Urbanos y de manejo especial en el suelo, impacto que se considera como IRRELEVANTE NEGATIVO -19. En esta etapa se prevé la contratación de aproximadamente 25 personas, entre albañiles, plomeros, electricistas y carpinteros para el

desmantelamiento de las obras. El impacto no será mayor debido a la implementación de medidas de mitigación, enfocadas principalmente al establecimiento de contenedores de basura en las diferentes áreas del predio a intervenir, programa la limpieza diaria del predio previo y posterior a la culminación de las jornadas laborales. Con respecto material residual producto de las actividades de construcción se almacenará y se entregarán incorporados al proceso mismo del CIRRSU. De forma complementaria se implementarán pláticas de educación ambiental en las cuales se tratará el tema del manejo adecuado de los residuos sólidos, tanto urbanos como de manejo especial. Por lo antes mencionado se dan las siguientes calificaciones: Intensidad baja, con área de influencia puntual, el plazo de la manifestación será inmediato, la permanencia del efecto será fugaz, Reversibilidad a corto plazo, si sinergismo, con un incremento progresivo simple, efecto es directo al componente ambiental con regularidad de la manifestación de forma irregular y recuperable de manera inmediata por medios humanos.

**Ganancia de suelo:** Toda actividad de reforestación por compensación se genera la ganancia de suelo por las actividades propias de conservación de suelo, por lo que en esta etapa de califica el IMPACTO MODERAO POSITIVO +25 en la ganancia de suelo , con las siguientes calificaciones: intensidad baja, extensión puntual, momento a mediano plazo, con efecto permanente, irreversible, sinérgico con los componentes ambientales de agua, flora y fauna, incremento progresivo simple, efecto indirecto, , regularidad de la manifestación periódico y mitigable por medios humanos.

#### **c) Flora.**

**Aumento de la cobertura vegetal:** Una vez que se demuelan las obras civiles y se restaure, se prevé un aumento de la vegetación en el sitio del proyecto, catalogando el Impacto como MODERADO POSITIVO +28 con las siguientes calificación: Intensidad baja, extensión puntual, momento a largo plazo, persistencia permanente, reversibilidad a mediano plazo, sinérgico con los componentes ambientales de agua y fauna, incremento acumulativo, efecto directo a la vegetación, periodicidad continua y recuperable a mediano plazo por los medio humanos.

Con el restablecimiento de la vegetación, se promueve la fertilidad del suelo, y se mejora la retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes; ayuda a reducir el flujo acelerado del agua de lluvia, a mantener temperaturas más frescas, se favorecen microclimas para los microorganismos y la fauna; se proporciona un efecto moderador sobre los vientos y ayudan a reducir el polvo y otras partículas suspendidas en el aire.

#### **d) Fauna**

**Desplazamiento:** Debido a los trabajos de desmantelamiento que se realizaran, se efectuaran previo y durante los trabajos de desmantelamiento las acciones de ahuyentamiento de la fauna presente en el

sitio, se prevé que al momento de ejecutar esta actividad haya poco o nula fauna presente en el predio, por lo que el impacto se cataloga como IRRELEVANTE NEGATIVO -20, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a mediano plazo, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo sobre la fauna, periodicidad discontinuo y recuperable a mediano plazo por medios humanos.

**Modificación del hábitat:** como resultado de las actividades de restauración del sitio esta etapa, el impacto resultó MODERADO POSITIVO +33, los resultados se relacionan con el establecimiento de la flora, ya que ésta será utilizada como refugio, descanso o alimentación para algunas especies. No obstante, y por tratarse de un área relativamente pequeña, se catalogó el impacto con intensidad baja, con un área de influencia puntual. Momento a mediano plazo, de efecto permanente, irreversible, sinérgico con el componente flora, incremento progresivo simple, efecto indirecto, regularidad de la manifestación continuo y mitigable de reconstrucción por medios humanos.

#### e) Agua

**Condición del agua (Modificación en su calidad).** Este componente ambiental agua, se puede ver afectado por la contaminación por aguas residuales y/o por la contaminación de residuos sólidos municipales (basura) dado que se tendrá mano de obra trabajando en la zona.

Debido a que en el predio de estudio no se identificaron escurrimientos de agua superficiales, se descarta la contaminación directa al agua por medio de basura, siendo latente la contaminación del agua subterránea por la infiltración del agua residual. Por lo tanto el impacto solo se evaluó en esta posible contaminación como un impacto IRRELEVANTE NEGATIVO -22, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja, extensión puntual, Momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a mediano plazo, con sinergismo, incremento progresivo simple, efecto indirecto ya que no se verterán aguas residuales directamente sobre el manto freático o cuerpos de agua superficiales, la regularidad de la manifestación se considera discontinuo y debido a las medidas de mitigación que se establecerán se considera el impacto mitigable por medios humanos. Al término de la jornada de trabajo, se realizará la limpieza en el predio a fin de no dejar residuos dispersos. En cuanto al manejo de las aguas residuales, se contratarán los servicios de sanitarios portátiles a fin de que sean almacenadas adecuadamente, la empresa contratada será la responsable del destino final de las mismas.

**Aumento de la capacidad de recarga.** Este indicador se consideró a partir de las actividades de compensación en una superficie de 1 hectárea, teniendo una valoración de IMPACTO IRRELEVANTE positivo +23, teniendo una intensidad baja, con área de influencia puntual, el plazo de la manifestación será a mediano plazo ya que la recarga se acentúa en el periodo de lluvias, de persistencia temporal, reversibilidad mediano plazo, sin sinergismo, con incremento progresivo simple, con efecto indirecto, regularidad de la manifestación periódico y mitigable por medios humanos.

**f) Paisaje.**

**Calidad paisajística:** En esta etapa se consideró un impacto MODERADO POSITIVO +30 por el establecimiento de vegetación nativa; sin embargo, la intensidad del impacto es baja ya que la superficie es pequeña y existen otros elementos urbanos que refieren un paisaje intervenido por el hombre, el área de influencia es puntual, el plazo de la manifestación del impacto será a mediano plazo, de persistencia permanente, irreversible, sinérgico con la flora, incremento progresivo simple, efecto directo, regularidad de la manifestación continuo y mitigable por la reconstrucción por medios humanos.

**g) Socioeconómico**

**Generación de empleo.**

Debido a que en todas las etapas del proyecto se contratara mano de obra de la región, este componente fue evaluado como IRRELEVANTE POSITIVO +23, con las siguientes calificaciones: Intensidad baja ya que en esta etapa solo se contrataran 50 obreros (entre albañiles, plomeros y carpinteros, priorizando la contratación de personal de la región), extensión puntual, plazo de la manifestación inmediato, persistencia del efecto fugaz, irreversible debido a que los empleos generados ya no se pueden eliminar, sin sinergismo, incremento progresivo simple, efecto directo, regularidad de la manifestación discontinuo y recuperable a mediano plazo.

**V.4 Conclusiones.**

Por lo anteriormente mencionado, se concluye que los impactos que se generarán por el establecimiento del proyecto son moderados en un 52% e Irrelevantes en 48% , como se indica en el cuadro V.11 donde se puede observar que de los 26 impactos moderado 15 son negativos y 11 positivos y de los impactos irrelevantes 21 son negativos y 3 positivos, por lo que se considera que el proyecto generara los impactos mayores en la etapa de Cambio de uso de suelo y en la Construcción del mismo, que con las medidas de mitigación y prevención propuestas se busca minimizar el impacto que se genere.

El establecimiento proyecto en evaluación es de suma importancia en el ámbito social y ambiental, ya que por la parte social busca dar solución a la problemática de la disposición final de los Residuos sólidos Urbanos que se generan en el área metropolitana de la Ciudad de Oaxaca y en el ámbito ambiental, busca eliminar todos los tiraderos de cielo abierto sin control que se tiene en la zona, dando una separación, manejo y disposición final a los residuos.

Por lo que el proyecto se considera **ambientalmente viable** pero sujeto al cumplimiento estricto de las medidas de mitigación propuestas y a los lineamientos que establezca la autoridad ambiental.

## **VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

La implementación de medidas de Prevención, Mitigación y Compensación ambiental contribuye positivamente con el ambiente y deben establecerse con la finalidad de evitar la alteración de los componentes funcionales de cualquier ecosistema, posterior a la aplicación de estas medidas es preciso realizar la revisión detallada de su cumplimiento y también es importante realizar la evaluación y valoración de los efectos que dichas medidas estiman a fin de determinar si las medidas propuestas son las necesarias para atenuar el impacto que se va a ocasionar.

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.**

Las medidas de mitigación que a continuación se presentan, se plantean con base a los impactos identificados en el Capítulo V. para que en base a ellos se apliquen las medidas que se consideran adecuadas para prevenir y atenuarlos.

Las medidas de **Prevención** del Impacto Ambiental se define posterior a la evaluación de los impactos causados por el desarrollo de cualquier actividad dentro de un ecosistema o sistema ambiental, su función es contribuir de forma significativa y positiva con el ambiente a través de acciones o formas alternas de realizar actividades mediante las cuales el desarrollo del proyecto no ocasione impactos que puedan provocar el desequilibrio ecológico de cualquiera de los componentes fundamentales del ecosistema en cuestión; a estas acciones o formas de realizar las actividades se le denomina Medidas de Prevención del Impacto Ambiental.

Las medidas de **Mitigación** son las acciones a ejecutarse posterior a la realización de la acción o actividad causando cualquier impacto de cualquier intensidad, se llevan a cabo para minimizar los impactos causados derivados de la puesta en marcha y operación del proyecto, así como también cumplen la función de enmendar el daño provocado por el impacto al ambiente. Las medidas que a continuación se proponen surgen a raíz de la valoración de los impactos identificados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

La **Compensación** busca producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al de carácter adverso, se lleva a cabo cuando los impactos negativos significativos no pueden mitigarse.

#### **a) Medidas de prevención y mitigación.**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, establece la ejecución de medidas preventivas y de mitigación para disminuir los impactos ambientales generados por obras o actividades. En el siguiente cuadro se presentan las medidas de prevención y mitigación que se establecerán por el promovente en las diferentes etapas de la obra. Las cuales tendrán como finalidad reducir o restituir los impactos generados a los componentes ambientales analizados.

Cuadro VI.1 Medidas Preventivas y de mitigación que se aplicaran en la ejecución del proyecto, en las etapas correspondientes.

| Medida Preventiva                                | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental   | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|--|--|---|--|--------------|--|
| <b>NO DESMONTAR FUERA DEL AREA DEL PROYECTO.</b> | Para no afectar la vegetación nativa, se evitará la erosión del suelo por la eliminación de la vegetación, disminuir la captación de agua de lluvia, disminuir la disponibilidad de hábitat para la fauna del lugar y evitar la afectación paisajística en la zona, se PROHIBE el desmonte fuera del área del proyecto autorizado. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Preparación del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flora.</li> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Fauna.</li> <li>- Paisaje</li> <li>- Aire</li> </ul> | - Prevención | <p>A) El promovente realizará la delimitación física del predio autorizado para el cambio de uso de suelo, colocando un cerco perimetral, colocando banderolas y/o señalamientos visibles en los vértices</p> <p>B) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el manejo de la vegetación, entre otros.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>D) El desmonte será direccionado a fin de no afectar vegetación aledaña dentro y fuera del área del Proyecto</p> <p>E) Se supervisará el área del proyecto al momento de efectuar el cambio de uso de suelo a fin de verificar que se cumpla esta medida.</p> |

| Medida Preventiva                                       | Descripción   | Etapas  | Componente ambiental   | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|---|---|---|--|--------------|--|
| <b>PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN DE ESPECIES VEGETALES.</b> | Para evitar la afectación a la vegetación nativa de los predios aledaños al proyecto y propio polígono del proyecto, se PROHIBIRÁ la extracción de especies vegetales, plantas vistosas y/o potencialmente ornamentales.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo</li> <li>- Preparación del sitio</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flora.</li> <li>- Fauna.</li> <li>- Paisaje.</li> <li>- Suelo</li> </ul>                  | - Prevención | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el manejo, protección y conservación de la flora silvestre específica del sitio, entre otros.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> |
| <b>EXCLUIR EL USO DE HERBICIDAS</b>                     | Para evitar la afectación a la vegetación nativa y al suelo, la posible contaminación a cuerpos de agua superficiales, subterráneos y la afectación a la fauna nativa terrestre por el uso de compuestos químicos, se PROHIBE el uso de herbicidas, plaguicidas e insecticidas para combatir o eliminar la vegetación y | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo</li> <li>- Operación y mantenimiento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flora.</li> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Fauna.</li> <li>- Paisaje</li> </ul> | -Prevención  | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el uso de sustancias nocivas al ambiente, entre otros.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Por ningún motivo se empleará sustancias nocivas al ambiente. Las</p>   |

| Medida Preventiva                          | Descripción   | Etapas  | Componente ambiental   | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|--|---|---|--|--------------|--|
|  | fauna no deseada  |   |  |              | <p>actividades de desmonte y despalme se realizarán utilizando maquinaria y herramientas manuales.</p> <p>D) En la etapa de operación y mantenimiento el control de maleza y herbáceas no deseadas se realizará por medio de herramientas manuales y o mecánicas.</p>  |
| <b>EVITAR LA QUEMA DE MATERIAL VEGETAL</b> | <p>Para evitar la emisión de partículas contaminantes al aire, la afectación al suelo por altas temperaturas que se generen, y la posible afectación a la vegetación nativa por la pérdida de control del fuego, se PROHIBE la quema de material vegetal producto del cambio de uso del suelo y durante la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo</li> <li>- Preparación del sitio.</li> <li>- Operación y mantenimiento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire</li> <li>- Suelo.</li> <li>- Vegetación</li> <li>- Paisaje.</li> </ul> | - Prevención | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre actividades dañinas al ambiente como la quema de vegetación, residuos sólidos, entre otros.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Durante el cambio de uso de suelo, se utilizará maquinaria pesada, así como maquinaria y herramientas manuales.</p> <p>D) En la etapa de operación y mantenimiento la maleza y herbáceas</p> |

| Medida Preventiva  | Descripción   | Etapas  | Componente ambiental  | Medida  | Acciones de Cumplimiento  |
|--|---|---|---|---|---|
|  |   |   |   |   | generadas en la limpia del predio, serán composteadas.  |
| <b>MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS</b> | Para evitar la contaminación al suelo, cuerpos de agua superficiales, la proliferación y presencia de fauna nociva, se deberá dar un manejo adecuado de todos los residuos Sólidos Urbanos que se generen en las diferentes etapas del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Fauna.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevención.</li> <li>- Mitigación</li> </ul> | <p>A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>B) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>C) Se instalarán contenedores con tapa para la recolección y separación de los residuos que se generen en las diversas etapas del proyecto y áreas de trabajo.</p> <p>D) Se rotulará cada contenedor con las leyendas de Orgánico e Inorgánico.</p> <p>E) A través de pláticas de educación ambiental, se abordarán temas como el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, así como sus métodos de separación de acuerdo a sus características.</p> |

| Medida Preventiva   | Descripción   | Etapas  | Componente ambiental  | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|---|---|---|---|--------------|--|
| <b>MANTENIMIENTO PERIODICO DE MAQUINARIA Y VEHICULOS UTILITARIOS.</b> | Para evitar posible contaminación al suelo y agua por fugas o derrames de combustible de vehículos utilitarios en mal estado, así como para disminuir el efecto al aire por los gases emitidos, todos los vehículos que serán utilizados durante la ejecución de los trabajos se deberán mantener en buenas condiciones físico - mecánicas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Aire</li> </ul> | - Prevención | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas relacionados a la medida preventiva correspondiente, ya que los vehículos contienen residuos peligrosos que al derramarse pueden afectar el suelo, agua y aire.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) en la Etapa de preparación del sitio se realizará mantenimiento periódico en talleres a especialistas y autorizados de la localidad para mantener en buenas condiciones toda la maquinaria y los vehículos usados.</p> <p>D)En la etapa de construcción y operación se instalarán talleres al interior del proyecto, en donde se dará el mantenimiento preventivo y correctivo a toda la maquinaria.</p> |

| Medida Preventiva   | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental  | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|---|--|---|---|--------------|--|
| <b>RESTRICCIONES DE CIRCULACIÓN E INGRESO DE VEHICULOS EN AREAS FUERA DE LA ZONA DE TRABAJO</b> | <p>Esta medida se tomará para evitar la afectación al suelo por compactación en áreas aledañas al sitio del proyecto.</p> <p>Permitirá mantener la capacidad de filtración de los suelos, evitando a su vez los efectos erosivos del agua por escurrimientos superficial.</p> <p>El uso mínimo de los vehículos también disminuirá la magnitud del ruido generado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Preparación del sitio.</li> <li>- Construcción.</li> <li>- Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Aire</li> </ul> | - Prevención | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el cuidado del ambiente, recursos naturales, flora y fauna silvestre específica del sitio.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>D) El ingreso de vehículos al predio del Proyecto será a través de los caminos ya existentes en la zona, no se considera la apertura de nuevos caminos.</p> |
| <b>PROHIBICIÓN DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES DOMESTICAS</b>                                       | <p>Para evitar la propagación de parásitos y enfermedades ajenas a la fauna nativa, se PROHIBIRÁ a todo el personal que labore en la obra la introducción de especies domesticas al área</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> </ul>                                  | - Fauna   | -Prevención  | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre la importancia de atender la medida preventiva correspondiente, así como los riesgos que representa no atender la recomendación.</p>   |

| Medida Preventiva                                     | Descripción   | Etapas   | Componente ambiental        | Medida                     | Acciones de Cumplimiento   |
|---|---|--|-----------------------------|----------------------------|--|
|   | del proyecto.   | -Abandono del sitio.   |                             |                            | B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.  |
| <b>ESTABLECIMIENTO DE HORARIOS DIURNOS DE TRABAJO</b> | Para evitar mayor afectación a la fauna silvestre y la población humana aledaña al área del proyecto se ESTABLECERAN horarios diurnos de trabajo de 7:00 a 17:00 horas.   | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Fauna.<br>-Socioeconómico | -Prevención<br>-Mitigación | A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el cuidado del ambiente, recursos naturales flora y fauna silvestre específica del sitio.<br>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida. |
| <b>OPERACIÓN CON ESCAPES SILENCIADOS</b>              | Para evitar mayor afectación a la fauna silvestre y la población humana aledaña al área del proyecto se ESTABLECERA la operación de vehículos utilitarios con escapes silenciados. En cumplimiento a la normatividad vigente. | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del        | - Fauna<br>-socioeconómico  | -Prevención<br>-Mitigación | A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre el cuidado del ambiente, recursos naturales flora y fauna silvestre específica del sitio.<br>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida. |

| Medida Preventiva  | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|--|--|--|----------------------|--------------|--|
|  |  | sitio.   |                      |              |  |
| <b>PREVENCIÓN DE DAÑOS FÍSICOS ACCIDENTALES A FAUNA SILVESTRE.</b> | Con la finalidad de evitar daños a la fauna silvestre que se llegue a presentar en el predio del proyecto y zonas aledañas, se INSTRUIRA a todos los operadores de los vehículos para respetar la fauna silvestre. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | - Fauna              | -Prevenición | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas relacionadas con las acciones que se tendrán que llevar a cabo para atender esta medida preventiva.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>D) En caso de que se presente algún ejemplar de fauna silvestre, se llevara cabo el ahuyentamiento, el rescate y la reubicación.</p> |

| Medida Preventiva                              | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental   | Medida   | Acciones de Cumplimiento  |
|--|--|--|--|--|---|
| <b>PROHIBICION DEL USO DEL CLAXÓN</b>          | Para evitar mayor afectación a la fauna silvestre y la población humana aledaña al área del proyecto se PROHIBIRA el uso de claxon, salvo estricta necesidad justificada.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna</li> <li>-socioeconómico</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prevención</li> <li>-Mitigación</li> </ul> | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, desarrollando el tema relacionado con la medida preventiva correspondiente.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p>   |
| <b>ESTABLECIMIENTO DE LIMITES DE VELOCIDAD</b> | Para evitar mayor afectación a la fauna silvestre, la población humana aledaña al área del proyecto y la generación excesiva de polvos se ESTABLECERAN límites de velocidad en el área del proyecto y en caminos vecinales aledaños al proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna</li> <li>-Socioeconómico</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prevención</li> <li>-Mitigación</li> </ul> | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, desarrollando el tema de la medida preventiva correspondiente.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> |

| Medida Preventiva  | Descripción   | Etapas   | Componente ambiental | Medida   | Acciones de Cumplimiento   |
|--|---|--|----------------------|--|--|
| <b>RESCATE, REUBICACIÓN Y AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE.</b> | Para evitar el daño a las especies de fauna silvestre encontradas en el predio, se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna de lento desplazamiento, nidos y madrigueras, todas estas actividades se realizarán con personal especializado. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Construcción</li> <li>- Operación y mantenimiento</li> <li>- Abandono del sitio</li> </ul> | - Fauna              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevención</li> <li>- Mitigación</li> </ul> | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre la importancia del manejo, conservación y protección de la fauna silvestre.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>D) Durante todas las actividades que contempla el proyecto, se realizara las actividades de Rescate, ahuyentamiento y reubicación de la posible fauna silvestre que se ubique en el predio.</p> <p><b>VI.1.1 En el Anexo 6.1, se presenta el Programa de rescate de especies de Fauna.</b></p> |

| Medida Preventiva  | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental | Medida   | Acciones de Cumplimiento   |
|--|--|---|----------------------|--|--|
| <b>PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN Y CACERÍA DE FAUNA SILVESTRE.</b> | Los trabajos de obra civil involucran la contratación de personal de la misma localidad y tienen diversos hábitos como la captura de especies silvestres para alimentación o para venta. El principal impacto es hacia la fauna silvestre con valor comercial y alimenticio. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Preparación del sitio</li> <li>- Construcción</li> <li>- Operación y mantenimiento.</li> <li>- Abandono del sitio.</li> </ul> | - Fauna              | - Prevención   | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre la importancia de la conservación <i>in situ</i> de la fauna silvestre, dando principal énfasis a las Protegidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>B) Se colocarán letreros alusivos a la prohibición de extracción y cacería de fauna silvestre.</p> <p>C) Se prohíbe la extracción de especímenes, del sitio del proyecto.</p> <p>D) Se supervisará periódicamente el sitio del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p> |
| <b>RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES.</b>            | Con la finalidad de evitar mayor afectación a la flora silvestre del predio de estudio, se IMPLEMENTARÁ un programa de rescate y reubicación de especies vegetales, con especial énfasis a las especies de interés ecológico.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> </ul>   | - Flora.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prevención</li> <li>-Mitigación</li> </ul> | <p>A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, desarrollando el tema con especies vegetales, con énfasis en la medida preventiva correspondiente.</p> <p>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.</p>   |

| Medida Preventiva   | Descripción   | Etapas                    | Componente ambiental  | Medida                                | Acciones de Cumplimiento  |
|---|---|---------------------------|---|---------------------------------------|---|
|   |   |                           |   |                                       | <p>C) Se colocarán letreros restrictivos en el área del proyecto en alusión a esta medida.</p> <p>D) Previo y durante las actividades de cambio de uso de suelo, se llevarán a cabo las actividades de Rescate y reubicación de especies vegetales de interés económico y ecológico presentes en el predio.</p> <p>En el Anexo 13, se presenta el Programa de rescate de flora.</p>                   |
| <b>APILADO DE LOS RESIDUOS VEGETALES DERIVADOS DESMONTE Y DESPALME.</b> | Los residuos vegetales, productos del desmonte y despilme durante la etapa de cambio de uso de suelo, serán manejados adecuadamente, se prohíbe la quema de estos residuos. | - Cambio de uso de suelo. | <p>- Flora.</p> <p>- Suelo</p> <p>- Agua</p> <p>- Fauna</p> | <p>-Prevención</p> <p>-Mitigación</p> | <p>A) Posterior al cambio de uso de suelo, se llevará a cabo el triturado del material vegetal y se dispondrá en un sitio dentro del predio a fin de que pueda ser utilizado posteriormente como abono o para ser reincorporado a la capa superficial del suelo destinado a las áreas verdes.</p> <p>B) Se prohíbe la quema del material generado.</p> <p>C) Se supervisará para verificar que se</p> |

| Medida Preventiva  | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental | Medida                     | Acciones de Cumplimiento  |
|--|--|--|----------------------|----------------------------|---|
|  |  |  |                      |                            | cumpla esta medida.   |
| <b>INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SANITARIOS PORTÁTILES PARA EVITAR EL FECALISMO AL AIRE LIBRE</b> | Para evitar el fecalismo al aire libre se DEBERA contratar el servicio de arrendamiento de baños portátiles a razón de 1 sanitario por cada 25 trabajadores. La empresa contratada será la responsable del mantenimiento adecuado, periódico y disposición final adecuada de las aguas negras, mitigando de esta manera la contaminación de cuerpos de agua y suelo. | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Suelo.<br>- Agua   | -Prevención<br>-Mitigación | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se instalará 1 sanitario portátil por cada 25 trabajadores que laboren en la obra.<br>C) Se colocarán letreros informativos en el área del proyecto en alusión a esta medida preventiva.<br>D) La empresa arrendadora del servicio de sanitarios, será la responsable de dar destino final adecuado a las aguas negras, generadas durante las etapas involucradas. |
| <b>MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS DE</b>  | Se pondrá especial atención, en la disposición de los residuos producto de los   | -Preparación del sitio.  | - Suelo.<br>- Agua   | -Prevención<br>-Mitigación | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.  |

| Medida Preventiva  | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental  | Medida                         | Acciones de Cumplimiento  |
|--|--|---|---|--------------------------------|---|
| <b>MANEJO ESPECIAL</b>   | materiales de construcción (varilla, cartón, madera, alambre, etc.), mismos que pueden ser entregados a centros de acopio o darle el manejo según lo establecido en la Normatividad vigente  | -Construcción.<br><br>-Abandono del sitio.                                  |   |                                | B) Se colocarán letreros informativos en el área del proyecto en alusión a esta medida.<br><br>C) Se dispondrá de un sitio para que los residuos de manejo especial sean almacenados de acuerdo a sus características. En primera instancia se hará la separación entre lo orgánico (madera, sacos de cemento, cartón) e inorgánico (alambre, clavos, varilla); éstos últimos, a su vez se separarán dada su posibilidad de ser comercializados en centros de acopio. |
| <b>APLICACIÓN DE RIEGO EN EL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO.</b> | Para evitar y tener un control de las partículas sólidas suspendidas en el ambiente originadas por las actividades de cambio de uso de suelo, de ser necesario se aplicará el riego para disminuir la polución y la generación de erosión eólica en el predio. | - Cambio de uso de suelo.<br><br>-Construcción.<br><br>-Abandono del sitio. | - Suelo.<br><br>-Aire.<br><br>- Fauna.<br><br>-Socioeconómico | -Prevención<br><br>-Mitigación | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br><br>B) Se pueden llevar a cabo riegos con agua, en el área de trabajo para evitar la generación de polvos.  |

| Medida Preventiva   | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental    | Medida                     | Acciones de Cumplimiento   |
|---|--|---|-------------------------|----------------------------|--|
| <b>INSTALACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>  | Con la finalidad de dar tratamiento a las aguas residuales que se generen en el proyecto, se instalarán un sistema de tratamiento de aguas residuales.   | -Operación y mantenimiento  | -Suelo.<br>-Agua        | -Preventiva<br>-Mitigación | A) Se instalarán una planta de captación de aguas residuales, para su tratamiento y reutilización.<br>B) Se dará mantenimiento preventivo y correctivo, para asegurar el buen funcionamiento.  |
| <b>CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN LA NOM-081-SEMARNAT-1994 EN RELACIÓN A RUIDOS DE FUENTES FIJAS</b> | Dado que la contaminación acústica es un problema ambiental importante cada vez con mayor presencia en la sociedad y que de acuerdo a su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no sólo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana. La citada norma establece en zonas Industriales y comerciales en horarios de 6:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00 un límite máximo permisible de 68 y | - Cambio de uso de suelo<br>- Preparación del sitio<br>- Construcción<br>- Abandono del sitio | Fauna<br>Socioeconómico | Prevención                 | A) Asegurar que el ruido generado por la maquinaria menor, equipo utilizado y vehículos, no sobrepase los límites máximos permisibles.<br>B) Esta medida se relaciona con el estado óptimo de la maquinaria y los vehículos, a fin de que cumplan con los límites máximos permisibles en materia de ruido.<br>C) Se sugiere emplear máquinas de poca antigüedad, puesto que favorece se genere menos ruido |

| Medida Preventiva   | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental | Medida     | Acciones de Cumplimiento  |
|---|--|--|----------------------|------------|---|
|   | 65 dB.   |  |                      |            |   |
| <b>CONTRATACIÓN DE PERSONAL DE LAS LOCALIDADES PRÓXIMAS AL SITIO DEL PROYECTO</b> | Se buscará en la medida de lo posible, llevar a cabo la contratación del personal de las localidades próximas al sitio del Proyecto. | -Cambio de uso de suelo<br>-Preparación del sitio<br>-Construcción<br>-Operación y mantenimiento<br>-Abandono del sitio      | Socioeconómico       | Prevención | A) El promovente privilegiará la contratación de personal de localidades próximas al sitio del Proyecto.<br>B) Dicha contratación deberá cumplir con la Ley Federal del Trabajo y su reglamento.<br>C) Para la etapa de operación y mantenimiento, el Promovente también contratará preferentemente personal de localidades próximas al sitio del Proyecto. |
| <b>USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>                                       | El personal contratado deberá portar en todo momento el equipo de protección personal en los casos que aplique por Ley               | -Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>- Abandono del sitio | Socioeconómico       | Prevención | A) Dotar de equipo de protección personal a los trabajadores, en los casos que aplique por Ley.<br>B) Supervisar que el personal porte el equipo de protección.<br>C) Tomar evidencias fotográficas   |
| <b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>   | Se deberá sensibilizar a todos los trabajadores sobre la importancia de cumplir todas las medidas establecidas, a fin de llevar      | -Cambio de uso de suelo.<br>- Preparación del sitio.<br>-Construcción.   | Socioeconómico       | Prevención | A) Mediante las pláticas de sensibilización se abordarán los temas mencionados en la descripción de la medida.  |

| Medida Preventiva   | Descripción   | Etapas   | Componente ambiental | Medida     | Acciones de Cumplimiento  |
|---|---|--|----------------------|------------|---|
|   | un adecuado manejo de residuos, contar con equipo de protección especial y herramientas de trabajo en buen estado, así como cuidar y preservar las características biológicas de la zona  | -Operación y mantenimiento.<br>- Abandono del sitio  |                      |            |   |
| <b>PROGRAMAS VIGENTES DE PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL Y MUNICIPAL</b> | Considerar las acciones establecidas en los programas de Protección Civil estatal y municipal vigentes en materia de prevención, auxilio y recuperación, destinadas a salvaguardar la integridad física de los empleados y de las personas que concurren en el Sitio del Proyecto, ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia. | -Cambio de uso de suelo.<br>- Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio | Socioeconómico       | Prevención | A) Considerar las acciones preventivas y de auxilio destinadas a salvaguardar la integridad física de los trabajadores y de las personas que concurren, ante la ocurrencia de alguna situación de emergencia.<br>B) Establecer señalamientos conforme al Programa<br>C) Normas de seguridad, etc. |
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA RED DE</b>         | Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución sanitaria en las  | -Operación y Mantenimiento   | Suelo y Agua         | Prevención | A) Se realizará el monitoreo semestral de las instalaciones para identificar posibles desperfectos.<br>B) Se realizará el mantenimiento   |

| Medida Preventiva   | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental | Medida       | Acciones de Cumplimiento   |
|---|--|--|----------------------|--------------|--|
| <b>DISTRIBUCIÓN SANITARIA</b>   | obras a instalar, con la finalidad de evitar fugas y mal funcionamiento.   |  |                      |              | preventivo y correctivo de las instalaciones y la red de distribución.   |
| <b>INSTALACIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA</b>                                | En las obras en evaluación, se instalarán equipos ahorradores de agua en regaderas, lavabos, etc.  | -Construcción, - Operación y Mantenimiento     | Agua                 | Prevención   | A) Con la finalidad de evitar desperdicio de agua, se instalarán sistemas ahorradores de agua en las áreas donde se maneje este recurso.   |
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA</b> | Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución hidráulica en las obras a instalar, con la finalidad de evitar fugas y mal funcionamiento. | -Operación y Mantenimiento                     | Agua                 | Prevención   | A) Se realizará el monitoreo semestral de las instalaciones para identificar posibles desperfectos.<br>B) Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y la red de distribución. |
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS EN GENERAL</b>                | Para evitar la contaminación al suelo y al aire, se dará mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos con motor a gasolina que se usen en la obra.            | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento   | Suelo y Aire         | Prevención   | A) Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de combustión interna.<br>B) Verificación constante de los equipos para evitar fugas y derrames de combustibles  |
| <b>SE PROHÍBE LA QUEMA DE RESIDUOS</b>  | Para evitar la emisión de partículas contaminantes al aire, la afectación al suelo   | - Cambio de uso de suelo.<br>- Preparación del | - Aire<br>- Suelo.   | - Prevención | A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre actividades   |

| Medida Preventiva                             | Descripción   | Etapas   | Componente ambiental           | Medida     | Acciones de Cumplimiento   |
|---|---|--|--------------------------------|------------|--|
| <b>SÓLIDOS URBANOS</b>                        | por altas temperaturas que se generen, y la posible afectación a la vegetación nativa por la pérdida de control del fuego, se PROHIBE la quema de residuos sólidos urbanos.                                 | sitio.<br>-Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio   | - Vegetación<br><br>- Paisaje. |            | dañinas al ambiente como la quema de vegetación, residuos sólidos, entre otros.<br><br>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.  |
| <b>LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES</b>          | Durante el tiempo que dure el proyecto se realizara la limpieza de las instalaciones para evitar la contaminación al suelo y agua.  | -Cambio de uso de suelo.<br>- Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio | -Agua.<br>- Suelo<br>-Aire     | Prevención | A) Se capacitará al personal mediante pláticas de educación ambiental, abordando temas sobre actividades dañinas al ambiente como la quema de vegetación, residuos sólidos, entre otros.<br><br>B) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida. |
| <b>MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS</b> | Mal manejo de los residuos peligrosos que se puedan llegar a generar en la obra por el mantenimiento correctivo de maquinaria en el predio y por el uso de pinturas, solventes y lubricantes en la etapa de | 1.Preparación del sitio.<br>2.Construcción.<br>Abandono del sitio  | Agua.<br>- Suelo               | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se colocarán letreros informativos en el área del proyecto en alusión a esta medida.<br>C) Se dispondrá de un almacén temporal de residuos peligrosos en base a lo                        |

| Medida Preventiva                                | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental | Medida     | Acciones de Cumplimiento  |
|--|--|--|----------------------|------------|---|
|  | construcción, para evitar tirar al suelo, cuerpos de agua o enterrar.  |  |                      |            | establecido a la normatividad vigente federal, para que los residuos sean almacenados en contenedores herméticos de acuerdo a sus características.<br>D)Mandar a disposición final de forma semestral los residuos generados por medio de una empresa certificada a nivel federal para tales servicios. |
| <b>INSTALACION DE CERCO PERIMETRL PARA FAUNA</b> | Para evitar que la fauna, principalmente anfibios, reptiles y mamíferos, puedan acceder al relleno sanitario se recomienda colocar un cerco en todo el perímetro del predio, si bien el proyecto considera la colocación de malla ciclónica, se debe agregar un cerco que evite que las especies de menor tamaño puedan acceder al predio al utilizar los espacios existentes entre la malla, este cerco debe ser hecho de | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio | -Fauna               | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se colocarán letreros informativos en el área del proyecto en alusión a esta medida.   |

| Medida Preventiva  | Descripción  | Etapas  | Componente ambiental        | Medida     | Acciones de Cumplimiento  |
|--|--|---|-----------------------------|------------|---|
|  | un material que resista las condiciones ambientales de la región, como algún material plástico o de concreto.  |   |                             |            |   |
| <b>CONTROL DE FAUNA NOCIVA</b>   | Se debe realizar un control de estas especies colocando trampas de golpe, cabe recordar que se trata de especies exóticas y que no cumplen función alguna dentro de los ecosistemas naturales del país, incluso su erradicación local, permite evitar la propagación de enfermedades; las trampas solamente se colocarán cuando se detecte la presencia de estos organismos. | Todas las etapas  | -Fauna                      | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se colocarán letreros informativos en el área del proyecto en alusión a esta medida. |
| <b>INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE DESVIO DE AGUA PLUVIAL EN</b> | Instalar las obras de desvío de agua pluvial en tiempo y forma, y en apego al diseño de la obra y en base a los estudios geohidrológicos   | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones las           |

| Medida Preventiva   | Descripción  | Etapas   | Componente ambiental                    | Medida     | Acciones de Cumplimiento   |
|---|--|--|---|------------|--|
| <b>TIEMPO Y FORMA</b>   | realizados   |  |   |            | instalaciones en funcionamiento.   |
| <b>INSTALACION DEL SISTEMA DE CAPTACION DE LIXIVIADOS</b>                             | Instalar y mantener en óptimas condiciones el sistema de Captación de lixiviados en apego al diseño de la obra   | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio.  | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna             | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones las instalaciones en funcionamiento. |
| <b>CONFORMACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES</b>                                       | Conformación de taludes de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado en el estudio geológico o  | -Construcción  | Suelo                                   | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.   |
| <b>COLOCACION DE LONAS EN CAMIONES DE VOLTEO QYE TRANSPORTEN MATERIAL PETREO</b>      | Los camiones de volteo y/o góndolas que transporten material pétreo o residuos sólidos urbanos en el interior del proyecto se deberán de cubrir con lonas. | -Todas las etapas del proyecto   | -Suelo.<br>-Flora.<br>-Agua.<br>-Social | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones las instalaciones en funcionamiento. |
| <b>VERIFICAR LA CORRECTA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE</b> | Instalar y mantener en óptimas condiciones el sistema de Captación de biogás en apego al diseño de la obra   | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>- Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna             | Prevención | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones las instalaciones en funcionamiento. |

| Medida Preventiva   | Descripción   | Etapas  | Componente ambiental                   | Medida                    | Acciones de Cumplimiento   |
|---|---|---|--|---------------------------|--|
| <b>BIOGAS.</b>  |   |   |  |                           |  |
| <b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN OBRAS CIVILES</b>                        | Instalar y mantener en óptimas condiciones el sistema de Captación de agua pluvial en las obras civiles para su uso en la operación diario del proyecto, al agua excedente deberá ser canalizado a pozos de reabsorción   | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.                      | Prevención                | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones las instalaciones en funcionamiento.   |
| <b>MANTENIMIENTO DE UN ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACION DE 2.15 HECTAREAS EN EL POLIGONO 1</b> | <b>Polígono 1 de 20.33 hectáreas</b> , en base a la Cartografía del INEGI se presenta una vegetación de Bosque de encino, por lo que su uso es forestal, se determinó dejar un área de conservación y amortiguamiento de 21,521.48 metros cuadrados (2.15 hectáreas), debido a que en esta área se reporta un relicto de vegetación de pino y además esta parte del predio colinda con el | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Flora.<br>-Fauna | Mitigación y Compensación | A) Se supervisará periódicamente el área del proyecto, para verificar que se cumpla esta medida.<br>B) Se capacitará al personal técnico para mantener en óptimas condiciones el área de conservación.<br>C) esta área de conservación será utilizada como parte del área de reubicación de especies vegetales y de fauna, así como se realizarán obras para la captación de agua pluvial. |

---

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

---

| <b>Medida Preventiva</b> | <b>Descripción</b>                         | <b>Etapas</b> | <b>Componente ambiental</b> | <b>Medida</b> | <b>Acciones de Cumplimiento</b> |
|--------------------------|--|---------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|
|                          | municipio vecino de San Dionisio Ocotepec. |               |                             |               |                                 |

## **VI.2 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES**

### **VI.2.1 Introducción.**

La conservación de la flora silvestre en ecosistemas forestales es un imperativo ecológico que trasciende la simple protección de especies individuales. Estas comunidades vegetales, intrínsecamente vinculadas a la estructura y función de los bosques, desempeñan roles cruciales en la preservación de la biodiversidad, la regulación de los ciclos biogeoquímicos y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales.

El rescate de flora silvestre en zonas destinadas a proyectos de desarrollo o afectadas por perturbaciones antrópicas es una medida de mitigación indispensable para minimizar el impacto sobre la biodiversidad y garantizar la continuidad de los procesos ecológicos. Al salvaguardar especies endémicas, raras o amenazadas, se contribuye a mantener la integridad genética de las poblaciones y a prevenir la erosión genética.

El presente programa de rescate y reubicación de especies vegetales presentes en el predio sujeto a cambio de uso de suelo, estará dirigido al rescate de especies vegetales de interés biológico y ecológico.

### **VI.2.2 Objetivo general.**

Implementar un programa de rescate y reubicación de especies de interés biológico y ecológico, que se identificaron en la zona del proyecto, mediante el rescate de especies, la colecta de germoplasma y material genético para su reproducción y restablecimiento en un área similar a la afectada.

### **VI.2.3 Objetivos específicos**

- Rescatar ejemplares y/o material genético de especies vegetales de interés biológico, ecológico y en estatus de conservación que se encuentran en el predio sujeto a cambio de uso de suelo.
- Mantener y/o propagar en vivero los ejemplares vegetales rescatados, para su posterior reubicación en el área de compensación ambiental.
- Reubicar especies vegetales rescatadas en el área de compensación ambiental, bajo un manejo silvícola, asegurando su adaptación y sobrevivencia.

### **VI.2.4 Metas**

- Rescatar y propagar un mínimo de 13,657 individuos de las especies *Bursera bipinnata*, *Bursera excelsa*, *Bursera fagaroides*, *Bursera galeottiana*, *Bursera glabrifolia*, *Bursera schlechtendalii*, *Jatropha neopauciflora*, *Nolina parviflora*, *Pachocereus pecten-aboriginum*, *Quercus glaucoides*, *Quercus magnoliifolia* y *Wimmeria pubescens*, para ser reintroducidas en el área de compensación.
- Realizar la reubicación de los ejemplares rescatados en una superficie de 20.65 hectáreas.
- Realizar 13,657 terrazas individuales en las áreas de reubicación para la captación de suelos y agua
- Realizar 12,390 metros líneas de zanjas trincheras para la captación de suelo y agua
- Realizar 6,195 metros líneas de barreras de material vegetal acomodado con el producto vegetal del cambio de uso de suelo.

### VI.2.5 Metodología para el rescate de especies

El rescate y la reubicación de las especies vegetales propuestas se llevará a cabo de forma previa al inicio de las actividades de desmonte y despalme, una vez delimitada el área sujeta a cambio de uso del suelo. La metodología para realizar esta labor dependerá de la forma de crecimiento, hábito, características biológicas y tamaño de los individuos rescatados. Uno de los puntos más importantes para el diseño, aplicación e implementación del rescate, es la selección de las técnicas de extracción para el rescate y la reubicación de las especies, esto con la finalidad de que la sobrevivencia sea mayor al 75% o la indicada por la autoridad ambiental.

#### a) Árboles

Las especies arbóreas que se rescatarán y reubicarán son *Bursera bipinnata*, *Bursera excelsa*, *Bursera fagaroides*, *Bursera galeottiana*, *Bursera glabrifolia*, *Bursera schlechtendalii*, *Nolina parviflora*, *Pachocereus pecten-aboriginum*, *Quercus glaucooides*, *Quercus magnoliifolia* y *Wimmeria pubescens*. Para el caso de las *Burseras*, éstas son de fácil reproducción y propagación mediante esquejes y semillas; sin embargo, en el predio sujeta a cambio de uso del suelo, puede observarse la presencia de individuos juveniles de porte bajo, menores a 1 m de alto, lo que hace factible el rescate de individuos completos, mantenimiento en vivero y posterior reintroducción.



Figura VI. 1. Aspecto de un individuo de *Bursera fagaroides* en el predio de cambio de uso del suelo.

También estas especies de *Bursera* spp., son muy fáciles de propagar mediante esquejes y semillas, aunque ésta última opción es más lenta, asegura la diversificación genética de las poblaciones. Sin embargo, para este grupo arbóreo, es ideal el rescate de los individuos de porte bajo y hacer esquejes de aquellos cuya altura sea mayor a 1m.

Para el caso de *Nolina parviflora* (Foto 2) y *Pachicereus pecten-aboriginum*, ambas especies de porte arbóreo, la mejor estrategia de rescate es por esquejes y extracción de individuos juveniles completos, cuya altura no rebase 1m. En ambos casos, es necesario aplicar fungicidas y enraizadores para estimular su crecimiento.



Figura VI. 2. *Nolina parviflora* presente en el predio de cambio de uso del suelo.

Respecto a las especies *Quercus glaucooides*, *Quercus magnoliifolia* y *Wimmeria pubescens*, no existe suficiente información sobre la reproducción por esquejes y la extracción de individuos completos no es factible debido al tamaño de los individuos y sus raíces; sin embargo, en el predio sujeto a cambio de uso del suelo se observó una alta tasa de regeneración de estas especies, por lo que la mejor estrategia es rescatar los individuos juveniles y mantenerlos en vivero hasta su reubicación.

#### **b) Arbustos y suculentas**

Entre las especies de porte arbustivo y suculento, se encuentran las *Bursera* spp., *Jatropha neopauciflora* y probablemente algunas Cactáceas y Agaváceas. Las especies de Agave registradas en el predio sujeto a cambio de uso del suelo son *Agave angustifolia*, *Agave marmorata* y *Agave potatorum*. Es necesario

recaltar que durante los muestreos de vegetación en el predio sujeto a cambio de uso del suelo no se registraron individuos de Cactáceas, sin embargo, es probable que existan algunos, dado que en la microcuenca se pudieron observar algunos individuos. Las especies de la familia Cactaceae de probable ocurrencia son: *Coryphanta* sp., *Ferocactus* sp., y *Mammillaria* spp. Para estas especies arbustivas y suculentas es factible la extracción de los individuos completos, cuidando de no maltratar las raíces y extrayendo el cepellón de tierra compacto. Una vez extraído el individuo, se realizará el trasplante a bolsas de plástico para su transporte al área de observación y mantenimiento en vivero hasta su posterior reubicación.



Figura VI. 3. *Agave potatorum*, sujetos de rescate en el predio de cambio de uso del suelo.



Figura VI. 4. Individuos de *Mammillaria* sp. sujetos de rescate y reubicación en el predio de cambio de uso del suelo.

### c) Epífitas

Otro grupo de especies que es factible encontrar en el predio son las epífitas, principalmente de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae. Es importante mencionar que durante el estudio ecológico de la

vegetación no se encontraron especies epífitas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae en los sitios de muestreo; sin embargo, es factible que por tipo de vegetación existente en el Polígono 1 sujeto a cambio de uso del suelo puedan encontrarse algunos individuos de hábito epífita. Para estas especies, lo recomendable es rescatar el individuo completo con un fragmento del forofito u hospedero, dado que los árboles serán eliminados completamente, no hay impacto al cortar las ramas que tengas epífitas. Esto dará mayor éxito de sobrevivencia de las plantas rescatadas y su posterior reubicación.

En el predio sujeto a cambio de uso del suelo no se registró la presencia de orquídeas; sin embargo, en la microcuenca se registraron dos individuos de una orquídea, *Habenaria macroceratitis*, que es una especie de hábitos terrestres, que en época de estiaje pierde sus hojas, por o que solo es visible durante la época de lluvias.



Figura VI. 5. Especies epífitas de probable ocurrencia en el predio de cambio de uso del suelo. Este individuo fue observado en los recorridos en la microcuenca.

En los siguientes cuadros se presentan las densidades por especie encontradas en los sitios de muestreo, calculadas a una hectárea y a la superficie total de cambio de uso del suelo. Esta lista contempla solo las especies propuestas para ser rescatadas y reubicadas.

Cuadro VI.2. Especies arbóreas a rescatar en el predio 1.

| ÁREA DEL PROYECTO                    |                     |                |                     |                        |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| NOMBRE CIENTÍFICO                    | No.Ind/<br>0.52 has | No. Ind/<br>ha | No. Ind./<br>20 Has | No. Ind.<br>a rescatar |
| <i>Bursera bipinnata</i>             | 1                   | 2              | 38                  | 76                     |
| <i>Bursera excelsa</i>               | 1                   | 2              | 38                  | 76                     |
| <i>Bursera fagaroides</i>            | 4                   | 8              | 154                 | 308                    |
| <i>Bursera galeottiana</i>           | 2                   | 4              | 77                  | 154                    |
| <i>Bursera glabrifolia</i>           | 2                   | 4              | 77                  | 154                    |
| <i>Bursera schlechtendalii</i>       | 1                   | 2              | 38                  | 76                     |
| <i>Nolina parviflora</i>             | 5                   | 10             | 192                 | 96                     |
| <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 1                   | 2              | 38                  | 76                     |
| <i>Quercus glaucooides</i>           | 127                 | 244            | 4885                | 977                    |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 145                 | 279            | 5577                | 1116                   |
| <i>Wimmeria pubescens</i>            | 5                   | 10             | 192                 | 39                     |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>294</b>          | <b>565</b>     | <b>11308</b>        | <b>3148</b>            |

Cuadro VI.3. Especies arbustivas y suculentas a rescatar en el predio 1.

| AREA DEL PROYECTO              |                     |                |                     |                        |
|--------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| NOMBRE CIENTÍFICO              | No.Ind/<br>0.065 ha | No. Ind/<br>ha | No. Ind./<br>20 Has | No. Ind.<br>a rescatar |
| <i>Agave marmorata</i>         | 1                   | 15             | 308                 | 62                     |
| <i>Agave potatorum</i>         | 11                  | 169            | 3385                | 677                    |
| <i>Bursera fagaroides</i>      | 2                   | 31             | 615                 | 1230                   |
| <i>Bursera galeottiana</i>     | 1                   | 15             | 308                 | 616                    |
| <i>Bursera schlechtendalii</i> | 1                   | 15             | 308                 | 616                    |
| <i>Nolina parviflora</i>       | 5                   | 77             | 1538                | 769                    |
| <i>Opuntia streptacantha</i>   | 1                   | 15             | 308                 | 616                    |
| <i>Quercus glaucooides</i>     | 6                   | 92             | 1846                | 369                    |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>   | 21                  | 323            | 6462                | 1292                   |
| <i>Wimmeria pubescens</i>      | 15                  | 231            | 4615                | 923                    |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>71</b>           | <b>1092</b>    | <b>21846</b>        | <b>7170.2</b>          |

Cuadro VI.4 Especies arbóreas a rescatar en el predio 2.

| ÁREA DEL PROYECTO              |                   |                 |                    |                        |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| NOMBRE CIENTÍFICO              | No.Ind/<br>0.1 Ha | No.Ind/<br>1 Ha | No.Ind/<br>2.31 Ha | No. Ind.<br>a rescatar |
| <i>Bursera excelsa</i>         | 3                 | 30              | 600                | 1,200                  |
| <i>Bursera schlechtendalii</i> | 4                 | 40              | 800                | 1,600                  |
| <i>Wimmeria pubescens</i>      | 7                 | 70              | 1400               | 280                    |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>14</b>         | <b>140</b>      | <b>2800</b>        | <b>3,080</b>           |

Cuadro VI.5 Especies arbustivas y suculentas a rescatar en el predio 2.

| ÁREA DEL PROYECTO             |                      |                 |                    |                        |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| NOMBRE CIENTÍFICO             | No.Ind/<br>0.0125 Ha | No.Ind/<br>1 Ha | No.Ind/<br>2.31 Ha | No. Ind.<br>a rescatar |
| <i>Jatropha neopauciflora</i> | 1                    | 80              | 185                | 37                     |
| <i>Wimmeria pubescens</i>     | 6                    | 480             | 1109               | 222                    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>7</b>             | <b>560</b>      | <b>1294</b>        | <b>259</b>             |

Cuadro VI.6 Totales de árboles y arbustos a rescatar.

| ESTRATO        | PREDIO 1      | PREDIO 2     | TOTALES       |
|----------------|---------------|--------------|---------------|
| ARBOLES        | 3,148         | 3,080        | 6,228         |
| ARBUSTOS       | 7,170         | 259          | 7,429         |
| <b>TOTALES</b> | <b>10,318</b> | <b>3,339</b> | <b>13,657</b> |

Los criterios para indicar la cantidad de organismos a rescatar en relación a la cantidad e individuos presentes en las áreas de estudio son:

- Burseras y cactáceas: Por la facilidad que tiene estas especies para su propagación por medio de estacas o brazuelos, se determinó rescatar el doble de los individuos presente en el área de cambio de uso de suelo.
- Para el caso de Nolina: Debido a que esta planta se debe se rescata con raíces, se determinó rescatar el 50% de los organismos presentes en el área de cambio de uso de suelo.
- Agaves, Quercus y árboles en general: Debido a que esta planta se debe se rescata con raíces, se determinó rescatar el 20% de los organismos presentes en el área de cambio de uso de suelo.

Es importante aclarar que en ambos predios sujetos a cambio de uso del suelo (PREDIO 1 Y PREDIO 2) se encontraron especies con hábitos de crecimiento tanto arbóreo como arbustivo; por ello, las densidades de estas especies se calcularon por separado, dado que la superficie de muestreo de los sitios para árboles fue distinta del de los arbustos y suculentas. También es de notarse que en el Predio 2 no se encontraron individuos de Agavaceae y Cactaceae, tampoco de epífitas como Bromeliaceae y Orchidaceae.

**d) Rescate de individuos completos:**

Para los arbóreos, arbustos y suculentas cuya extracción será de individuos completos, es importante dimensionar el tamaño de las copas o parte aérea, y de ser necesario se harán podas y atado de ramas sin comprometer la estructura y el bienestar de los individuos. El atado debe realizarse en espiral iniciando desde la base en dirección vertical hasta llegar hasta la punta.

Es recomendable que previo a la extracción de los individuos, se marque cada uno de ellos en su cara norte, para que esa misma orientación se use cuando se reintroduzcan las plantas en los sitios definitivos. Los individuos completos se extraerán con cepellón, cuyo diámetro debe ser de 9 a 10 veces mayor al diámetro del tronco del individuo. La profundidad del cepellón dependerá de la longitud de las raíces, pero será de aproximadamente el 70% de la longitud de la parte aérea del individuo rescatado. Es deseable que el suelo esté húmedo para facilitar las labores de excavación, en la medida de lo posible.

Primero se realizará un pre banqueo que consiste en cortar las raíces laterales, sin corte basal, por lo que se deberá usar una pala plana bien afilada que evite el desgarre de las raíces. Los lados del cepellón deben de ir en declive, de tal manera que la parte superior será mayor que la base, de esta manera el cepellón quedará verticalmente en un pedestal del mismo suelo y se debe tener cuidado en mantener el volumen adecuado del cepellón para no dañar más las raíces con potencial de crecimiento (Arellano, 2006).

La conformación del cepellón debe considerar el conservar la mayor cantidad posible de suelo adherido al sistema radical del organismo a extraer, con lo que se evitará lesionarlas, además de que se mantienen los hongos y las bacterias benéficos que contribuyen a la fertilidad del nuevo suelo. Una vez conformado el cepellón se realiza un banqueo, el cual consiste en cortar las raíces basales, posteriormente se colocará por debajo del cepellón una bolsa de polietileno biodegradable, tela de yute o ixtle, proporcional al tamaño del cepellón; es importante que la bolsa o telas utilizadas cubran todo el cepellón para protegerlo de daños y desecación de las raíces.

Para evitar la desecación de los organismos rescatados, especialmente de las raíces y el cepellón, es deseable que, durante el transporte de las plantas al vivero, sean cubiertas con una lona, procurando no dañar las ramas de los individuos. Éstos deben colocarse de manera vertical o semi-vertical en el vehículo de traslado, procurando realizarlos durante las horas de menor insolación.

#### **e) Propagación por esquejes**

Como se mencionó anteriormente, para un grupo de plantas susceptibles de ser rescatadas la mejor técnica de rescate es mediante esquejes, particularmente las especies de *Bursera* spp y *Jatropha neopauciflora*. Estas plantas han desarrollado mecanismos asexuales donde las células somáticas tienen la capacidad de producir otros individuos idénticos a la planta madre, conocidos como clones.

Existe una época del año ideal para la generación de las estacas y ésta es durante la época en que las plantas pierden sus hojas (de noviembre a abril) ya que entran a un estado de hibernación, acumulando los nutrientes en el tallo y ramas; otro de los factores importantes a tomar en cuenta es el grado de lignificación de la estaca, ya que dependiendo de la cantidad de resina que genere el individuo, se formará el callo que va a dar origen a las raíces adventicias; por lo anterior, se sugiere coleccionar tallos poco lignificados para que la cantidad de resina sea menor y permita la formación del callo.

Para propagar asexualmente las estacas, se recomienda que tengan tres yemas vegetativas y una apical para el caso de individuos poco lignificados; para el caso de individuos con alto grado de lignificación, se seleccionarán ramas del año anterior y no tendrán yema apical, que sean de un árbol sano y que las yemas estén en reposo, es decir, que no haya brotes vegetativos.

Uno de los aspectos primordiales para lograr el enraizamiento de las estacas es el tipo de sustrato para el enraizamiento, que en este caso se sugiere que se utilice Peat Moss, el cual está formado por los restos descompuestos de un musgo llamado *Sphagnum moss*, y que por sus propiedades retiene de buena manera la humedad, lo que permite que el enraizador (fitohormonas) realice su trabajo. Las fitohormonas son compuestos bioquímicos y algunos ya son sintetizados por el hombre, los cuales cumplen múltiples funciones dentro de la planta, por ejemplo para inducir raíces en esquejes o en estacas como es el caso de Burseraceae; el ingrediente más utilizado es AIB cuyo nombre es ácido indol-3-butírico y es el fitoregulador más efectivo para el enraizamiento de especies leñosas, porque tiene la ventaja de no ser tóxico en un amplio rango de concentraciones, no se degrada fácilmente por efecto de la luz o microorganismos y al ser soluble en agua, permanece por más tiempo en el sitio de aplicación y así puede ejercer una mayor respuesta. La concentración más utilizada es 10,000 ppm o 10,000 mg kg<sup>-1</sup>.

Se recomienda que las estacas tengan una longitud de 50 cms aproximadamente y una vez trasladadas al vivero, se procederá al enraizamiento en el vivero haciendo un corte de 45° en la base de la estaca, para posteriormente sumergir la estaca en el enraizador; posteriormente se plantará la estaca en el sustrato de enraizamiento. Se estima que a los 60 días de la plantación aproximadamente empieza a haber brotes de raíces.

#### **f) Rescate de epífitas**

Como se ha mencionado, es probable que se encuentren algunas especies epífitas durante el desmonte de la vegetación, particularmente de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae. Debido al hábito de

crecimiento de las epífitas, éstas crecen sobre las ramas de los árboles; se sugiere cortar las ramas de los árboles que posean epífitas, en troncos de 30 a 50 cms de longitud, tratando de no dañar las raíces de las epífitas. Así, los individuos se trasladan con un segmento del forofito al vivero para su mantenimiento hasta su reubicación. En caso que la planta epífita se desprenda del tronco, se volverán a amarrar a un nuevo tronco con mecate de henequén o algún hilo degradable, tratando de evitar dañar las raíces de las plantas.

#### **VI.2.6 Marcaje de ejemplares rescatados**

Se deberán marcar y etiquetar todos y cada uno de los ejemplares rescatados de forma visible. Se coloca una marca de pintura apuntando al norte, a fin de conocer la orientación original de las plantas. Esto es muy importante ya que, por su posición, los diferentes lados de las plantas se exponen de manera distinta a los rayos del sol, si esta posición no se mantiene, se puede exhibir al sol directo partes de la planta que estaba acostumbrados a recibir poca luz lo que puede llegar a causar quemaduras solares e incluso la muerte de la planta, ya sea directamente o como consecuencia de infecciones por ataque de hongos o bacterias en las zonas quemadas.

De forma paralela, éstos se deben registrar en una bitácora para su correcto manejo. También se deberá verificar que todas las plantas referidas en el listado de rescate se encuentren en condiciones que permitan su nueva ubicación espacial. El etiquetado de las plantas rescatadas permitirá dar seguimiento a la sobrevivencia en los sitios de reubicación. A reserva de lo que indique la autoridad ambiental, el etiquetado de los individuos puede ser con número consecutivo por especie y llevar la letra inicial del género, la primera letra del epíteto específico y un número consecutivo, por ejemplo: *Bursera bipinnata*: Bb-01, *Bursera schlechtendalii*: Bs-01.

#### **VI.2.7 Establecimiento de Vivero Temporal.**

Para el acopio de los organismos rescatados, la producción de planta nueva y mantenimiento de los organismos rescatados, se propone el establecimiento de un vivero temporal en un sitio adecuado para tal actividad, en donde se instalará malla sombra para la protección de la flora, asegurando el riego y mantenimiento hasta su adaptación.

El vivero estará ubicado lo más cerca de los sitios de rescate y reubicación de las plantas; esto disminuirá los costos de traslado de las plantas, además que debe contar con la infraestructura adecuada como fuentes de agua y acceso adecuado. Aun cuando el vivero será temporal, es deseable que se haga el cercado del mismo, para proteger las plantas. El sitio deberá ser lo más plano posible y protegido del viento, para evitar daños en la infraestructura y en las plantas.

El sustrato que se recomienda es usar es una mezcla de materia orgánica y con suelo arcilloso para asegurar el buen drenaje del mismo y evitar la pudrición.

### **VI.2.8 Personal y equipo utilizado**

**Responsable técnico de la ejecución:** será la persona encargada de coordinar y vigilar la correcta ejecución del presente programa, deberá contar con la experiencia y conocimientos necesarios en botánica, particularmente en el rescate de plantas y funcionamiento de viveros. El perfil idóneo es un biólogo, ingeniero forestal o similar.

**Supervisores en campo:** se requerirán cierto número de técnicos dependiendo de las brigadas de rescate que se formen. Los supervisores deberán poseer conocimientos sobre botánica, principalmente sobre manejo y mantenimiento de especies vegetales; deberán ser capaces de identificar y manipular a los individuos de manera adecuada. El perfil laboral de este puesto requiere a profesionales del campo de la biología, agronomía, forestal o carreras afines. Deberán también tener un alto sentido de responsabilidad dado que será quien interactuará con el equipo técnico operativo, por lo que es muy importante que cuenten con habilidades para trabajar en equipo, transmitir y ejecutar órdenes, y para elaborar o transmitir informes de resultados.

Cada brigada llevará una bitácora en la cual el técnico anotará las actividades diarias, las especies y el número de individuos rescatados y plantados en cada sitio.

**Equipo técnico operativo:** estos puestos serán cubiertos preferentemente por personas de las comunidades cercanas dado que son quienes conocen el terreno y las condiciones climáticas de la zona, deberán ser capacitados en las técnicas a ejecutar para el rescate y reubicación de las especies seleccionadas, para evitar la pérdida de ejemplares por mal manejo.

#### **Equipo:**

- Herramienta manual como son tijeras para podar manuales y aéreas.
- Bolsas de papel.
- Costales y bolsas de plástico para viveros.
- Lote de herramientas manuales para trabajo en vivero y en la extracción de árboles y arbustos.
- Mochilas fumigadoras.
- Vehículo utilitario.
- Cámara fotográfica.
- Libretas de campo (bitácoras)
- Etiquetas y cinta de precaución

### **VI.2.9 Reubicación de los ejemplares rescatados**

Una vez concluidas las labores de rescate y mantenimiento en vivero y que se asegure el buen estado de los ejemplares rescatados se procederá a la reubicación en los sitios destinados para la reforestación y conservación.

Se propone dos áreas para realizar las actividades de reubicación dentro del Rancho el Jabali; estas áreas son contiguas a los polígonos de cambio de uso del suelo. La cercanía entre los sitios de rescata y los sitios de reubicación aseguran que las condiciones climáticas, de suelos y tipos de vegetación sean similares, lo que coadyuvará al éxito de la reintroducción de las plantas rescatadas.

**Área 1:**

Esta área es de 2.15 hectáreas y es el área de conservación y amortiguamiento ubicado en el Polígono 1 y que colinda con el límite municipal de San Dionisio Ocotepéc. En esta área se presenta vegetación de Pino encino, con presencia de arbustos, cactus, agaves y suculentas características de la zona.

Cuadro VI.7 Coordenadas del área de conservación y amortiguamiento.

| AREA DE CONSERVACION Y AMORTIGUAMIENTO |                |              |
|--|----------------|--------------|
| DATUN                                  | WGS84          |              |
| ZONA                                   | 14 P           |              |
| PUNTO                                  | COORDENADAS    |              |
|  | Y              | X            |
| 1                                      | 1,853,530.9980 | 786,643.6575 |
| 2                                      | 1,853,482.5770 | 786,810.5400 |
| 3                                      | 1,853,384.5020 | 786,989.8310 |
| 4                                      | 1,853,363.5865 | 786,982.4970 |
| 5                                      | 1,853,388.7000 | 786,925.4600 |
| 6                                      | 1,853,381.9200 | 786,915.6700 |
| 7                                      | 1,853,377.8900 | 786,900.9900 |
| 8                                      | 1,853,375.9600 | 786,874.9800 |
| 9                                      | 1,853,367.7500 | 786,854.2800 |
| 10                                     | 1,853,377.4900 | 786,841.9400 |
| 11                                     | 1,853,392.0400 | 786,838.7600 |
| 12                                     | 1,853,400.2400 | 786,829.5400 |
| 13                                     | 1,853,402.6900 | 786,814.9500 |
| 14                                     | 1,853,399.6200 | 786,803.0300 |
| 15                                     | 1,853,383.5400 | 786,785.4200 |
| 16                                     | 1,853,399.3600 | 786,760.2800 |
| 17                                     | 1,853,393.7100 | 786,746.7800 |
| 18                                     | 1,853,399.0700 | 786,736.7100 |
| 19                                     | 1,853,424.0100 | 786,726.0300 |
| 20                                     | 1,853,436.5900 | 786,701.8000 |
| 21                                     | 1,853,454.5500 | 786,686.3700 |
| 22                                     | 1,853,498.6000 | 786,710.4800 |
| 23                                     | 1,853,514.4800 | 786,630.5800 |
| 24                                     | 1,853,516.1682 | 786,626.2405 |
| 25                                     | 1,853,518.6850 | 786,628.4910 |
| 1                                      | 1,853,530.9980 | 786,643.6575 |
| AREA                                   | 21,521.482 M2  |              |

**Área 2:**

Esta área es de 18.5 hectáreas, se ubica en dirección Sur – Sureste del Polígono 1 del proyecto, presenta vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino y Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, por lo que se pueden reintroducir las especies de flora rescatados en ambos Polígonos de Cambio de Uso de Suelo.

Cuadro VI.8: Coordenadas del área de conservación y amortiguamiento.

| DATUN | WGS84          |              |
|-------|----------------|--------------|
| ZONA  | 14 P           |              |
| PUNTO | COORDENADAS    |              |
|       | Y              | X            |
| 1     | 1,853,058.0000 | 786,558.0000 |
| 2     | 1,852,847.0000 | 786,909.0000 |
| 3     | 1,852,466.0000 | 786,680.0000 |
| 4     | 1,852,776.0000 | 786,318.0000 |
| 1     | 1,853,058.0000 | 786,558.0000 |
| AREA  | 180,000.00 M2  |              |

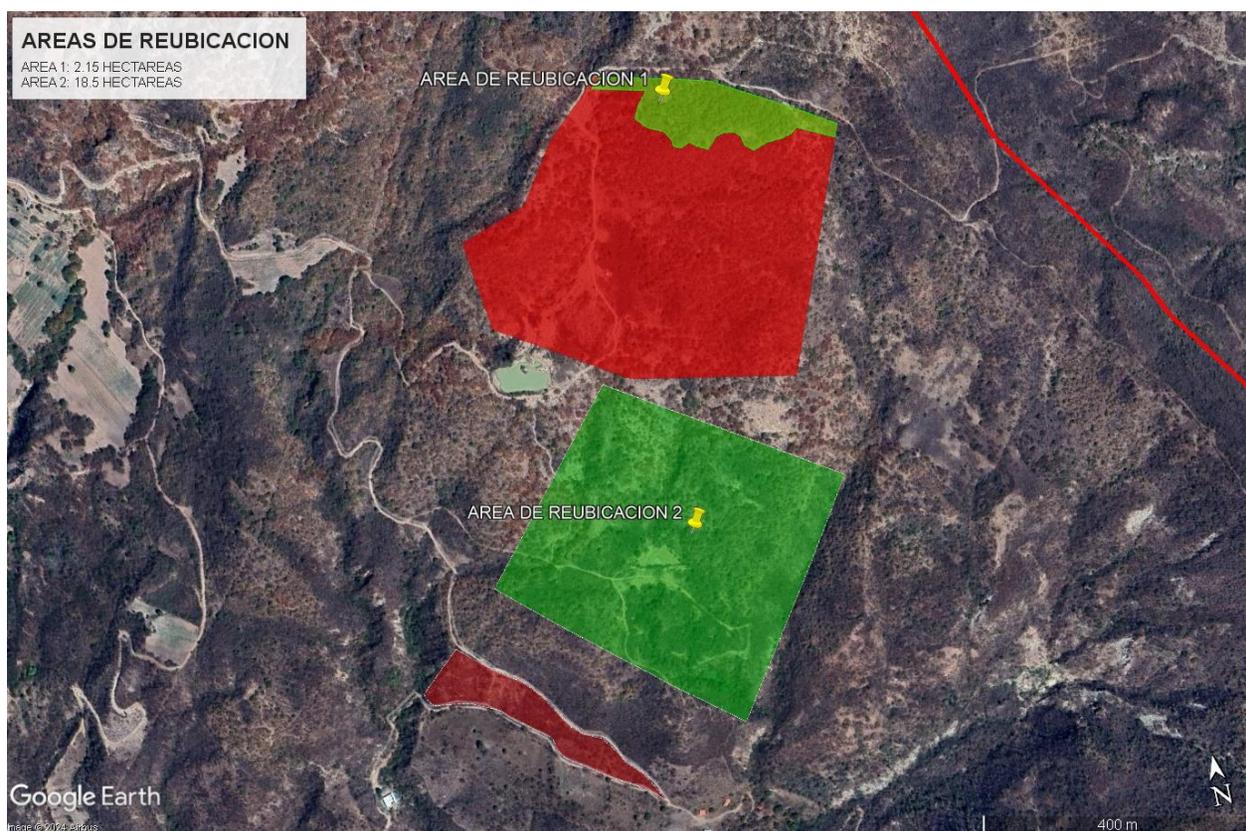


Figura VI. 6: Imagen de satélite con la ubicación de los sitios a Reubicación de especies de Flora.

#### **VI.2.10 Reintroducción de ejemplares en las áreas seleccionados.**

- **Deshierbe:** Como preparación al sitio de restauración, se realizará la limpieza y el deshierbes del mismo siempre y cuando se requiera, esta actividad se realizará con herramientas manuales y/o mecánicas manuales, dejando el material producto del deshierbe en el predio para que sirva como acolchado y protección del suelo.

- **Ubicación y Apertura de cepas:** Se realizará el marcaje de las cepas en el predio y con herramientas manuales se realizará la apertura de cepas para la plantación, cada cepa tendrá unas medidas necesarias para la siembra de cada ejemplar, para árboles o arbustos, se recomienda una cepa amplia donde entre todo el cepellón con el cual fue rescatado, para agaves, suculentas y cactáceas las cepas pueden ser de 20x20x20 cm, el material producto de la excavación será colocado a un costado de la cepa para ser usado en la plantación.

- **Plantación:** El técnico encargado de las actividades de reforestación, realizara la distribución espacial de las plantas, en base a la distribución que exista en el tipo de vegetación colindante, buscando áreas libres y adecuadas para el establecimiento de cada especie. Se realizará la carga y acarreo de la planta del vivero forestal a la zona de plantación.

- **Fertilización:** Al momento de realizar la plantación de los árboles, será aplicado abono orgánico a la misma, ya sea estiércol seco de ganado, composta y/o hojarasca o tierra de cerro lo cual favorecerá al adecuado desarrollo de la planta.

- **Terrazas individuales:** Con la utilización de herramientas manuales, se realizará la apertura de terrazas individuales con un diámetro máximo de 1.00 metros y una profundidad máxima de 0.10 m, (dependiendo de las condiciones del terreno, pendiente y pedregosidad), dicha obra servirá para que se capte agua para beneficio de la planta.

Su construcción se hace en curvas a nivel y se recomienda usar una estaca y una cuerda de 0,5 metros de largo para su trazado, dibujando un círculo de 1 metro de diámetro para excavar en la parte superior del círculo y conformando un bordo con el suelo excavado aguas abajo, perpendicular a la pendiente, esto permitirá almacenar agua de lluvia y retener humedad, los taludes de dichas terrazas pueden ser estabilizados con piedra y/o pastos, las dimensiones son variables dependiendo la pendiente y la profundidad de suelos de los terrenos.

Estas terrazas se construirán una por cada árbol o ejemplar reubicado, por lo que como mínimo se establecerán 13,657 terrazas individuales

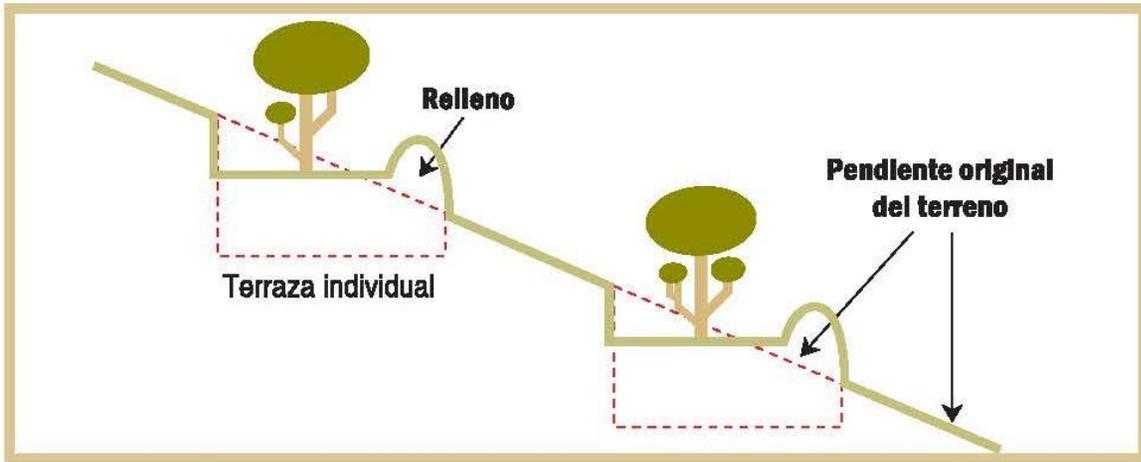


Figura VI. 7: Secciones transversales de terrazas individuales.

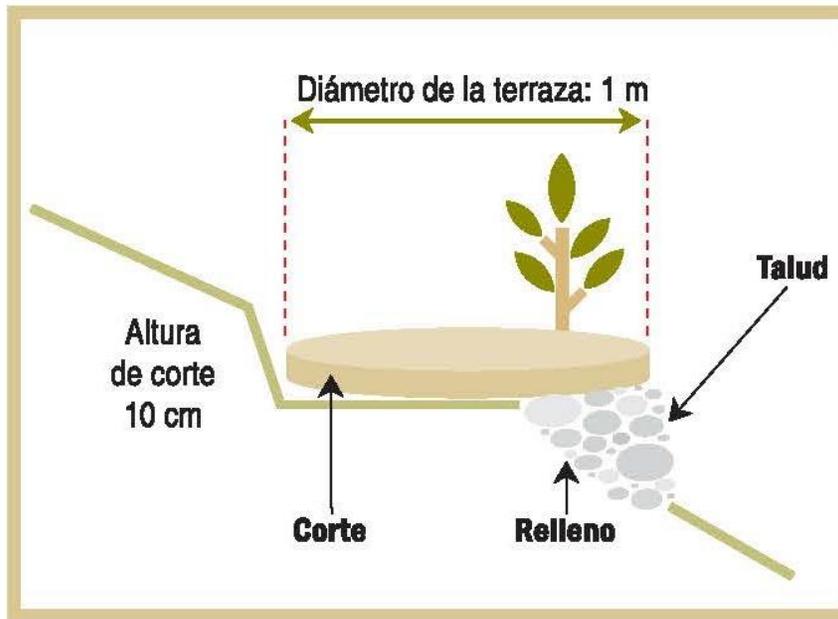


Figura VI. 8: Diseño de las terrazas individuales.



Figura VI. 9: Diseño de las terrazas individuales.



Figura VI. 10: Diseño de las terrazas individuales.

- **Zanjas Trincheras:** Son excavaciones en curvas a nivel de 0.40 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad y 2 metros de longitud, en promedio, trazadas a “tres bolillo” y separadas con tabique divisor de 2 metros de largo, estas obras sirven para reducir la erosión hídrica, interceptar los escurrimientos superficiales, incrementar la infiltración de agua de lluvias y son auxiliares a la sobrevivencia de especies vegetales. Por lo que se deberán de construir un total de 600 ml de estas obras, que equivalen a 300 zanjas de 2 metros de largo, por lo que en las 20.65 hectáreas de las áreas de reubicación, se instalaran un total de 6,195 zanjas (12,390 metros lineales).

Dentro de sus principales beneficios son: Retienen azolves, favorecen una mayor infiltración de agua, retienen y conservan humedad en áreas localizadas. El diseño de esta obra, se debe considerar al recurso agua como el elemento más importante de administrar, ya que es posible controlar el volumen y la velocidad de escurrimientos superficies mediante el uso de estas obras. Estas zanjas benefician directamente al suelo al evitar erosión y promover mayor supervivencia del área de escurrimiento, esto es, la superficie de aguas arriba de la zanja por donde escurre el agua precipitada que llega directamente a la zanja.

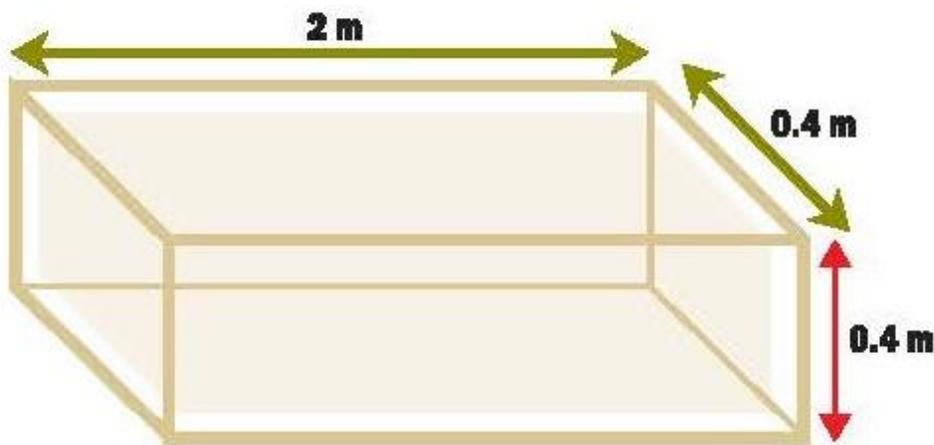


Figura VI. 11: Diseño y medidas de las Zanjas Trincheras.



Figura VI. 12: Diseño en campo de las Zanjas Trincheras.



Figura VI. 13: Diseño en campo de las Zanjas Trincheras.

- **Barreras de material vegetal acomodado:** Consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del cambio de uso de suelo. El acomodo de estos materiales proporciona protección al suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Estas barreras de material vegetal se instalan siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocan barreras de material muerto perpendicularmente a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad, los cordones deben de tener una longitud máxima de 50 metros, seccionando una distancia de 3 a 4 metros, para iniciar con la siguiente barrera, el ancho y alto de la barrera se recomienda de 40 cm

Con el material producto del derribo de vegetación, se propone establecer 300 metros lineales de estas barreras, por lo que en el área de reubicación se estarían estableciendo 6,195 metros líneas de este tipo de barreras, utilizando herramientas manuales



Figura VI. 14: Diseño en barreras de material vegetal en campo.



Figura VI. 15: Diseño en barreras de material vegetal en campo.

#### **VI.2.11 . Diseño de plantación:**

Al tratarse de la reubicación de especies rescatadas de la zona de cambio de uso de suelo, no se establecerá una densidad de organismos a plantar por hectárea, por lo que, en las dos áreas destinadas para la reubicación, se buscarán lugares adecuados para cada organismo.

#### **VI.2.12 . MONITOREO DE EJEMPLARES REINTRODUCIDOS.**

##### **Indicadores ambientales**

El éxito del presente programa se medirá mediante el cumplimiento de las siguientes circunstancias: durante el primer trimestre los organismos plantados serán monitoreados dos veces al mes y se evaluará su estado fitosanitario, que es la variable cualitativa a utilizar como indicador ambiental y se registrará en una bitácora, debiendo destacar cuando se encuentren plagas o enfermedades y el vigor con el que cuentan los individuos evaluados.

##### **Medidas correctivas**

Si en algún momento se registra un descenso en la supervivencia por debajo del 70%, se tomarán las medidas correctivas necesarias de inmediato:

1. En caso de plagas o enfermedades, ejecutar una agenda urgente de tratamiento en los organismos afectados a través de un profesionalista en fitosaneamiento. En caso de que sea toda una zona la afectada, se evaluará la posibilidad de retirar y disponer todos los organismos enfermos que constituyan un foco de infección, siendo este el último recurso.
2. En caso de ataque reiterado por parte de la fauna, se realizarán acciones de protección, recubrimiento e incluso aislamiento de los organismos, mediante piedras, ramas u otras técnicas rústicas y sencillas que ofrezcan una barrera accesible, temporal y versátil.
3. En caso de pérdida de vigorosidad por razones de plantación incorrecta o factores climáticos adversos, se podrán trasplantar los organismos a otra zona menos vulnerable o bien, en casos urgentes, se podrán resguardar los organismos afectados en el vivero hasta que alcancen un estado fitosanitario suficiente para su adecuada plantación.
4. En caso de retiro por parte de personas ajenas al proyecto, se realizará la denuncia ante las autoridades competentes, al mismo tiempo que se colocarán letreros preventivos y, de ser posible, vigilancia temporal.
5. Si las acciones mencionadas no son suficientes para detener la mortandad, se procederá a sustituir los organismos que no sobrevivan por aquellos producidos en vivero en igual proporción.

Una vez estabilizada y mantenida la supervivencia en un mínimo de 70%, la periodicidad de los monitoreos será más espaciada, siendo mensual durante el primer año y bimestral en años subsecuentes. Para maximizar las probabilidades de supervivencia de los organismos trasplantados, es de capital importancia llevar a cabo con la periodicidad requerida, las tareas de mantenimiento antes mencionadas, de modo que se provea de las mejores condiciones posibles a los organismos.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades a seguir conforme a la realización de cada una de las etapas del presente programa.

#### **8. Cronograma de actividades.**

Las actividades de cambio de uso de suelo se tiene programa a ejecutar en un lapso de 24 meses, el cual será de forma gradual a demanda de la liberación de áreas para el establecimiento del proyecto.

El programa de rescate de flora se realizará en un plazo de 12 meses, con la finalidad de liberar el 100% de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo para que se ejecute el derribo de vegetación en los tiempos programados.

A la par de las actividades de rescate de flora en campo, se estará instalando en la zona del predio el vivero temporal para realizar las actividades de mantenimiento de los organismos rescatados y propagación de los mismos por medio de estacas, este vivero se calcula operará por un lapso máximo de 22 meses.

La reintroducción de los organismos se realizará en el temporal de lluvias, proyectando trabajar 5 meses en el primer año y 5 meses en el segundo año, con la finalidad de asegurar el suministro de agua a las plantas

El monitoreo de los organismos rescatados se realizará después del periodo de reubicación.

Cuadro VI.9 Cronograma de actividades del programa de rescate y reubicación de flora.

| Actividades   | Año |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1. PREPARACION DEL SITIO  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Desmante  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Deshierbe   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Despalme  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Actividades provisionales                                       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Rescate de flora silvestre                                      |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Mantenimiento de los organismos rescatados en vivero            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Propagacion de ejemplares en vivero                             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Reintroduccion de ejemplares rescatados y propagados en vivero. |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Monitoreo de ejemplares reintroducido                           |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Elaboracion del informe final                                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### **VI.3 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.**

#### **VI.3.1 Introducción**

A partir de la revisión bibliográfica y de los posteriores recorridos en el predio del proyecto se identificaron ejemplares de fauna silvestre de posible ocurrencia en el área, la mayoría de dichas especies presentan hábitos generalistas, sin embargo fueron registradas algunas especies endémicas y bajo alguna categoría de protección según la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que no se descarta la presencia de fauna silvestre en el predio durante las actividades de cambio de uso de suelo.

El presente programa de rescate fue desarrollado para minimizar el posible impacto hacia la fauna silvestre, para la protección y conservación de especies distribuidas en el área del Proyecto, sobre todo aquellas clasificadas como endémicas, o bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas que son ecológicamente importantes o presentan algún valor cultural en la región, se plantea ejecutar una serie de actividades entre las que se encuentran:

- Colecta y registro de ejemplares de baja movilidad
- Reubicación de ejemplares colectados
- Actividades de ahuyentamiento de fauna mediante ruido fuerte
- Monitoreo del éxito del programa de rescate y ubicación
- Ubicación y marcaje de nidos y madrigueras

Previo al inicio de la obra y durante la etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo) se llevarán a cabo diversas actividades de ahuyentamiento de fauna silvestre, para lo cual un equipo capacitado para dicha tarea generará perturbaciones diversas en el sitio de proyecto procurando que los organismos de mayor movilidad se desplacen hacia un área alejada del mismo. Para los organismos de baja movilidad se realizará una captura, seguida de su inmediata liberación en un área adecuada para su desarrollo y alejada del sitio de captura para evitar su regreso.

#### **VI.3.2 Objetivo general**

Realizar el rescate y reubicación de ejemplares de fauna silvestre que, por sus características biológicas, podrían resultar afectados por las obras de ejecución del Cambio de uso de suelo y construcción, operación y mantenimiento del proyecto “Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos (CIRRSU)”

#### **VI.3.3 Metodología**

##### **Actividades previas al rescate**

A partir de la revisión bibliográfica se realizó un listado potencial de especies registradas en la zona según la base de datos del GBIF, misma que se presenta a continuación:

Cuadro VI.10: Listado potencial de especies de fauna identificadas en el predio propenso a su rescate y reubicación.

| CLASE    | FAMILIA                      | ESPECIE                               | AUTOR               |
|----------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Amphibia | Bufonidae                    | <i>Incilius marmoratus</i>            | (Wiegmann 1833)     |
|          |                              | <i>Incilius occidentalis</i>          | (Camerano 1879)     |
|          |                              | <i>Rhinella horribilis</i>            | (Wiegmann 1833)     |
|          |                              | <i>Rhinella spinulosa</i>             | (Schmidt 1857)      |
|          | Eleutheroda<br>ctylidae      | <i>Eleutherodactylus<br/>pipilans</i> | (Taylor 1940)       |
| Ranidae  | <i>Lithobates pustulosus</i> | (Boulenger 1883)                      |                     |
| Aves     | Accipitridae                 | <i>Accipiter cooperii</i>             | (Bonaparte 1828)    |
|          |                              | <i>Accipiter striatus</i>             | Vieillot 1808       |
|          |                              | <i>Buteo albonotatus</i>              | (Kaup 1847)         |
|          |                              | <i>Buteo brachyurus</i>               | (Vieillot 1816)     |
|          |                              | <i>Buteo jamaicensis</i>              | (Gmelin 1788)       |
|          |                              | <i>Buteo nitidus</i>                  | (Schlegel 1862)     |
|          |                              | <i>Elanus leucurus</i>                | (Vieillot 1818)     |
|          | Cathartidae                  | <i>Cathartes aura</i>                 | (Linnaeus 1758)     |
|          |                              | <i>Coragyps atratus</i>               | (Bechstein 1793)    |
|          | Apodidae                     | <i>Chaetura vauxi</i>                 | (J.K.Townsend 1839) |
|          | Trochilidae                  | <i>Amazilia rutila</i>                | (Delattre 1843)     |
|          |                              | <i>Archilochus colubris</i>           | (Linnaeus 1758)     |
|          |                              | <i>Helimaster constantii</i>          | (Delattre 1843)     |
|          |                              | <i>Leucolia viridifrons</i>           | (D.G.Elliot 1871)   |
|          |                              | <i>Phaeoptila sordida</i>             | (Gould 1859)        |
|          | Caprimulgidae                | <i>Antrostomus ridgwayi</i>           | (Nelson 1897)       |
|          | Columbidae                   | <i>Columba livia</i>                  | (J.F.Gmelin 1789)   |
|          |                              | <i>Columbina inca</i>                 | (R.Lesson 1847)     |
|          |                              | <i>Columbina passerina</i>            | (Linnaeus 1758)     |
|          |                              | <i>Leptotila verreauxi</i>            | (Bonaparte 1855)    |
|          |                              | <i>Streptopelia decaocto</i>          | (Fridvaldszky 1838) |
|          |                              | <i>Zenaida asiatica</i>               | (Linnaeus 1758)     |
|          |                              | <i>Zenaida macroura</i>               | (Linnaeus 1758)     |
|          | Momotidae                    | <i>Momotus mexicanus</i>              | (Swainson 1827)     |
|          | Cuculidae                    | <i>Crotophaga sulcirostris</i>        | (Swainson 1827)     |
|          |                              | <i>Geococcyx velox</i>                | (Wagner 1836)       |
|          |                              | <i>Piaya cayana</i>                   | (Linnaeus 1766)     |

|                            |                                   |                           |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Falconidae                 | <i>Caracara plancus</i>           | (J.F.Miller 1777)         |
|                            | <i>Falco columbarius</i>          | (Linnaeus 1758)           |
|                            | <i>Falco peregrinus</i>           | (Tunstall 1771)           |
|                            | <i>Falco sparverius</i>           | (Linnaeus 1758)           |
| Cracidae                   | <i>Ortalis poliocephala</i>       | (Wagler 1830)             |
| Aegithalidae               | <i>Psaltriparus minimus</i>       | (J.K.Townsend 1837)       |
| Cardinalidae               | <i>Passerina caerulea</i>         | (Linnaeus 1758)           |
|                            | <i>Passerina cyanea</i>           | (Linnaeus 1766)           |
|                            | <i>Passerina leclancherii</i>     | (Lafresnaye 1840)         |
|                            | <i>Passerina versicolor</i>       | (Bonaparte 1838)          |
|                            | <i>Piranga ludoviciana</i>        | (A.Wilson 1811)           |
|                            | <i>Piranga rubra</i>              | (Linnaeus 1758)           |
| Corvidae                   | <i>Aphelocoma woodhouseii</i>     | (S.F.Baird 1858)          |
|                            | <i>Calocitta formosa</i>          | (Swainson 1827)           |
|                            | <i>Corvus corax</i>               | (Linnaeus 1758)           |
| Fringillidae               | <i>Euphonia affinis</i>           | (Lesson 1842)             |
|                            | <i>Euphonia elegantissima</i>     | (Bonaparte 1838)          |
|                            | <i>Haemorhous mexicanus</i>       | (P.L.Stadius Müller 1776) |
|                            | <i>Spinus psaltria</i>            | (Say 1822)                |
| Hirundinidae               | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | (Audubon 1838)            |
|                            | <i>Tachycineta thalassina</i>     | (Swainson 1827)           |
| Icteridae                  | <i>Cassiculus melanicterus</i>    | (Bonaparte 1825)          |
|                            | <i>Dives dives</i>                | (Deppe 1830)              |
|                            | <i>Icterus bullockii</i>          | (Swainson 1827)           |
|                            | <i>Icterus gularis</i>            | (Wagler 1829)             |
|                            | <i>Icterus pustulatus</i>         | (Wagler 1829)             |
|                            | <i>Icterus wagleri</i>            | (P.L.Sclater 1857)        |
|                            | <i>Molothrus aeneus</i>           | (Wagler 1829)             |
|                            | <i>Molothrus ater</i>             | (Boddaert 1783)           |
| <i>Quiscalus mexicanus</i> | (Gmelin 1788)                     |                           |
| Laniidae                   | <i>Lanius ludovicianus</i>        | (Linnaeus 1766)           |
| Mimidae                    | <i>Mimus polyglottos</i>          | (Linnaeus 1758)           |
|                            | <i>Toxostoma curvirostre</i>      | (Swainson 1827)           |
|                            | <i>Toxostoma ocellatum</i>        | (P.L.Sclater 1862)        |
| Parulidae                  | <i>Basileuterus rufifrons</i>     | (Swainson 1838)           |
|                            | <i>Cardellina pusilla</i>         | (A.Wilson 1811)           |

|                |                                  |                              |
|----------------|----------------------------------|------------------------------|
|                | <i>Leiothlypis celata</i>        | (Say 1822)                   |
|                | <i>Leiothlypis ruficapilla</i>   | (A.Wilson 1811)              |
|                | <i>Setophaga coronata</i>        | (Linnaeus 1766)              |
|                | <i>Setophaga nigrescens</i>      | (J.K.Townsend 1837)          |
|                | <i>Setophaga petechia</i>        | (Linnaeus 1766)              |
|                | <i>Setophaga townsendi</i>       | (J.K.Townsend 1837)          |
| Passerellidae  | <i>Aimophila ruficeps</i>        | (Cassin 1852)                |
|                | <i>Chondestes grammacus</i>      | (Say 1822)                   |
|                | <i>Melospiza albicollis</i>      | (P.L.Sclater 1858)           |
|                | <i>Peucaea mystacalis</i>        | (Hartlaub 1852)              |
|                | <i>Peucaea sumichrasti</i>       | (Lawrence 1871)              |
|                | <i>Spizella passerina</i>        | (Bechstein 1798)             |
| Passeridae     | <i>Passer domesticus</i>         | (Linnaeus 1758)              |
| Poliophtilidae | <i>Poliophtila albiloris</i>     | P.L.Sclater & Salvin 1860    |
|                | <i>Poliophtila caerulea</i>      | (Linnaeus 1766)              |
|                | <i>Poliophtila plumbea</i>       | (Bonaparte 1850)             |
| Thraupidae     | <i>Thraupis episcopus</i>        | (Linnaeus 1766)              |
| Troglodytidae  | <i>Campylorhynchus humilis</i>   | (P.L.Sclater 1857)           |
|                | <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | (P.L.Sclater 1860)           |
|                | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | (Lesson 1838)                |
|                | <i>Catherpes mexicanus</i>       | (Swainson 1829)              |
|                | <i>Troglodytes aedon</i>         | (Vieillot 1809)              |
| Turdidae       | <i>Catharus guttatus</i>         | (Pallas 1811)                |
|                | <i>Turdus grayi</i>              | (Bonaparte 1838)             |
|                | <i>Turdus rufopalliatus</i>      | (Lafresnaye 1840)            |
| Tyrannidae     | <i>Camptostoma imberbe</i>       | (P.L.Sclater 1857)           |
|                | <i>Empidonax minimus</i>         | (W.M.Baird & S.F.Baird 1843) |
|                | <i>Myiarchus cinerascens</i>     | (Lawrence 1851)              |
|                | <i>Myiarchus nuttingi</i>        | (Ridgway 1882)               |
|                | <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | (Orbigny & Lafresnaye 1837)  |
|                | <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | (Statius Muller 1776)        |
|                | <i>Myiodynastes luteiventris</i> | (P.L.Sclater 1859)           |
|                | <i>Myiozetetes similis</i>       | (Spix 1825)                  |
|                | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | (Linnaeus 1766)              |

|          |                |                                   |                                 |
|----------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|
|          |                | <i>Pyrocephalus rubinus</i>       | (Boddaert 1783)                 |
|          |                | <i>Sayornis saya</i>              | (Bonaparte 1825)                |
|          |                | <i>Tyrannus crassirostris</i>     | (Swainson 1826)                 |
|          |                | <i>Tyrannus verticalis</i>        | (Say 1823)                      |
|          |                | <i>Tyrannus vociferans</i>        | (Swainson 1826)                 |
|          |                | <i>Xenotriccus mexicanus</i>      | (Zimmer 1938)                   |
|          | Vireonidae     | <i>Vireo bellii</i>               | (Audubon 1844)                  |
|          |                | <i>Vireo flavoviridis</i>         | (Cassin 1851)                   |
|          |                | <i>Vireo gilvus</i>               | (Vieillot 1808)                 |
|          |                | <i>Vireo solitarius</i>           | (A. Wilson 1810)                |
|          | Ardeidae       | <i>Ardea alba</i>                 | (Linnaeus 1758)                 |
|          |                | <i>Ardea herodias</i>             | (Linnaeus 1758)                 |
|          |                | <i>Bubulcus ibis</i>              | (Linnaeus 1758)                 |
|          | Picidae        | <i>Dryobates scalaris</i>         | (Wagler 1829)                   |
|          |                | <i>Melanerpes aurifrons</i>       | (Wagler 1829)                   |
|          |                | <i>Melanerpes formicivorus</i>    | (Swainson 1827)                 |
|          |                | <i>Melanerpes hypopolius</i>      | (Wagler 1829)                   |
|          | Psittacidae    | <i>Aratinga canicularis</i>       | (Linnaeus 1758)                 |
|          | Strigidae      | <i>Glaucidium brasilianum</i>     | (J.F. Gmelin 1788)              |
|          | Trogonidae     | <i>Trogon elegans</i>             | (Gould 1834)                    |
| Mammalia | Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i>          | (E. Geoffroy 1810)              |
|          |                | <i>Glossophaga leachii</i>        | (Gray 1844)                     |
|          |                | <i>Micronycteris microtis</i>     | (Miller 1898)                   |
|          | Cricetidae     | <i>Baiomys musculus</i>           | (Russell 1952)                  |
|          |                | <i>Peromyscus megalops</i>        | (Merriam 1898)                  |
|          |                | <i>Reithrodontomys fulvescens</i> | (J.A. Allen 1894)               |
| Reptiles | Colubridae     | <i>Lampropeltis triangulum</i>    | (Lacépède 1789)                 |
|          |                | <i>Leptodeira maculata</i>        | (Hallowell 1861)                |
|          |                | <i>Rhadinaea taeniata</i>         | (Bailey 1940)                   |
|          |                | <i>Salvadora lemniscata</i>       | (Cope 1895)                     |
|          |                | <i>Senticolis triaspis</i>        | (Cope 1866)                     |
|          |                | <i>Stenorrhina freminvillei</i>   | (Duméril Bibron & Duméril 1854) |
|          | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i>        | (Wiegmann 1828)                 |
|          | Dactyloidae    | <i>Anolis Boulengerianus</i>      | (Thomson 1887)                  |
|          | Iguanidae      | <i>Ctenosaura pectinata</i>       | (Wiegmann 1834)                 |

|                  |                                    |  |
|------------------|------------------------------------|--|
| Leptotyphlopidae | <i>Epictia goudotii</i>            | (A.M.C.Duméril & Bibron 1844)                        |
| Phrynosomatidae  | <i>Sceloporus acanthinus</i>       | (Bocourt 1873)                                       |
|                  | <i>Sceloporus edwardtaylori</i>    | (Smith 1936)   |
|                  | <i>Sceloporus grammicus</i>        | (Wiegmann 1834)                                      |
|                  | <i>Sceloporus siniferus</i>        | (Cope 1870)  |
|                  | <i>Sceloporus spinosus</i>         | (Wiegmann 1828)                                      |
|                  | <i>Sceloporus variabilis</i>       | (Wiegmann 1834)                                      |
|                  | <i>Urosaurus bicarinatus</i>       | (Schmidt 1921)                                       |
| Phyllodactylidae | <i>Phyllodactylus muralis</i>      | (Taylor 1940)  |
|                  | <i>Phyllodactylus tuberculosus</i> | (Wiegmann 1834)                                      |
| Teiidae          | <i>Aspidoscelis deppii</i>         | (Wiegmann 1834)                                      |
|                  | <i>Aspidoscelis gularis</i>        | (Baird & Girard 1852)                                |
|                  | <i>Aspidoscelis guttatus</i>       | (Wiegmann 1834)                                      |
|                  | <i>Aspidoscelis inornatus</i>      | (Baird 1858)   |
|                  | <i>Aspidoscelis sackii</i>         | (Wiegmann 1834)                                      |
| Viperidae        | <i>Porthidium dunnii</i>           | (Hartweg & Oliver 1938)                              |
|                  | <i>Crotalus culminatus</i>         | (Klauber 1952)                                       |
| Helodermatidae   | <i>Heloderma horridum</i>          | (Wiegmann 1829)                                      |
| Xenosauridae     | <i>Xenosaurus phalaroanthereon</i> | (Nieto-Montes De Oca Campbell & Flores-Villela 2001) |
| Geoemydidae      | <i>Rhinoclemmys rubida</i>         | (Cope 1870)  |

Previo y durante el inicio de los trabajos de desmonte y despalme del área sujeta a cambio de uso suelo, se realizarán reconocimientos y recorridos de campo, efectuando ruidos con herramientas acústicas (sirena-megáfono de mínimo 50 vatios), para ahuyentar a los posibles organismos presentes en el predio (esta técnica es particularmente efectiva con aves y mamíferos medianos y grandes), en caso de visualizar o identificar organismos de lento desplazamiento se realizará la captura, poniendo especial énfasis en los organismos juveniles o de movilidad limitada, así mismo se ubicarán posibles madrigueras o echaderos de vertebrados para su monitoreo permanente, se identificarán aquellos que se encuentren en uso y una vez verificado que no se encuentren activos serán colapsados para evitar su recolonización.

### VI.3.4 Especies de fauna susceptibles de rescate

Derivado de los muestreos hechos durante el inventario faunístico para la presentación del estudio se localizaron e identificaron las especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas, poniendo especial énfasis en los individuos de lento desplazamiento (reptiles y mamíferos de mediano porte) con la finalidad de que no sea afectado algún ejemplar, listado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010.

A partir del listado potencial y los recorridos de monitoreo y prospección cuyos resultados fueron altamente representativos, se registraron una serie de especies de importancia ecológica por estar bajo alguna categoría de protección o endemismo, dicha lista se presenta a continuación.

Cuadro VI.11 Lista de especies de importancia ecológica registradas en el sitio del proyecto

| Especie                          | CITES | UICN | NOM-059 | Distribución | Mic | Pry |
|----------------------------------|-------|------|---------|--------------|-----|-----|
| <i>Ortalis poliocephala</i>      | -     | Lc   | -       | endémica     | 5   | 5   |
| <i>Peucaea mystacalis</i>        | -     | Lc   | -       | endémica     | 3   | 1   |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    | -     | Lc   | -       | endémica     | 7   | 0   |
| <i>Phyllodactylus muralis</i>    | -     | Lc   | Pr      | endémica     | 8   | 0   |
| <i>Marysora syntoma</i>          | -     | Lc   | -       | endémica     | 3   | 0   |
| <i>Melanerpes hypopolius</i>     | -     | -    | -       | endémica     | 4   | 0   |
| <i>Manolepis putnami</i>         | -     | Lc   | -       | endémica     | 1   | 0   |
| <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | -     | Lc   | -       | endémica     | 4   | 0   |
| <i>Sceloporus smithi</i>         | -     | Lc   | -       | endémica     | 3   | 0   |
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | -     | Lc   | Pr      | endémica     | 1   | 0   |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i>    | II    | Lc   | A       | endémica     | 2   | 0   |
| <i>Turdus rufopalliatu</i>       | -     | Lc   | -       | endémica     | 1   | 0   |
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i>  | -     | Lc   | -       | endémica     | 1   | 0   |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>      | II    | Lc   | A       | endémica     | 1   | 0   |
| <i>Leopardus wiedii</i>          | II    | Nt   | P       | nativa       | 2   | 0   |

Como puede observarse en el listado anterior 14 de las especies son Endémicas, de estas podemos considerar a los anfibios y reptiles como especies de movilidad limitada, es decir, que requieren de ayuda adicional para su reubicación, estamos hablando de las Ranas *Eleutherodactylus nitidus* y *Lithobates spectabilis*, de las lagartija *Sceloporus edwardtaylori* y *Sceloporus smithi*, del gecko *Phyllodactylus muralis*, de la salamanguesa *Marysora syntoma* y de la culebra *Manolepis putnami*, estas especies por sus características de tamaño y hábitos (arborícolas, fosoriales, terrestres y acuáticos) no presentan un área muy grande de desplazamiento ni responden a las técnicas de ahuyentamiento con ruido, esto condiciona su rescate a un esfuerzo de colecta y reubicación manual mismo que debe ser realizado antes del inicio de las actividades de cambio de uso de suelo y debe mantenerse activo durante dichas actividades para evitar que algún organismo no observado durante el rescate pueda ser afectado.

#### **a) Reptiles**

Estas especies son de hábitos mayoritariamente nocturnos, saliendo durante el día únicamente para asolearse. Por lo general se ocultan debajo de rocas o en madrigueras abandonadas. Su oído medio en el caso de las serpientes, mismo que les confiere alta sensibilidad a las vibraciones, permite que su ahuyentamiento, sea mediante la generación de ruido o vibraciones por el paso del equipo de ahuyentamiento, sin embargo para especies de lagartijas, eslizones y geckos cuyo desplazamiento no es muy amplio o responden trepando a los árboles, será necesario su captura y posterior liberación en áreas lo suficientemente alejadas del proyecto para que no regresen al sitio donde sean colectadas. En este sentido, cabe mencionar que el hábitat de estas especies puede superar las tres hectáreas.

La realización constante de estas acciones (ruido y vibraciones) persuadirá a las especies que ahí se encuentren provocando migrar o abandonar el sitio. Aquellos organismos que estén heridos o que se resistan a salir, deberán ser capturados y reubicados.

No obstante, que no son especies venenosas, no se recomienda la captura manual. Se recomienda la utilización de redes de acuario, la captura mediante ganchos o pinzas o la vara con lazo a fin de minimizar el estrés de los ejemplares. Una vez capturados, serán colocados en bolsas de manta o también pueden ser colocados en cajas de plástico bien ventiladas con un sustrato semihúmedo (cajas transportadoras), en donde serán trasladados hacia su sitio final de liberación, suficientemente alejado del sitio de captura como para evitar su regreso. Es importante monitorear la hidratación de los ejemplares previo a su liberación.

En el área del proyecto han sido registradas históricamente cascabeles y otras especies de importancia médica, como el *Heloderma* y la víbora chatilla, por lo cual en todo ejercicio de manejo se recomienda tratar al ejemplar con el cuidado de un ejemplar venenoso y realizar el manejo mínimo necesario a fin de garantizar la seguridad del ejemplar y del manejador en turno, el manejo de ejemplares peligrosos siempre debe ser realizado en parejas y se utilizarán cubetas debidamente rotuladas, con tapa y con orificios de ventilación a fin de facilitar el traslado y posterior liberación de ejemplares, este manejo solo deberá ser realizado por personal capacitado.

La liberación se propone en zonas de vegetación similar a la existente en el sitio de proyecto cuidando siempre no saturar la capacidad de los ecosistemas.

#### **b) Anfibios**

Dada la cercanía donde se registraron los anfibios en el proyecto, se consideran para los fines del presente programa como especies a rescatar debido a la baja movilidad de estas, por lo cual los organismos avistados en las áreas de cambio de uso de suelo y/o que se consideren afectados por las obras, se priorizarán para su captura y posterior liberación en los sitios previamente seleccionados, para

la captura de ranas y sapos se utilizarán guantes de látex, redes de acuario y entomológicas, se evitará en todo momento manipular a los ejemplares con las manos desnudas para evitar posible transmisión de hongo quitridio y todos los ejemplares colectados serán colocados en transportadoras plásticas con sustrato húmedo que permita mantener su hidratación, todos los ejemplares colectados serán registrados en las bitácoras correspondientes y liberados el mismo día de su colecta.

**c) Aves**

Es importante recalcar que la mayoría de las especies reportadas son de amplia distribución y aun cuando se reportan especies endémicas las características físicas del grupo permiten que dichos organismos puedan alejarse de las áreas intervenidas sin mayor problema mediante el vuelo, sin embargo, se hará énfasis en el rescate de aquellas especies que ocupen el área del proyecto para fines reproductivos, en cuyo caso si es necesario garantizar su reubicación. Algunas especies terrestres de tamaño mediano a chico pueden ocupar la vegetación existente para perchar e incluso para anidar.

Cabe mencionar que, su rápido desplazamiento y la amplitud de su hábitat reducen la necesidad de utilizar técnicas de ahuyentamiento más allá de la generación de ruido constante.

Sin embargo, previo al inicio de las actividades se realizarán recorridos en los que se hará búsqueda intensiva de nidos y madrigueras, en caso de que se localice un nido activo de algún ejemplar de aves, es deseable marcarlo con una banderilla rotulada para prevenir a los equipos que laboren en las inmediaciones del nido y preservarlo hasta su abandono por parte de los polluelos. De no ser factible esta opción, se recomienda la reubicación del nido mediante el descubrimiento y resguardo de los huevos y su posterior colocación en una madriguera adecuada, la cual ha de ser revisada para corroborar su abandono y limpiada para evitar la incidencia de insectos riesgosos. La captura y reubicación de los padres es necesaria para que logren identificar el nuevo nido.

Estas tareas deben ser realizadas con guantes y cubre bocas para evitar impregnar el olor propio en el nido y a los polluelos, en caso de existir, para evitar su abandono o destrucción por parte de los padres.

En caso de que algún árbol cuente con un nido activo, se propone:

1. Marcar el árbol con cinta para prevenir a los trabajadores de la existencia del nido y procurar no dañarlo ni alterar sus alrededores hasta que las crías lo abandonen.
2. Reubicar el nido. Esto deberá hacerse desplazando toda la rama donde éste se encuentre, cortándola con cuidado y posteriormente sujetándola firmemente en un árbol cercano. Los trabajos se realizarán con guantes y cubre bocas para evitar impregnar el olor propio en el nido, ya que esto, en ocasiones, persuade a los padres para abandonarlo. Solo en ocasiones excepcionales se aislará el nido del árbol para su retiro.



Figura VI. 16: Retiro de un nido junto con la rama.

La elección de la opción más adecuada dependerá de la pertinencia en la permanencia del organismo arbóreo sobre el que se localice el nido.

#### d) **Mamíferos**

Todas estas especies se refugian dentro de madrigueras, de modo que son más propensas a sufrir algún impacto por la destrucción proyectada. Las madrigueras ocupadas por alguna especie de mamífero siempre están limpias (no tiene telarañas ni hojas en la entrada), por lo cual es el principal indicador de la existencia de algún organismo en el sitio. Otros rastros como huellas, excretas y restos de comida son también evidencia suficiente.

El ahuyentamiento se recomienda mediante vibraciones, generación de ruido y persecución directa. Asimismo, es deseable corroborar el abandono total de la madriguera mediante el uso de un baroscopio. Cuando se tenga la certeza de que una madriguera está vacía, es indispensable tapar o colapsar su entrada para que no pueda ser utilizada en un futuro.

En caso de que haya organismos que no puedan ser retirados de las madrigueras por los medios antes descritos, se recomienda la utilización de trampas Sherman y trampas Tomahawk mismas que serán cebadas con fruta picada, carne, atún, semillas impregnadas en vainilla u otros atrayentes a fin de incrementar el éxito en el trampeo.

Eventualmente la reubicación o liberación de nidos o individuos de mamíferos capturados, puede realizarse en áreas aledañas al sitio del proyecto que presenten características ecológicas similares.

En el área del proyecto se registra la presencia de felinos como el tigrillo (en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el puma, especies que sin embargo responden muy bien al ahuyentamiento por sonido y se espera no requieran otras acciones.

### **VI.3.5 traslado y liberación de especies**

Al finalizar el día de trabajo, los organismos que sean capturados serán transportados al sitio de liberación, el cual se habrá de seleccionar previamente, bajos los siguientes criterios:

- Vegetación con las mismas características de la zona de desmonte
- Zonas poco transitadas
- Áreas de mayor conservación

La reubicación debe considerarse sólo cuando el hábitat en los sitios de liberación esté intacto, cuente con medidas de protección adecuadas y en donde las especies se encuentren protegidas. Una vez liberados los organismos, se tomarán evidencias fotográficas y coordenadas satelitales del sitio de liberación, para la conformación del reporte final.

Se debe considerar no someter ninguna trampa, caja transportadora o bolsa al sol directo, debido a que esto podría causar la muerte de los ejemplares capturados por sobrecalentamiento.

En medida de lo posible todos los ejemplares deben ser hidratados previo a su liberación.

Los ejemplares de mamíferos pequeños por su elevado metabolismo deben ser liberados en el menor periodo posible. Las trampas tomahawk deben ser cubiertas a fin de evitar el estrés de los ejemplares, solo siendo destapadas para su identificación y posteriormente para su liberación.

### **VI.3.6 Indicadores de eficiencia**

Las tareas de ahuyentamiento de fauna se realizarán diariamente, durante las cuales se llevará un registro estricto de las especies avistadas, ahuyentadas o capturadas para su reubicación. Este registro se vaciará en una base de datos, en la cual se realizará una comparativa de los resultados obtenidos por técnica y por día.

Para cada individuo se registrarán los datos de especie, localidad, fecha, hora de captura, tipo de vegetación, microhábitat, sexo y datos biométricos de acuerdo a la especie, dichos datos serán asentados en la bitácora correspondiente. Esta bitácora formara parte de las evidencias a entregar y también será base para el monitoreo de las poblaciones reubicadas.

Si la técnica es correcta, se reflejará en un gráfico de comportamiento logarítmico, en el que sea claro el elevado valor inicial, llegando paulatinamente a la estabilidad y posteriormente al declive, representado por la minimización de las poblaciones existentes.

Si, por el contrario, el gráfico muestra una estabilidad constante, se deberá replantear la técnica utilizada, maximizando entonces las tareas de captura y reubicación de organismos y la búsqueda, desalojo y colapso de madrigueras activas, de modo que sea más eficiente su implementación.

### **VI.3.7 Medidas contra la caza furtiva**

Considerando que se identificaron especies que tienen demanda en mercado ilegal de especies, se prevé mantener la prohibición de caza en las diferentes etapas del proyecto y adoptar medidas específicas para eliminar la caza furtiva; colocando letreros informativos y restrictivos, como se indica en las medidas de prevención y mitigación establecidas en este estudio.

Estas medidas estarán dirigidas a todo el personal del proyecto y contemplan las siguientes acciones:

- Capacitación y sensibilización ambiental al personal
- Prohibir la cacería o extracción de animales silvestres en cualquier etapa del proyecto
- Presentaciones, carteles, posters, folletos, etc., con una lista junto con imágenes de especies en peligro de extinción, amenazadas o con poblaciones reducidas reportadas para la zona del proyecto y cuya cacería/comercio/traslado está totalmente prohibida en todas las etapas del proyecto.

### **VI.3.8 Personal y equipos utilizados**

Para el caso específico de este proyecto y por las condiciones ambientales del predio, se establecerá una brigada de trabajo diario durante las actividades de desmonte y despalme, conformado por dos especialistas en fauna, los cuales contarán con el equipo que a continuación se enlista:

- Gancho herpetológico
- Tong herpetológico de trompa de pato
- Cubetas de plástico con ventilación debidamente rotuladas
- Guantes de carnaza
- Polainas
- Recipientes de plástico pequeños (transportadoras)
- Guantes de Latex
- Bolsas de manta
- Cámara fotográfica de alta resolución
- Gps
- Guías para identificación en campo
- Trampas Sherman
- Trampas Tomahawk
- Transportadoras
- Vehículo utilitario
- Sirena de mano para ahuyentamiento

Cuadro VI.12. Equipo a utilizar para la captura de fauna a reubicar.

|                    |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| <b>Captura</b>     |  <p>Red para acuario</p>                |  <p>Recipiente para trampa Pitfall</p> |  <p>Trampa Tomahawk</p> |
| <b>Manejo</b>      |  <p>Pinza para serpientes tipo tong</p> |  <p>Ganchos herpetológicos</p>         |  |
| <b>Transporte</b>  |  <p>Recipientes plásticos</p>          |  <p>Trampa Tomahawk</p>               |  <p>Sacos de Tela</p>  |
| <b>Observación</b> |  <p>Boroscopio</p>                   |  |  |

### VI.3.9 Cronograma de actividades

Las actividades de rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento, se efectuarán por el tiempo que se efectúe el derribo de arbolado y despalme del terreno, actividades que se realizarán en un periodo máximo de 24 meses.

Cuadro VI.13. Cronograma del Cambio de Uso del Suelo.

| Actividades                         | Año |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                     | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1. PREPARACION DEL SITIO            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Desmante                            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Deshierbe                           |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Despalme                            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Actividades provisionales           |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Rescate de Fauna silvestre          |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Reubicacion de fauna rescatada      |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Propagacion de ejemplares en vivero |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Elaboracion del informe final       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

#### **VI.4 Impactos residuales.**

Los impactos residuales identificados para el presente proyecto se ocasionarán principalmente por las actividades de cambio de uso de suelo y por el establecimiento del proyecto son:

- Remoción de la cobertura vegetal.
- Disminución de especies vegetales.
- Desplazamiento de fauna a sitios conservados.
- Perturbación y pérdida de hábitat silvestre.
- Compactación del suelo, reducción en la infiltración; así como disminución de la calidad del entorno.
- Generación de ruidos que afectaran a la fauna provocando un desplazamiento hacia otras zonas.
- Generación de aguas residuales.
- Generación de residuos sólidos urbanos
- Conservación de vegetación con especies nativas, donde se favorecerá la infiltración de agua pluvial, la generación de nichos ecológicos y la generación de servicios ambientales.

Con las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas anteriormente, se promueve la prevención y disminución de los impactos identificados.

## **VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

De acuerdo a la información generada en los capítulos anteriores, se realizó la proyección del escenario ambiental resultante de la ejecución de las actividades del proyecto incluyendo las medidas preventivas, de mitigación y de compensación ambiental, a fin de disminuir las afectaciones de los impactos ambientales relevantes, en donde el impacto ambiental relevante de acuerdo a la Fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se define como: *“Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.*

### **VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

#### **CLIMA**

Se presenta el clima BS1hw(w): Clima Seco del subgrupo semiseco semicálido, con un invierno fresco, lluvias en verano y escasas a lo largo del año, porcentaje de precipitación invernal menor de 5%. Presenta una temperatura media anual de 19.3°C, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 21.9°C, 21.8°C y 21.3°C respectivamente. La precipitación anual es de 590.8 mm, siendo mayo, junio, julio, agosto, y septiembre, los meses de mayor precipitación con una media de 78.2 mm, 119.9 mm, 89.5 mm, 91.0 mm, y 126.3 mm respectivamente.

#### **GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

Con base en la cartografía consultada y de acuerdo con la carta temática de INEGI, el área del proyecto presenta:

Roca ígnea extrusiva ácida. Son rocas volcánicas formadas por la solidificación de magma en la superficie terrestre y que están compuestas por minerales claros como el cuarzo y los feldespatos. Se ubican dentro de la provincia fisiográfica sierra madre del sur, misma que presenta una estructura compleja. Constituida por una serie de montañas y sierras que presentan grandes desniveles considerables.

#### **TOPOGRAFÍA**

En el área del proyecto se identifican dos sistemas de Topoformas:

Polígono 1: Ubicado en la topoforma de lomerío con llanuras.

Polígono 2: Ubicado en la topoforma de Sierra Baja Compleja

#### **RIESGOS**

El área del proyecto presenta:

- Riesgo por sismos: Se ubica en la Zona D de Muy Alta sismicidad.

-Riesgos y peligro por ciclones tropicales: Muy Bajo.

-Vulnerabilidad por inundaciones: Media.

-Peligro por inundaciones: Muy Baja.

-Inestabilidad de Laderas: El polígono 1 de Muy baja, Media y Alto, El polígono 2 se presenta susceptibilidad por inestabilidad de ladera de Media y Alto

## **EDAFOLOGÍA**

En base a la cartografía del INEGI y como resultado de los estudios Geológicos realizados en el área del proyecto, se determinó que en el área existe un suelo de tipo dominante y dos tipos de suelo secundarios, su clasificación edafológica es la siguiente:

- Suelo primario I (Litosol).
- Suelo secundario Re (Regosol Éutrico)
- Suelo secundario Hh (Feozem Háptico)
- Textura: 2 (Media).

### **Suelo LITOSOL.**

- Horizonte A1

Profundidad 0-9 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.

### **Suelo REGOSOL EUTRICO**

- Horizonte A1

Profundidad 0-14 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Estructura de forma migajosa de tamaño muy fino y desarrollo débil. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.

- Horizonte C1

Profundidad 14-33 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado.

### **Suelo FEOZEM**

Estos suelos se caracterizan por la presencia del horizonte A mólico, el cual cuando está seco no es masivo ni duro, es de color oscuro, con saturación de bases mayor de 50% y contenido de materia orgánica mayor de 1% en todo su espesor, que es mayor de 10 cm. Ocupan 4.56% de la superficie estatal y casi tres cuartas partes están limitadas por fases: 51.14% por fase lítica, 14.48% por fase pedregosa, 8.85% por fase gravosa y 25.52% de los suelos son profundos sin limitantes. Su origen es residual a partir de rocas sedimentarias e ígneas, que conforman sierras, llanuras, lomeríos y algunos valles, o de origen aluvial sobre sedimentos que conforman llanuras y valles. En la entidad se encuentran tres tipos de feozems: hápticos, lúvicos y calcáricos

## **DEGRADACIÓN**

Con base a lo indicado en el Inventario Nacional de Suelos y en la cartografía temática generada, en el área del proyecto no se presenta ningún tipo de afectación por degradación hídrica o fisicoquímica.

En base a los estudios realizados en campo, en las condiciones actuales se tienen los siguientes datos en relación a la erosión hídrica y eólica del área de estudio.

Cuadro VII. 1. Erosión hídrica y eólica en el Escenario ambiental sin proyecto.

| <b>Datos</b>                                       | <b>Condición actual</b> |                   |
|--|-------------------------|-------------------|
|  | <b>Polígono 1</b>       | <b>Polígono 2</b> |
| Superficie rotal del predio (m2)                   | 203,324.34              | 23,052.71         |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha)          | 20.33                   | 2.31              |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)                | 2.525                   | 2.984             |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)                 | 1.167                   | 1.379             |
| Erosión hídrica actual en el área de CUS (ton/año) | 51.34                   | 6.89              |
| Erosión eólica actual en el área de CUS (ton/año)  | 23.72                   | 3.19              |
| Erosión total                                      | 75.06                   | 10.08             |

## **HIDROLOGÍA**

### **Superficial**

Con base a la información consultada de INEGI, la microcuenca pertenece a la Región Hidrológica 22, donde nace el río Tehuantepec. Ésta se extiende sobre el territorio de dos municipios del Estado de Oaxaca: San Dionisio Ocotepec y San Pedro Totolápam. Se ubica dentro de la Subcuenca hidrológica RH22Bd Río San Antonio, misma que es alimentada por medio de los escurrimientos superficiales intermitentes.

Cuerpos de agua superficiales.

El cuerpo de agua superficial con caudal continuo más cercano al proyecto se ubica a una distancia de 2.5 kilómetros de distancia en dirección Suroeste.

Lagos y lagunas: En los predios seleccionados para la ejecución del proyecto no se presentan esta condición. Las tofoformas presentes en el sitio del proyecto son Lomeríos con llanuras y sierra baja compleja.

En la zona del sistema ambiental a menos de 500 metros de distancia del proyecto, se presentan dos escurrimientos superficiales intermitentes, los cuales únicamente presentan agua en el temporal de lluvias.

Colindante al Polígono 1 en dirección sur, se presenta un cuerpo de agua denominado “Jaguey”, el cual fue habilitado por la autoridad comunal para almacenamiento de agua de lluvia.

**Subterránea.**

El área del proyecto se ubica sobre el acuífero TEHUANTEPEC, definido con la clave 2007 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, suroriental del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°07'20" y 17°22'28" de latitud norte y entre los meridianos 94°28'30" y 96°39'16" de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 14,015 km<sup>2</sup>. Limita al norte con los acuíferos Tuxtepec y Coatzacoalcos, al este con Ostuta; al oeste con los acuíferos Río Verde-Ejutla y Miahuatlán; al suroeste con Huatulco, al sur con Santiago Astata y Morro Mazatán; al noroeste con Valles Centrales, todos ellos del estado de Oaxaca. Al sureste su límite natural es el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico.

Con los resultados obtenidos de los trabajos de campo y del estudio Geohidrológico se determinó:

Cuadro VII. 2. Infiltración calculada en el Escenario ambiental sin proyecto.

| ESCENARIOS           | ÁREAS POR TIPO DE VEGETACIÓN | K    | % DE SUPERFICIE            | SUPERFICIE Ha | Ce   | Ve mm/h a | INFILTRACIÓN mm/ha/año |
|----------------------|------------------------------|------|----------------------------|---------------|------|-----------|------------------------|
| Escenario 1 (Actual) | Bosque cubierto.             | 0.26 | Cubierto más del 50 al 75% | 22.64         | 0.10 | 47.62     | -51.64                 |

De los resultados obtenidos en el subsuelo, se determinó que en el terreno estudiado no se detecta la presencia de agua subterránea, la capa superficial se compone de materiales de baja porosidad, cabe mencionar que debido a la geología del área su porosidad disminuye por la presencia de arenas delgadas y arcillas, así también a los materiales impermeables que no retienen el agua y solo la transmiten de inmediato hacia las partes bajas. En el área se localizan un tipo de suelo primario que es el Litosol, dos suelos secundarios que son Regosol Eutrico y Feozem Haplico, su clase textural es en general media.

Por lo que se determina que, en el Escenario actual, donde se validan las condiciones actuales del predio sujeto a cambio de uso de suelo, no se lleva a cabo infiltración de agua, esto por el tipo de suelo, la pendiente, la temperatura promedio mensual.

**ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA**

Las ANP's son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos. Una ADVC es un ANP de gran riqueza natural que pueblos indígenas, organizaciones sociales o personas físicas o morales han destinado de manera voluntaria a la conservación ambiental.

En base a estas clasificaciones, dentro del Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, no se presentan alguna área de importancia ecológica declarada por la CONABIO.

## ÁREAS DE IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA

Una zona arqueológica es un lugar en el cual se ha preservado evidencia de actividades que han sucedido en el pasado, ya sean prehistóricas, históricas o casi contemporáneas, y que han sido investigadas utilizando la disciplina de la arqueología, significando que el sitio representa parte del registro arqueológico.

En base a estas clasificaciones definidas por el INAH en el sistema ambiental y el sitio del proyecto, no se presentan alguna área de importancia arqueológica reconocida.

## VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI, el uso de suelo y vegetación dentro del SA, se clasifica en siete tipos de vegetación: pastizal inducido, selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, vegetación secundaria arbustiva d bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.

Cuadro VII. 3. Vegetación presenta en el sistema ambiental en el Escenario ambiental sin proyecto.

| ID | Descripción   | Área (ha) |
|----|---|-----------|
| 1  | Pastizal Inducido   | 454.03    |
| 2  | Selva Baja Caducifolia                                    | 1,261.13  |
| 3  | Agricultura de Temporal Anual                             | 178.12    |
| 4  | Agricultura de Temporal Anual y Permanente                | 977.40    |
| 5  | Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino       | 255.80    |
| 6  | Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia | 358.50    |
| 7  | Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia   | 1,675.28  |

En cuanto al sitio del proyecto, la carta de uso de suelo del INEGI (2021), indica la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia; lo que se confirmó durante los recorridos en la zona.

En el Ordenamiento General del Territorio (OGT), el área del proyecto se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica 74 denominada Sierras y Valles de Oaxaca. Esta se caracteriza por una modificación antropogénica baja, el uso de suelo es forestal, agrícola y pecuario. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.

Con base a los estudios de campo ejecutados:

### **Sistema ambiental**

#### **Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino**

En el Sistema Ambiental, los árboles con los valores más altos de densidad son *Quercus magnoliifolia* y *Quercus glaucoides*, ambos poseen más del 50% de individuos del total del SA. El resto de las especies poseen menos de 10 individuos. Ambas especies poseen el valor más alto de IVI en el Sistema Ambiental.

Respecto a los arbustos, las mayores densidades las tienen *Dodonaea viscosa*, *Ageratina espinosarum*, *Stevia pubescens*, *Quercus magnoliifolia* y *Ageratum corymbosum*; los valores de IVI más altos lo poseen *Dodonaea viscosa*, *Ageratina espinosarum*, *Quercus magnoliifolia*, *Ageratum corymbosum* y *Stevia pubescens*.

Las hierbas con las mayores densidades son *Mitracarpus hirtus*, *Aristida adscensionis*, *Tagetes lucida*, *Bouteloua repens* y *Polygala purpusii*; así mismo, las especies con los valores más altos de IVI son *Mitracarpus hirtus*, *Aristida adscensionis*, *Tagetes lucida*, *Crusea coccinea* y *Bouteloua repens*.

En el caso de las suculentas arbustivas, *Nolina parviflora* está presente en tanto en el predio como en el sistema Ambiental; mientras que, *Agave angustifolia* y *Dasylyrion serratifolium* se registraron en el Sistema Ambiental, pero no en el sitio del proyecto.

Respecto a las orquídeas solo se registró una especie en el Sistema Ambiental, ésta es *Habenaria macroceratitis*, con dos individuos. En el sitio del proyecto no se registraron especies de esta familia. Los datos estructurales de esta especie se muestran en el concentrado general de las hierbas

#### **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia**

En el Sistema Ambiental, los árboles con los valores de densidad más altos son *Wimmeria pubescens*, *Lysiloma divaricata*, *Bursera fagaroides* y *Eysenhardtia orthocarpa*, mientras que los valores de IVI más altos corresponden a *Lysiloma divaricata*, *Wimmeria pubescens*, *Bursera fagaroides* y *Bursera excelsa*.

Respecto a los arbustos, las especies con los valores de densidad más altos son *Wimmeria pubescens*, *Mimosa lactiflua* y *Lippia origanoides*; estas mismas especies poseen los valores más altos del IVI.

Las hierbas con el mayor número de individuos son *Bouteloua repens*, *Porophyllum ruderale* y *Aristida adscensionis*, las cuales también poseen los valores más altos del IVI.

No se registraron epífitas en el Sistema Ambiental de estudio.

#### **Área del proyecto.**

##### **- Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

En el Polígono 1, que abarca una superficie de 20.33 ha, se desarrollan los siguientes tipos de vegetación. Este tipo de vegetación abarca la mayor superficie en el predio y las especies dominantes son *Quercus magnoliifolia* y *Quercus glaucoides*, que alcanzan alturas de 10 a 15 m, principalmente en las zonas más protegidas y pequeñas cañadas que se forman. En las áreas abiertas del predio, la altura de los árboles dominantes va de 6 a 8 m. Otras especies acompañantes son *Juniperus flaccida*, *Acacia pennatula* y *Leucaena esculenta*. Existen algunos individuos aislados de *Nolina parvifolia*, que le da una fisonomía particular a la vegetación

El estrato arbustivo está representado principalmente por *Acacia pennatula*, *Arctostaphylos pungens*, *Dodonaea viscosa*, *Ipomoea pauciflora*, *Iresine difussa*, *Lippia origanoides*, entre otros. Es notoria la presencia de especies arrosetadas como *Agave angustifolia*, *A. marmorata* y *A. potatorum*. También algunas cactáceas globosas del género *Mammillaria*.

Las epífitas existentes son principalmente especies del género *Tillandsia*, destacando *T. usneoides* y algunas orquídeas del género *Encyclia*.

El estrato herbáceo es escaso, principalmente por que las hojas de los encinos caen y cubren el suelo, impidiendo la germinación y desarrollo de las hierbas. Las especies predominantes son *Aristida adscensionis*, *Bouteloua repens*, *Commelina erecta*, *Crusea coccinea*, *Mitracarpus hirtus*, *Tagetes lucida* y *Stevia subpubescens*.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

En el Polígono 2, que abarca una superficie de 2.31 ha, se desarrollan los siguientes tipos de vegetación. La vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia en el predio está representada principalmente por árboles de porte bajo, que alcanzan alturas de entre 5 y 7 m. Las principales especies pertenecen al género *Bursera*, como *Bursera bipinnata*, *B. excelsa*, *B. fagaroides*, *B. galeottiana* y *B. schlechtendalii*, acompañadas por *Quercus glaucooides*, que es una especie que prolifera en sitios abiertos y calurosos. Otros árboles con menor densidad son *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia orthocarpa*, *Heliocarpus terebinthinaceus* y *Pseudosmodingium andrieuxii*.

El estrato arbustivo es abundante, sobre todo en los sitios más perturbados; las especies dominantes son *Calliandra houstoniana*, *Cnidocolus multilobus*, *Coursetia glandulosa*, *Desmodium orbiculare*, *Dodonaea viscosa*, *Erythroxylum rotundifolium*, *Iresine difusa*, *Jatropha andrieuxii*, *Lippia origanoides*, *Mimosa albida*, *Senna villosa* y *Wimmeria pubescens*. Otras especies existentes en el estrato arbustivo son las Agaváceas y Cactáceas, que le dan un aspecto particular a este estrato; las principales especies son *Agave angustifolia*, *A. marmorata*, *A. potatorum*, *Opuntia pubescens* y *Opuntia streptacantha*.

El estrato herbáceo es muy cambiante, ya que en esta selva estacionalmente seca en época de lluvias las hierbas proliferan abundantemente y en época de secas tienen a desaparecer. Las principales especies son *Commelina erecta*, *Crusea coccinea*, *Echeandia vestita*, *Elytraria imbricata*, *Lantana camara*, *Mammillaria sp.*, *Melochia tomentosa*, *Polygala purpusii* y *Zinnia peruviana*.

El grado de perturbación en este polígono es evidente, ya que en la mayor parte de la superficie solo existen algunos árboles aislados, principalmente de *Bursera excelsa* y *Leucaena esculenta*. Hacia la porción noroeste del predio, donde se forman unas cañadas, la vegetación está más conservada, principalmente por las pendientes pronunciadas que existen. Las especies arbóreas dominantes alcanzan alturas de 5 a 8 m, aunque predominan los de porte bajo; las principales especies son *Bursera excelsa*, *Bursera schlechtendalii*, *Eysenhardtia orthocarpa*, *Lysiloma divaricatum* y *Wimmeria pubescens*.

No existe ninguna especie en alguna categoría de riesgo en los dos polígonos estudiados

## **FAUNA**

Para la caracterización de la fauna silvestre en el sistema ambiental y en el área del proyecto,

### **Sistema ambiental.**

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del Sistema Ambiental, resultado de los muestreos, está conformada por 4 Clases, 13 Ordenes, 34 Familias, 51 géneros y 60 especies. La clase más diversa fue el

de las Aves contenida en 8 Ordenes, 20 Familias, 31 géneros y 39 especies, la Clase Mammalia está distribuida en 3 Ordenes, 6 Familias, 8 géneros y 8 especies, la Clase Reptilia está representada por 1 Orden 7 Familias, 10 géneros y 11 especies y por último la Clase Amfibia que está distribuida en 1 Orden, 1 Familia, 2 Géneros y 2 Especies.

De los muestreos realizados para las 4 clases se registró un total de 611 individuos, de los cuales el 58.4% corresponde a el grupo de las aves, el 8.8 % corresponde a la Clase de los mamíferos, el 8.5 % restante corresponde al grupo de los reptiles y el 24.2% restante corresponde a la Clase de los anfibios.

Se puede observar que el grupo más abundante es el de las aves debido a su alta movilidad, siguiendo del grupo de los anfibios que, aunque fuero dos especies, los registros obtenidos fue muy alto debido a que en la zona se encontró una presa con agua que propicio su abundancia, después sigue el grupo de los mamíferos con un valor de 8.8 y los reptiles que tuvieron un valor de 8.5% del total registrado.

#### **Especies en estatus en el Sistema Ambiental.**

En el análisis del se encontraron 7 especies dentro de alguna categoría de la NOM-059, dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentran dos especies, el Colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), una especie en Peligro de extincion (P) Tigrillo (*Leopardus wiedii*), Cuatro especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada (*Salvadora lemniscata*), la culebra de collar (*Tantilla rubra*), la salamaquesa (*Phyllodactylus muralis*) y la rana ladrona (*Eleutherodactylus nitidus*).

En el compendio de la CITEs se encontraron 5 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), el tejon (*Nasua narica*), el colibrí verde (*Archilochus colubris*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

#### **Área del proyecto.**

##### **- Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del Proyecto, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 12 Ordenes, 25 Familias, 31 géneros y 32 especies. La clase de Aves está contenida en 7 Ordenes, 15 Familias, 19 géneros y 20 especies, seguida de la Clase Mammalia que está distribuida en 3 Ordenes, 5 Familias, 6 géneros y 6 especies, la Clase Reptilia está representada por 1 Orden 5 Familias, 6 géneros y 6 especies.

De los muestreos realizados para las 3 clases se registró un total de 94 individuos, de los cuales el 79.8 % corresponde a el grupo de las aves, el 13.8 % corresponde a la Clase de los mamíferos, destacando que en este grupo la mayor parte de registros fue en excretas y huellas, el 6.4 % restante corresponde al grupo de los reptiles.

Se puede observar que el grupo más abundante es el de las aves debido a su alta movilidad, siguiendo el de los mamíferos, que, al estar en un área abierta y aislada, se pueden obtener su presencia en la zona, el último grupo del de los reptiles, este grupo tuvo pocos registros debido a la incidencia del clima frio.

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del polígono 2, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 10 Ordenes, 18 Familias, 19 géneros y 22 especies. La clase de Aves está contenida en 8 Ordenes, 13 Familias, 14 géneros y 17 especies, seguida de la Clase Reptilia que está distribuida en 1 Ordenes, 2 Familias, 2 géneros y 2 especies, la Clase Mammalia está representada por 2 Orden 2 Familias, 3 géneros y 3 especies.

Entre las 3 clases se registró un total de 64 individuos, de los cuales el 76.6 % corresponde a el grupo de las aves, el 12.5 % corresponde a la Clase de los reptiles y el 10.9 % corresponde al grupo de los mamíferos. Como puede observarse el grupo más abundante fue el de las aves, dado a que, tienen una alta movilidad y son las que más aprovechan árboles en cercos o áreas abiertas donde se asolean en busca de comida, el siguiente grupo fue el de los reptiles que tuvo más abundancia debido a los espacios abiertos y sus asoleaderos, al final los mamíferos que en el día no se registraron pero en la noche atraviesan estas áreas, por lo que se presentaron algunos avistamientos y se encontraron algunas huellas además de ser registrados por las cámaras trampa.

**Especies en estatus del área del proyecto**

Se encontraron 3 especies dentro de alguna categoría de la NOM-059, dentro de la categoría de Amenazada (A) se encuentra el Colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), y dos especies en la categoría de Protección especial (Pr) culebra rayada (*Salvadora lemniscata*) y culebra de collar (*Tantilla rubra*). En el compendio de la CITEs se encontraron 3 especies en el Apéndice II, el colibrí frente verde (*Ramosomyia viridifrons*), el Puma (*Puma concolor*) y el tejón (*Nasua narica*).

**PAISAJE**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de valoración de las condiciones características del sistema ambiental se determinó que presenta una calidad visual **media** con Calificación de 15, ya que el paisaje que se visualiza dentro del sistema ambiental se encuentra perturbado en sus componentes o factores que lo caracteriza, los cuales van desapareciendo conforme se incrementa la presencia de estructuras y personas mismos que fueron limitando el desplazamiento y diversidad de la fauna y flora silvestres.

**CONCLUSIÓN.**

El escenario actual en el área del proyecto, se determinar que en ambos polígonos se presenta un estado de conservación mediano en cuanto a la vegetación nativa, ya que se presentan especies características de cada tipo de vegetación pero también especies de amplia distribución consideradas como invasoras u oportunistas, en ambos polígonos de estudio se realiza la actividad humana de extracción de leña para

consumo local y el uso de pequeñas áreas para el cultivo de agave y de cultivos de temporada como es el maíz, frijol etc., así mismo se realiza el pastoreo de ganado en el área, a una escala menor, siendo principalmente de ganado vacuno y asnal.

Por estar en la zona de la sierra y con áreas extensas de vegetación nativa, la presencia de fauna es amplia y diversa, presentándose tanto especies de amplia distribución como especies endémicas y de importancia ecológica, lo que hace a la zona de estudio, un corredor de fauna nativa hacia las zonas altas de la sierra.

## **VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.**

En el primer apartado de este capítulo se describieron los factores bióticos y abióticos del Sistema Ambiental y del área del Proyecto visto desde sus condiciones actuales, sin la ejecución del Proyecto. En este apartado, el escenario a describir consiste en analizar las condiciones bióticas y abióticas del Sistema Ambiental y del área del Proyecto con las obras y actividades que involucra la ejecución del proyecto, describiendo únicamente los componentes ambientales que sufren cambios en relación a las condiciones actuales por la ejecución del proyecto, las cuales se describen a continuación.

### **EDAFOLOGIA Y DEGRADACION.**

Por el tipo de proyecto que se realizará el tipo de suelo que está presente en el área del proyecto, no se verá afectado

Lo que se verá afectado es el factor de degradación o la erosión del mismo.

Este volumen de suelo que se erosiona es el que se espera después de haberse terminado con las etapas de preparación del sitio (Cambio de uso de suelo), que por lo general es mayor al que se produce en las condiciones actuales del área de estudio. El calculo que se presenta en el escenario 2, se presenta por el área total de los dos polígonos que es de 20.29 hectáreas ( 202,979.99 metros cuadrados), estos debido a que ambos sitios presentan condiciones generales, se ubican dentro del mismo rango de la pendiente y ya no contarán con vegetación nativa.

Debido a que las condiciones ambientales son las mismas que en el escenario de condiciones o del escenario 1, los siguientes componentes de la formula permanecen iguales :

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>PECRE=</b>                              | <b>71.49</b>    |
| <b>IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875=</b>   | <b>65.59</b>    |
| <b>IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.4689)=</b> | <b>106.0700</b> |
| <b>CAERO =</b>                             | <b>1.0</b>      |
| <b>CATEX =</b>                             | <b>0.1</b>      |
| <b>CATOP=</b>                              | <b>3.50.</b>    |

### **CAUSO**

Este componente, al momento de ejecutarse el retiro de vegetación, se determina nuevamente su valor en base al siguiente cuadro:

Cuadro VII. 4. Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |
| Bosque de pino – encino  | 0.10  |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria   | 0.11  |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical  | 0.11  |
| Cuerpo de agua   | 0.00  |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos  | 0.15  |
| Matorral desértico corosetófilo  | 0.15  |
| Mezquital  | 0.15  |
| Vegetación secundaria arbustiva y herbácea   | 0.13  |
| Pastizal halófilo  | 0.12  |
| Pastizal inducido y agroforestería   | 0.12  |
| Pastizal natural y sabana  | 0.12  |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería  | 0.40  |
| Vegetación de galería  | 0.10  |
| Vegetación halófila  | 0.12  |

Una vez que se haya retirado toda la vegetación de los predios, se consideró sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería, con el valor de:

**CAUSO = 0.40**

**Escenario 2. Estimación de la pérdida de suelo con la ejecución del cambio de uso de suelo.**

Cuadro VII. 5. Parámetros para el cálculo de erosión con el Proyecto

| Escenario 2          |
|----------------------|
| <b>PECRE= 71.49</b>  |
| <b>IALUU = 65.59</b> |

|  |
|--|
| <p><b>IAVIE = 106.07</b><br/> <b>CAERO = 1.0</b><br/> <b>CATEX = 0.1</b><br/> <b>CATOP = 3.5</b><br/> <b>CAUSO = 0.40</b></p>  |
| <p><b><math>E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO</math></b><br/> <b><math>E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.40</math></b><br/> <b><math>E_H = 9.183</math></b></p> <p><b><math>E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO</math></b><br/> <b><math>E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.40</math></b><br/> <b><math>E_{EO} = 4.243</math></b></p> <p><b><math>E_T = E_H + E_{EO}</math></b><br/> <b><math>E_T = 9.183 + 4.243</math></b><br/> <b><math>E_T = 13.43</math></b></p> |

Tenemos como resultado en el escenario 2:

- Erosión hídrica se aumentaría a un total de : **9.183 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), sería de 186.32 toneladas por año, catalogada como **ALTA**.
- Erosión eólica se aumentará con el desmonte: **4.243 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), sería de 86.08 ton por año, catalogada como **MODERADA**.
- La estimación total considera en el predio es de **13.43 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), será de 272.40 ton por año, catalogada en el cuadro como **MUY ALTA**.

Cuadro VII. 6. Datos de la erosión en el escenario con CUS ejecutado.

| <b>DATOS</b>                              | <b>CON CUS</b>        |
|---|-----------------------|
|   | <b>POLÍGONO 1 Y 2</b> |
| Superficie total del predio (m2)          | 202,979.99            |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha) | 20.29                 |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)       | 9.183                 |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)        | 4.243                 |

| DATOS  | CON CUS        |
|--|----------------|
|  | POLÍGONO 1 Y 2 |
| Erosión hídrica actual en el área de CUS (ton/año) | 186.32         |
| Erosión eólica actual en el área de CUS (ton/año)  | 86.08          |
| Erosión total                                      | 272.40         |

**Tenemos entonces, una vez efectuado el cambio de uso de suelo y despalme la erosión total del predio aumentara a 272.40 toneladas al año.**

### HIDROLOGÍA

El cálculo que se presenta en el escenario 2 con la ejecución del proyecto una vez que se realice el derribo de vegetación y el cambio de suelo, el presente cálculo se presenta por el área total de los dos polígonos que es de 20.29 hectáreas ( 202,979.99 metros cuadrados), se proyecta lo siguiente:

**Evapotranspiración ETR= 472.23 mm/año** (Mismo valor usado en el cálculo de condiciones actuales)

Debido a que se realiza el retiro de la vegetación, el valor de “K” se modifica, en base a lo siguiente:

Cuadro VII. 7. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

| VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO. |  |      |      |
|---|--|------|------|
| A   | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos  |      |      |
| B   | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos |      |      |
| C   | Suelos casi impermeables, tales como arenas y loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas   |      |      |
| USO DEL SUELO                                     | TIPO DE SUELO  |      |      |
|   | A  | B    | C    |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas               | 0.26   | 0.28 | 0.30 |
| Cultivos:   |  |      |      |
| En hilera   | 0.24   | 0.27 | 0.30 |
| legumbres o rotación de pradera                   | 0.24   | 0.27 | 0.30 |

| <b>VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO.</b> |      |      |      |
|--|------|------|------|
| Granos Pequeños  | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo                |      |      |      |
| más del 75% - poco                                       | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| Del 50 al 75% - Regular                                  | 0.20 | 0.24 | 0.30 |
| Menos del 50% - Excesivo                                 | 0.24 | 0.28 | 0.30 |
| Bosque:  |      |      |      |
| Cubierto más del 75%                                     | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75%                                   | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50%                                   | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25%                                   | 0.22 | 0.28 | 0.30 |
| Zonas urbanas  | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Camino   | 0.27 | 0.30 | 0.33 |
| Pradera permanente                                       | 0.18 | 0.24 | 0.30 |

Para el área del estudio en el escenario con proyecto se clasificó como un suelo permeable tipo "C", con un uso del suelo correspondiente a BARBECHOS, AREAS INCULTAS O DESNUDAS, dando un valor de K de 0.30, como el valor de K es mayor a 0.15 se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor de Coeficiente de escurrimiento:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$$

$$Ce = 0.30 (468.2-250) / 2000 + (0.30-0,15) / 1.5$$

$$Ce: 0.13$$

Para obtener el volumen de escurrimiento se sustituyen los valores de acuerdo con la siguiente formula:

$$Ve = Ce * P * A$$

$$Ve = 0.13 * 468.20 * 1.00$$

$$Ve = 62.14 \text{ mm/ha}$$

- Proyecto Escenario con ejecución del cambio de uso de suelo

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Ve$$

$$\text{Infiltración} = (468.20\text{mm/año}) - (472.23\text{mm/año}) - (62.14 \text{ mm/ha})$$

$$\text{Infiltración Total} = -66.17 \text{ mm/ha/año}$$

Cuadro VII. 8. Volumen de infiltración en el área del proyecto una vez efectuado el cambio de uso de suelo.

| ESCENARIOS  | ÁREAS POR TIPO DE VEGETACIÓN         | K    | % DE SUPERFICIE                      | SUPERFICIE HA | CE   | VE mm/ha | INFILTRACIÓN mm/ha/año |
|---|--------------------------------------|------|--------------------------------------|---------------|------|----------|------------------------|
| Escenario 2<br>(Con ejecución de cambio de uso de suelo ) | Barbechos, áreas incultas o desnudas | 0.30 | Barbechos, áreas incultas o desnudas | 20.29         | 0.13 | 62.14    | -66.17                 |

**En las condiciones originales del predio, no se presenta una infiltración en el área de estudio por las condiciones edafológicas y geológicas presentes, con la ejecución del cambio de uso de suelo, en base a las fórmulas se incrementará el agua que se escurrirá, continuando con un valor negativo en el dato de infiltración.**

**VEGETACION.**

Con la remoción de la vegetación nativa en las dos áreas del proyecto evaluadas, la afectación será: Se estima que, en los dos polígonos de Cambio de Uso de suelo, que sumen un total de 20.29 hectáreas se removerán un total de 1,022.61 m<sup>3</sup>ta.

Cuadro VII. 9. Volumen forestal proyectado en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 1.

| POLIGONO 1  | SUPERFICIE (Ha) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA) |
|-------------|-----------------|------------------------------|
| MUESTREO    | 0.40            | 21.417                       |
| AREA DE CUS | 17.99           | 963.230                      |

Cuadro VII. 10. Volumen total de árboles a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 1.

| <b>ARBOLES</b>                       |                                |                                |                                 |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>             | <b>DENSIDAD EN<br/>0.40 HA</b> | <b>DENSIDAD<br/>EN 1.00 HA</b> | <b>DENSIDAD EN<br/>17.99 HA</b> |
| <i>Acacia pennatula</i>              | 2                              | 5                              | 90                              |
| <i>Arctostaphylos pungens</i>        | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Bursera fagaroides</i>            | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Bursera galeottiana</i>           | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Comarostaphylis polifolia</i>     | 3                              | 8                              | 135                             |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>       | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Juniperus flaccida</i>            | 7                              | 18                             | 315                             |
| <i>Leucaena esculenta</i>            | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Nolina parviflora</i>             | 3                              | 8                              | 135                             |
| <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Pinus teocote</i>                 | 1                              | 3                              | 45                              |
| <i>Quercus glaucoides</i>            | 101                            | 253                            | 4,542                           |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>         | 127                            | 318                            | 5,712                           |
| <i>Rhus schiedeana</i>               | 11                             | 28                             | 495                             |
| <i>Wimmeria pubescens</i>            | 5                              | 13                             | 225                             |
| <b>TOTALES</b>                       | <b>266</b>                     | <b>665</b>                     | <b>11,963</b>                   |

Cuadro VII. 11. Volumen total de arbustos a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 1.

| <b>ARBUSTOS</b>                    |                                |                                |                                 |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>           | <b>DENSIDAD EN<br/>0.05 HA</b> | <b>DENSIDAD<br/>EN 1.00 HA</b> | <b>DENSIDAD EN<br/>17.99 HA</b> |
| <i>Acacia pennatula</i>            | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Agave marmorata</i>             | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Agave potatorum</i>             | 9                              | 180                            | 3,238                           |
| <i>Ageratina espinosarum</i>       | 25                             | 500                            | 8,995                           |
| <i>Ageratum corymbosum</i>         | 43                             | 860                            | 15,471                          |
| <i>Arctostaphylos pungens</i>      | 3                              | 60                             | 1,079                           |
| <i>Baccharis sordescens</i>        | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Bouvardia longiflora</i>        | 8                              | 160                            | 2,878                           |
| <i>Bursera fagaroides</i>          | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Bursera galeottiana</i>         | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Bursera schlechtendalii</i>     | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Calliandra houstoniana</i>      | 15                             | 300                            | 5,397                           |
| <i>Coursetia glandulosa</i>        | 7                              | 140                            | 2,519                           |
| <i>Critoniopsis salicifolia</i>    | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Dodonaea viscosa</i>            | 63                             | 1,260                          | 22,667                          |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i>  | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>     | 7                              | 140                            | 2,519                           |
| <i>Indigofera platycarpa</i>       | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Leucaena esculenta</i>          | 8                              | 160                            | 2,878                           |
| <i>Lippia organoides</i>           | 28                             | 560                            | 10,074                          |
| <i>Lysiloma divaricata</i>         | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Melochia tomentosa</i>          | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Mimosa albida</i>               | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Mimosa lactiflua</i>            | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Nolina parviflora</i>           | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Opuntia pubescens</i>           | 4                              | 80                             | 1,439                           |
| <i>Opuntia streptacantha</i>       | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Pseudognaphalium attenuatum</i> | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Quercus glaucooides</i>         | 5                              | 100                            | 1,799                           |
| <i>Quercus magnoliifolia</i>       | 20                             | 400                            | 7,196                           |
| <i>Rhus schiedeana</i>             | 22                             | 440                            | 7,916                           |
| <i>Salvia elegans</i>              | 2                              | 40                             | 720                             |
| <i>Senna villosa</i>               | 1                              | 20                             | 360                             |
| <i>Stevia subpubescens</i>         | 10                             | 200                            | 3,598                           |
| <i>Wimmeria pubescens</i>          | 15                             | 300                            | 5,397                           |
| <b>TOTALES</b>                     | <b>317</b>                     | <b>6,340</b>                   | <b>114,057</b>                  |

Cuadro VII. 12. Volumen total de herbáceas a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 1.

| <b>HERBACEAS</b>              |                                  |                                |                                 |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>      | <b>DENSIDAD EN<br/>0.0020 HA</b> | <b>DENSIDAD<br/>EN 1.00 HA</b> | <b>DENSIDAD EN<br/>17.99 HA</b> |
| <i>Aristida adscensionis</i>  | 28                               | 14,000                         | 251,860                         |
| <i>Calliandra houstoniana</i> | 5                                | 2,500                          | 44,975                          |
| <i>Commelina erecta</i>       | 3                                | 1,500                          | 26,985                          |
| <i>Desmodium procumbens</i>   | 5                                | 2,500                          | 44,975                          |
| <i>Dodonaea viscosa</i>       | 2                                | 1,000                          | 17,990                          |
| <i>Echeandia vestita</i>      | 5                                | 2,500                          | 44,975                          |
| <i>Euphorbia hyssopifolia</i> | 7                                | 3,500                          | 62,965                          |
| <i>Herissantia crispa</i>     | 1                                | 500                            | 8,995                           |
| <i>Juniperus flacida</i>      | 1                                | 500                            | 8,995                           |
| <i>Melochia tomentosa</i>     | 6                                | 3,000                          | 53,970                          |
| <i>Mimosa lactiflua</i>       | 1                                | 500                            | 8,995                           |
| <i>Mitracarpus hirtus</i>     | 20                               | 10,000                         | 179,900                         |
| <i>Muhlenbergia rigida</i>    | 7                                | 3,500                          | 62,965                          |
| <i>Polygala purpusii</i>      | 44                               | 22,000                         | 395,780                         |
| <i>Sida abutilifolia</i>      | 4                                | 2,000                          | 35,980                          |
| <i>Zinnia peruviana</i>       | 1                                | 500                            | 8,995                           |
| <b>TOTALES</b>                | <b>140</b>                       | <b>70,000</b>                  | <b>1,259,300</b>                |

Cuadro VII. 13. -. Volumen forestal proyectado en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 2

| <b>POLIGONO 2</b>  | <b>SUPERFICIE (Ha)</b> | <b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>RTA)</b> |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|
| <b>MUESTREO</b>    | 0.10                   | 2.5706                            |
| <b>AREA DE CUS</b> | 2.31                   | 59.381                            |

Cuadro VII. 14. Volumen total de árboles a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 2.

| <b>ARBOLES</b>                    |                            |                            |                             |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>          | <b>DENSIDAD EN 0.10 HA</b> | <b>DENSIDAD EN 1.00 HA</b> | <b>DENSIDAD EN 02.31 HA</b> |
| <i>Bursera excelsa</i>            | 3                          | 30                         | 69                          |
| <i>Bursera schlechtendalii</i>    | 4                          | 40                         | 92                          |
| <i>Croton fantzianus</i>          | 1                          | 10                         | 23                          |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 7                          | 70                         | 162                         |
| <i>Eysenhardtia orthocarpa</i>    | 2                          | 20                         | 46                          |
| <i>Krameria pauciflora</i>        | 1                          | 10                         | 23                          |
| <i>Leucaena esculenta</i>         | 12                         | 120                        | 277                         |
| <i>Lysiloma divaricata</i>        | 7                          | 70                         | 162                         |
| <i>Malpighia mexicana</i>         | 1                          | 10                         | 23                          |
| <i>Senna atomaria</i>             | 2                          | 20                         | 46                          |
| <i>Wimmeria pubescens</i>         | 7                          | 70                         | 162                         |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>         | 1                          | 10                         | 23                          |
| <b>TOTALES</b>                    | <b>48</b>                  | <b>480</b>                 | <b>1,109</b>                |

Cuadro VII. 15. Volumen total de arbustos a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 2.

| <b>ARBUSTOS</b>                   |                              |                            |                             |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>          | <b>DENSIDAD EN 0.0125 HA</b> | <b>DENSIDAD EN 1.00 HA</b> | <b>DENSIDAD EN 02.31 HA</b> |
| <i>Ageratina espinosarum</i>      | 5                            | 400                        | 924                         |
| <i>Ageratum corymbosum</i>        | 14                           | 1,120                      | 2,587                       |
| <i>Cascabela ovata</i>            | 2                            | 160                        | 370                         |
| <i>Coursetia glandulosa</i>       | 12                           | 960                        | 2,218                       |
| <i>Croton fantzianus</i>          | 2                            | 160                        | 370                         |
| <i>Croton mazapensis</i>          | 3                            | 240                        | 554                         |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 1                            | 80                         | 185                         |
| <i>Euphorbia schlechtendalii</i>  | 12                           | 960                        | 2,218                       |
| <i>Iresine diffusa</i>            | 5                            | 400                        | 924                         |
| <i>Jatropha neopauciflora</i>     | 1                            | 80                         | 185                         |
| <i>Lantana camara</i>             | 2                            | 160                        | 370                         |
| <i>Lippia origanoides</i>         | 8                            | 640                        | 1,478                       |

|                                    |           |              |               |
|------------------------------------|-----------|--------------|---------------|
| <i>Lysiloma divaricata</i>         | 1         | 80           | 185           |
| <i>Malpighia mexicana</i>          | 3         | 240          | 554           |
| <i>Melochia tomentosa</i>          | 1         | 80           | 185           |
| <i>Mimosa lactiflua</i>            | 7         | 560          | 1,294         |
| <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> | 1         | 80           | 185           |
| <i>Stachytarpetta mutabilis</i>    | 2         | 160          | 370           |
| <i>Viguiera eriophora</i>          | 1         | 80           | 185           |
| <i>Wimmeria pubescens</i>          | 6         | 480          | 1,109         |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>          | 2         | 160          | 370           |
| <b>TOTALES</b>                     | <b>91</b> | <b>7,280</b> | <b>16,817</b> |

Cuadro VII. 16. Volumen total de herbáceas a remover en el predio sujeto a cambio de uso del suelo del polígono 2.

| HERBACEAS                    |                          |                        |                         |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| NOMBRE CIENTIFICO            | DENSIDAD EN<br>0.0005 HA | DENSIDAD EN<br>1.00 HA | DENSIDAD EN<br>02.31 HA |
| <i>Ageratina espinosarum</i> | 7                        | 14,000                 | 32,340                  |
| <i>Ageratum corymbosum</i>   | 5                        | 10,000                 | 23,100                  |
| <i>Aristida adscensionis</i> | 6                        | 12,000                 | 27,720                  |
| <i>Bouteloua repens</i>      | 4                        | 8,000                  | 18,480                  |
| <i>Coursetia glandulosa</i>  | 3                        | 6,000                  | 13,860                  |
| <i>Mentzelia aspera</i>      | 4                        | 8,000                  | 18,480                  |
| <i>Porophyllum ruderale</i>  | 1                        | 2,000                  | 4,620                   |
| <i>Sida abutilifolia</i>     | 1                        | 2,000                  | 4,620                   |
| <i>Tagetes lucida</i>        | 5                        | 10,000                 | 23,100                  |
| <i>Zinnia peruviana</i>      | 2                        | 4,000                  | 9,240                   |
| <b>TOTALES</b>               | <b>38</b>                | <b>76,000</b>          | <b>175,560</b>          |

## FAUNA

Una vez efectuado el cambio de uso de suelo y el retiro de la vegetación en los dos polígonos, en base a los trabajos de campo realizados, se verán afectados

### Vertebrados registrados

- **Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del Proyecto, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 12 Ordenes, 25 Familias, 31 géneros y 32 especies. La clase de Aves está contenida en 7 Ordenes, 15 Familias, 19 géneros y 20 especies, seguida de la Clase Mammalia que está distribuida en 3 Ordenes, 5 Familias, 6 géneros y 6 especies, la Clase Reptilia está representada por 1 Orden 5 Familias, 6 géneros y 6 especies. En la siguiente gráfica se presentan, la comparación por clase de las especies registradas durante el estudio en el área del proyecto.

De los muestreos realizados para las 3 clases se registró un total de 94 individuos, de los cuales el 79.8 % corresponde a el grupo de las aves, el 13.8 % corresponde a la Clase de los mamíferos, destacando que en este grupo la mayor parte de registros fue en excretas y huellas, el 6.4 % restante corresponde al grupo de los reptiles.

Se puede observar que el grupo más abundante es el de las aves debido a su alta movilidad, siguiendo el de los mamíferos, que, al estar en un área abierta y aislada, se pueden obtener su presencia en la zona, el último grupo del de los reptiles, este grupo tuvo pocos registros debido a la incidencia del clima frío.

En el siguiente cuadro se muestra la comparación de registros y especies obtenidos en el muestreo que se llevó a cabo en el área del proyecto.

Cuadro VII. 17. -. Especies y Registros obtenidos en el área del Polígono 1

| CLASE     | ABUNDANCIA | RIQUEZA | %    |
|-----------|------------|---------|------|
| Aves      | 75         | 20      | 79.8 |
| Mamíferos | 13         | 6       | 13.8 |
| Reptiles  | 6          | 6       | 6.4  |
| Anfibios  | 0          | 0       | 0.0  |

En el siguiente gráfico se muestra la comparación entre la riqueza y la abundancia obtenida para el área del Polígono 1.

Cuadro VII. 18. Especies encontradas en el Área del Polígono 1

| CLASE | ORDEN          | FAMILIA     | ESPECIE                 | NOMBRE COMÚN         |
|-------|----------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Aves  | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i>   | Zopilote cabeza roja |
|       |                |             | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote             |
|       | Columbiformes  | Columbidae  | <i>Columbina inca</i>   | Tortolita            |
|       |                |             | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma ala blanca    |

|           |                |                 |                                 |                        |
|-----------|----------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|
|           | Cuculiformes   | Cuculidae       | <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos           |
|           | Galliformes    | Cracidae        | <i>Ortalis poliocephala</i>     | Chachalaca             |
|           | Passeriformes  | Corvidae        | <i>Aphelocoma woodhouseii</i>   | chara                  |
|           |                |                 | <i>Corvus corax</i>             | Cuervo                 |
|           |                | Fringillidae    | <i>Spinus psaltria</i>          | Jilguerito             |
|           |                | Icteridae       | <i>Icterus pustulatus</i>       | Calandria dorso rayado |
|           |                | Passerillidae   | <i>Peucaea mystacalis</i>       | Zacatonero embricado   |
|           |                | Poliopitidae    | <i>Poliopitila cerulea</i>      | Perlita gris           |
|           |                | Ptilioglonidae  | <i>Ptiliogonys cinereus</i>     | chinito                |
|           |                | Thraupidae      | <i>Sporophila torqueola</i>     | semillerito            |
|           |                | Tyrannidae      | <i>Empidonax minimus</i>        | Mosquerito             |
|           |                |                 | <i>Empidonax oberholseri</i>    | Mosquerito matorralero |
|           |                | Virionidae      | <i>Vireo philadelphicus</i>     | Vireo de philadelphia  |
|           | Piciformes     | Picidae         | <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano    |
|           |                |                 | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero             |
|           | Trochiliformes | trochilidae     | <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde   |
| Mamíferos | Artiodactyla   | Cervidae        | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca     |
|           | Carnivora      | Canidae         | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris             |
|           |                | Felidae         | <i>Puma concolor</i>            | puma                   |
|           |                | Procyonidae     | <i>Bassariscus astutus</i>      | cacomixtle             |
|           |                |                 | <i>Nasua narica</i>             | Tejon                  |
|           | Lagomorpha     | Leporidae       | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte        |
| Reptiles  | Squamata       | colubridae      | <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada         |
|           |                |                 | <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar      |
|           |                | Iguanidae       | <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa     |
|           |                | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija              |
|           |                | Scinidae        | <i>Marisora syntoma</i>         | eslizón de tehuantepec |
|           |                | Teiidae         | <i>Aspidozelis deppii</i>       | Huico siete líneas     |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

### Vertebrados registrados en el Área del Proyecto

La riqueza de vertebrados terrestres en el área del polígono 2, resultado de los muestreos, está conformada por solo 3 de las 4 Clases, 10 Ordenes, 18 Familias, 19 géneros y 22 especies. La clase de Aves está contenida en 8 Ordenes, 13 Familias, 14 géneros y 17 especies, seguida de la Clase Reptilia que está

distribuida en 1 Ordenes, 2 Familias, 2 géneros y 2 especies, la Clase Mammalia está representada por 2 Orden 2 Familias, 3 géneros y 3 especies.

En la siguiente gráfica se presentan, la comparación por clase de las especies registradas durante el estudio en el área del proyecto.

Entre las 3 clases se registró un total de 64 individuos, de los cuales el 76.6 % corresponde a el grupo de las aves, el 12.5 % corresponde a la Clase de los reptiles y el 10.9 % corresponde al grupo de los mamíferos. En el siguiente cuadro se muestra la comparación de registros y especies obtenidos en el muestreo que se llevó a cabo en el área del proyecto.

Cuadro VII. 19. Especies y Registros obtenidos en el área del Proyecto.

| CLASE     | RIQUEZA | ABUNDANCIA | %    |
|-----------|---------|------------|------|
| Aves      | 17      | 49         | 76.6 |
| Mamíferos | 3       | 8          | 12.5 |
| Reptiles  | 2       | 7          | 10.9 |

Como puede observarse el grupo más abundante fue el de las aves, dado a que, tienen una alta movilidad y son las que más aprovechan árboles en cercos o áreas abiertas donde se asolean en busca de comida, el siguiente grupo fue el de los reptiles que tuvo más abundancia debido a los espacios abiertos y sus asoleaderos, al final los mamíferos que en el día no se registraron pero en la noche atraviesan estas áreas, por lo que se presentaron algunos avistamientos y se encontraron algunas huellas además de ser registrados por las cámaras trampa.

De los datos obtenidos, en el siguiente cuadro se muestran las especies que se encontraron en el Área del Proyecto.

Cuadro VII. 20. Especies encontradas en el Área del Polígono 2

| CLASE | ORDEN          | FAMILIA      | ESPECIE                     | NOMBRE COMÚN         |
|-------|----------------|--------------|-----------------------------|----------------------|
| Aves  | Cathartiformes | Cathartidae  | <i>Cathartes aura</i>       | Zopilote cabeza roja |
|       |                |              | <i>Coragyps atratus</i>     | Zopilote             |
|       | Columbiformes  | Columbidae   | <i>Columbina inca</i>       | Tortolita            |
|       |                |              | <i>Zenaida asiatica</i>     | Paloma ala blanca    |
|       | Cuculiformes   | Cuculidae    | <i>Geococcyx velox</i>      | Correcaminos         |
|       | Galliformes    | Cracidae     | <i>Ortalis poliocephala</i> | Chachalaca           |
|       | Passeriformes  | Fringillidae | <i>Euphonia affinis</i>     |                      |

|                  |                   |                 |                                  |                        |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------|
|                  |                   |                 | <i>Spinus psaltria</i>           | Jilguerito             |
|                  |                   | Icteridae       | <i>Icterus pustulatus</i>        | Calandria dorso rayado |
|                  |                   | Passerillidae   | <i>Peucaea mystacalis</i>        | Zacatonero embricado   |
|                  |                   | Poliophtilidae  | <i>Poliophtila cerulea</i>       | Perlita gris           |
|                  |                   | Troglodytidae   | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> |                        |
|                  |                   | Tyrannidae      | <i>Empidonax minimus</i>         | Mosquerito             |
|                  |                   |                 | <i>Empidonax oberholseri</i>     | Mosquerito matorralero |
|                  |                   | Virionidae      | <i>Vireo philadelphicus</i>      | Vireo de philadelphia  |
|                  | <b>Piciformes</b> | Picidae         | <i>Dryobates scalaris</i>        | Carpintero mexicano    |
|                  |                   |                 | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | Carpintero             |
| <b>Mamíferos</b> | <b>Carnivora</b>  | Canidae         | <i>Urocyon cinereoargenteus</i>  | Zorra gris             |
|                  |                   | Procyonidae     | <i>Bassariscus astutus</i>       | cacomixtle             |
|                  | <b>Lagomorpha</b> | Leporidae       | <i>Sylvilagus floridanus</i>     | Conejo de monte        |
| <b>Reptiles</b>  | <b>Squamata</b>   | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>      | Lagartija              |
|                  |                   | Teiidae         | <i>Aspidozelis deppii</i>        | Huico siete líneas     |

## PAISAJE

Una vez que se realice el cambio de uso de suelo y el retiro de la vegetación, el paisaje cambiara

Cuadro VII. 21. Evaluación de la calidad visual.

| Factor                                   | Características                             | Calificación | Total, UP |
|--|---|--------------|-----------|
| <b>Vegetación (densidad)</b>             | Sin vegetación                              | 1            | 1         |
|  | Selva mediana subcaducifolia secundario     | 2            |           |
|  | Selva mediana subcaducifolia primario       | 3            |           |
| <b>Vegetación (Diversidad)</b>           | Alta  | 3            | 1         |
|  | Media                                       | 2            |           |
|  | Baja  | 1            |           |
| <b>Morfología topografía (pendiente)</b> | Plano                                       | 1            | 2         |
|  | Medio                                       | 2            |           |
|  | Abrupto                                     | 3            |           |
| <b>Singularidad</b>                      | Paisaje singular notable                    | 3            | 1         |
|  | Paisaje de importancia visual pero habitual | 2            |           |

|                                   |   |                |    |
|-----------------------------------|---|----------------|----|
|                                   | Paisaje común                                     | 1              |    |
| <b>Fondo escénico</b>             | Alta  | 3              | 1  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Baja  | 1              |    |
| <b>Fauna</b>                      | Alta  | 3              | 1  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Baja  | 1              |    |
| <b>Formas de agua</b>             | Presencia de cuerpos de agua con alta importancia | 3              | 1  |
|                                   | Presencia de cuerpos de agua sin jerarquía visual | 2              |    |
|                                   | Ausencia de cuerpos de agua                       | 1              |    |
| <b>Acción antrópica</b>           | Baja  | 3              | 1  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Alta  | 1              |    |
| <b>Variabilidad cromática</b>     | Baja  | 1              | 3  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Alta  | 3              |    |
| <b>Síntesis de calidad Visual</b> | <b>Alta</b>                                       | <b>&gt;21</b>  | 12 |
|                                   | <b>Media</b>                                      | <b>11 a 21</b> |    |
|                                   | <b>Baja</b>                                       | <b>&lt;11</b>  |    |

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de valoración de las condiciones características del sistema ambiental se determinó que presenta una calidad visual media con Calificación de 12, ya que el paisaje que se visualiza en el área del proyecto se encuentra perturbado en sus componentes o factores que lo caracteriza, por el cambio de uso de suelo y el retiro de la vegetación.

### **Fragilidad visual**

La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Se expresa también como fragilidad visual el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto se designa también como vulnerabilidad; *“la vulnerabilidad visual es el potencial de un paisaje, para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas”*.

Determinar la fragilidad es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual no lo es, pues dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para evaluar la fragilidad visual del paisaje, se propone un método que considera tres grupos de variables:

- Factores biofísicos: son los que componen las características básicas del paisaje, que condicionan la modificación del tipo y del carácter del paisaje. Son los que van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la vegetación y usos del suelo y las características geo-morfológicas. Son relativamente estáticos, salvo cambios por acciones antrópicas o por catástrofes naturales.
- Factores de visualización: son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio, en función de su visibilidad intrínseca (intervisibilidad) y la visibilidad adquirida (variables antrópicas que influyen en las características del territorio en términos de facilidad de acceso y/o atractivo de ser visto.
- Factores histórico-culturales: intenta explicar el carácter y las formas de cierto paisaje en función del proceso histórico que los ha forjado, y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.

Cuadro VII. 22. Criterios utilizados para evaluar la fragilidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998).

| FACTORES             | ELEMENTOS DE INFLUENCIA    | FRAGILIDAD VISUAL ALTA   | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA   | FRAGILIDAD VISUAL BAJA  |
|----------------------|----------------------------|--|---|---|
| <b>Biofísicos</b>    | Pendiente                  | Pendiente de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización  | Pendiente entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados      | Pendientes entre 0 a 15% con plano horizontal de dominancia visual. |
|                      | Vegetación (densidad)      | Grandes espacios sin vegetación, agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo.     | Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbórea aislada | Grandes masas boscosas 100% de ocupación del suelo.                 |
|                      | Vegetación (altura)        | Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura                     | No hay gran altura de las masas (- de 10m) baja diversidad de estratos.         | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros.           |
| <b>Visualización</b> | Tamaño de la cuenca visual | Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 1 000 metros. Dominio de los primeros planos | Visión medio 1000 a 4 000 metros. Dominio de los planos medios de visualización | Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 4000m.              |

|                      |                           |  |   |  |
|----------------------|---------------------------|--|---|--|
|                      | Forma de la cuenca visual | Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual                           | Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías.                                     | Cuencas regulares extensas redondeadas generalmente.                                   |
|                      | Compacidad                | Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos obstruyendo los rayos visuales | El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje    | Vista cerrada u obstaculizada. Presencia constante de zonas sombras o de menor visión. |
| <b>Singularidad</b>  | Unicidad del paisaje      | Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintos                             | Paisaje de importancia visual pero habituales sin presencia de elementos singulares | Paisaje común sin riqueza visual o muy alterado.                                       |
| <b>Accesibilidad</b> | Visual                    | Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción                          | Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.                         | Baja accesibilidad visual, vista repentina, escasas o breves.                          |

Cuadro VII. 23. Evaluación de la Fragilidad visual.

| FACTOR                      | CARACTERISTICAS                              | VALORES | CALIF. | TOTAL, UP |
|-----------------------------|--|---------|--------|-----------|
| <b>Vegetación</b>           | Sin vegetación                               | Alta    | 3      | 3         |
|                             | Selva mediana subcaducifolia Secundario      | Media   | 2      |           |
|                             | Selva mediana subcaducifolia Primario        | Baja    | 1      |           |
| <b>Pendiente</b>            | 0-15%  | Baja    | 1      | 2         |
|                             | 15 al 30%                                    | Media   | 2      |           |
|                             | Mayor a 30%                                  | Alta    | 3      |           |
| <b>Singularidad</b>         | Paisaje singular notable                     | Alta    | 3      | 1         |
|                             | Paisaje de importancia visual pero habitual  | Media   | 2      |           |
|                             | Paisaje común                                | Baja    | 1      |           |
| <b>Complejidad</b>          | Simple                                       | Alta    | 3      | 3         |
|                             | Medio  | Medio   | 2      |           |
|                             | Complejo                                     | Baja    | 1      |           |
| <b>Accesibilidad visual</b> | Distancia a red vial y población 0-200 m     | Alta    | 3      | 1         |
|                             | Distancia a red vial y población 200 – 800 m | Media   | 2      |           |
|                             | Distancia a red vial y población 800-2600 m  | Baja    | 1      |           |

|                                   |              |               |    |
|-----------------------------------|--------------|---------------|----|
| <b>Síntesis fragilidad visual</b> | <b>Alta</b>  | <b>&gt;11</b> | 10 |
|                                   | <b>Media</b> | <b>6 a 11</b> |    |
|                                   | <b>Baja</b>  | <b>&lt; 6</b> |    |

En base a los resultados obtenidos de la matriz de valoración de la fragilidad visual se determina que la Fragilidad Visual en el predio evaluado es **Media**, con calificación de 10, lo que indica que la obra a realizar tiene una mediana capacidad de absorción visual, debido a que, en las áreas colindantes, existen terrenos de agricultura que absorben o desvían la atención visual.

**CONCLUSION:**

Con base a lo anterior, al ejecutar el cambio de uso de suelo y el retiro de vegetación nativa, se verá afectado la infiltración de agua, el factor de erosión eólica e hídrica, así como la pérdida de vegetación nativa, lo que afectará a la presencia de fauna nativa en el área del proyecto.

**VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

**EDAFOLOGIA Y DEGRADACION.**

**ÁREA DE CAMBIO DE USO DEL SUELO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACION**

Este volumen de suelo que se erosiona es el que se espera después de haberse terminado con las etapas de preparación del sitio (Cambio de uso de suelo), que por lo general es mayor al que se produce en las condiciones actuales del área de estudio, disminuyendo con obras mecánicas de conservación de suelo que se ejecutaran de forma directa en los dos polígonos de cambio de uso de suelo. El calculo que se presenta en el escenario 3, se presenta por el área total de los dos polígonos que es de 20.29 hectáreas ( 202,979.99 metros cuadrados), estos debido a que ambos sitios presentan condiciones generales, se ubican dentro del mismo rango de la pendiente y ya no contarán con vegetación nativa.

Debido a que las condiciones ambientales son las mismas que en el escenario de condiciones o den escenario 1, los siguientes componentes de la formula permanecen iguales:

- PECRE= 71.49**
- IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875= 65.59**
- IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.4689)= 106.0700**
- CAERO = 1.0**
- CATEX = 0.1**
- CATOP= 3.50.**
- CAUSO= 0.40**

IMPLEMENTAR OBRAS MECANICAS PARA EVITAR LA EROSION: Con la finalidad de evitar la erosión del suelo presente en el área de CUS, se deberá realizar obras físicas y mecánicas para la estabilización de taludes, conformando terraplenes o terrazas en banco con contrapendientes o pendientes no mayores al 5%, construyendo e instalando canales al contorno de los terraplenes para la captación de agua de lluvia y evitar el arrastre de sedimentos.

Por lo antes mencionado la erosión potencial hídrica calculada para el área de cambio de uso de suelo se multiplicaría por el valor de “P” de obras mecánicas, representado en el siguiente cuadro:

Cuadro VII. 24. Valor de P en base a las obras mecánicas

| PRACTICA                             | VALOR DE P  |
|--------------------------------------|-------------|
| Surcado al contorno                  | 0.75-0.90   |
| Surcos rectos                        | 0.80 – 0.95 |
| Franjas al contorno                  | 0.60 – 0.80 |
| Terrazas (2-7% de pendiente)         | 0.50        |
| Terrazas (7-13 % de pendiente)       | 0.60        |
| Terrazas (mayor de 13%)              | 0.80        |
| Terrazas de banco                    | 0.10        |
| Terrazas de banco en contrapendiente | 0.05        |

**Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo con la ejecución del proyecto y con obras de conservación de suelos y agua.**

Cuadro VII. 25. Parámetros para el cálculo de erosión con proyecto y con obras de conservación de suelos.

| Escenario 2  |
|--|
| <p><b>PECRE= 71.49</b><br/> <b>IALUU = 65.59</b><br/> <b>IAVIE = 106.07</b><br/> <b>CAERO = 1.0</b><br/> <b>CATEX = 0.1</b><br/> <b>CATOP = 3.5</b><br/> <b>CAUSO = 0.40</b><br/> <b>P=0.05</b></p>                                    |
| <p><b><math>E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO \times P</math></b><br/> <b><math>E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.40 \times 0.05</math></b><br/> <b><math>E_H = 0.459</math></b></p> |
| <p><b><math>E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO</math></b></p>  |

|  |
|--|
| $E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.40$ $E_{EO} = 4.243$ $E_T = E_H + E_{EO}$ $E_T = 0.459 + 4.243$ $E_T = 4.70$ |
|--|

Tenemos como resultado en el escenario con medidas de mitigación :

- Erosión hídrica se disminuirá a un total de: **0.459 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), sería de 9.32 toneladas por año, catalogada como **LIGERA**.
- Erosión eólica se aumentará con el desmonte: **4.243 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), sería de 86.08 ton por año, catalogada como **MODERADA**.
- La estimación total considera en el predio es de **4.70 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.29 ha (202,979.99 metros cuadrados), será de 95.40 ton por año, catalogada en el cuadro como **MODERADA**.

Cuadro VII. 26. Comparación de erosión en los diferentes escenarios.

| DATOS  | CONDICIÓN ACTUAL |            | CON CUS        | CON OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS |
|--|------------------|------------|----------------|-------------------------------------|
|  | POLÍGONO 1       | POLÍGONO 2 | POLÍGONO 1 Y 2 | POLÍGONO 1 Y 2                      |
| Superficie total del predio (m2)                   | 203,324.34       | 23,052.71  | 202,979.99     | 202,979.99                          |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha)          | 20.33            | 2.31       | 20.29          | 20.29                               |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)                | 2.525            | 2.984      | 9.183          | 0.459                               |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)                 | 1.167            | 1.379      | 4.243          | 4.243                               |
| Erosión hídrica actual en el área de CUS (ton/año) | 51.34            | 6.89       | 186.32         | 9.32                                |
| Erosión eólica actual en el área de CUS (ton/año)  | 23.72            | 3.19       | 86.08          | 86.08                               |
| Erosión total                                      | 75.06            | 10.08      | 272.40         | 95.40                               |

**Tenemos entonces, en la superficie que conforman las áreas de cambio de uso de suelo se presenta una erosión actual total de 85.14 hectáreas. Una vez efectuado el cambio de uso de suelo y despalme la erosión total del predio aumentara a 272.40 toneladas al año, para evitar esta afectación, se implementarán obras mecánicas en las aéreas de cambio de uso de suelo, las cuales serán TERRAZAS EN**

**BANCO EN CONTRAPENDIENTE, por lo que se espera tener una erosión total de 95.40, disminuyendo un total de 177.00 toneladas al año.**

**Aun con estas medidas, el factor de erosión está por arriba de la erosión actual en un total de 20.34 toneladas al año.**

### **ÁREA DE REUBICACION DE ESPECIES DE FLORA**

Para la reubicación de especies se seleccionaron 2 áreas:

#### **Área 1:**

Esta área es de 2.15 hectáreas y es el área de conservación y amortiguamiento ubicado en el Polígono 1 y que colinda con el límite municipal de San Dionisio Ocotepéc. En esta área se presenta vegetación de Pino encino, con presencia de arbustos, cactus, agaves y suculentas características de la zona.

#### **Área 2:**

Esta área es de 18.5 hectáreas, se ubica en dirección Sur – Sureste del Polígono 1 del proyecto, presenta vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino y Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, por lo que se pueden reintroducir las especies de flora rescatados en ambos Polígonos de Cambio de Uso de Suelo.

Dando un total de 20.65 hectáreas del área para las actividades de reubicación de especies rescatadas.

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo con las características de cada variable. A continuación, se presenta el procedimiento:

Cuadro VII. 27. Áreas de reubicación de flora

| CONCEPTO                  | ÁREA 1 (2.15 HA)                                      | ÁREA 2 (18.5 HA)   |
|---------------------------|---|--|
| MSNM Máxima               | 1756  | 1675   |
| MSNM Mínima               | 1747  | 1567   |
| DISTANCIA (m)             | 108   | 611  |
| MSNM Máxima - MSNM Mínima | 9   | 108  |
| PENDIENTE                 | 8.33 %  | 17.68 %  |
| Uso actual:               | Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino - | Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia y Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. |
| Suelo Unidad:             | Regosol éútrico                                       | Regosol éútrico  |

Tomando como base el cuadro del cálculo de la variable CATOP. Ambos predios se consideran en la Clasificación B, lomeríos.

Cuadro VII. 28. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

| CATOP | Clase de pendiente | Rango         | Topoforma                           |
|-------|--------------------|---------------|-------------------------------------|
| 0.35  | A                  | 0 - 8%        | Valle                               |
|       |                    |               | Llanura                             |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 m       |
| 3.50  | B                  | 8 - 30%       | Lomeríos                            |
|       |                    |               | Meseta con variación de 500 a 750 m |
| 11.0  | C                  | Mayor del 30% | Sierra                              |
|       |                    |               | Bajada                              |
|       |                    |               | Meseta con variación mayor de 750 m |

**- CONDICIONES ACTUALES**

Debido a que las condiciones ambientales del área de reubicación son similares a los Polígonos Sujetos al cambio de uso de suelo, lo siguiente componentes de la formula permanecen iguales :

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>PECRE=</b>                              | <b>71.49</b>    |
| <b>IALLU = 1.1244 (71.49) – 14.7875=</b>   | <b>65.59</b>    |
| <b>IAVIE = 160.8252 – 0.766 (71.4689)=</b> | <b>106.0700</b> |
| <b>CAERO =</b>                             | <b>1.0</b>      |
| <b>CATEX =</b>                             | <b>0.1</b>      |
| <b>CATOP=</b>                              | <b>3.50.</b>    |

**CAUSO**

Este componente, al momento de ejecutarse el retiro de vegetación, se determina nuevamente su valor en base al siguiente cuadro:

Cuadro VII. 29. Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |

| Uso del suelo y vegetación  | CAUSO       |
|---|-------------|
| Bosque de pino – encino   | 0.10        |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria                      | 0.11        |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical | 0.11        |
| Cuerpo de agua  | 0.00        |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos                     | 0.15        |
| Matorral desértico corosetófilo   | 0.15        |
| Mezquital   | 0.15        |
| <b>Vegetación secundaria arbustiva y herbácea</b>                                   | <b>0.13</b> |
| Pastizal halófilo   | 0.12        |
| Pastizal inducido y agroforestería  | 0.12        |
| Pastizal natural y sabana   | 0.12        |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería             | 0.40        |
| Vegetación de galería   | 0.10        |
| Vegetación halófila   | 0.12        |

**CAUSO = 0.13**

**Escenario 1. Estimación de la pérdida actual en el área de Reubicación.**

Cuadro VII. 30. Parámetros para el cálculo de erosión en el area de reubicacion condiciones actuales

| Escenario 2  |
|--|
| <b>PECRE= 71.49</b><br><b>IALUU = 65.59</b><br><b>IAVIE = 106.07</b><br><b>CAERO = 1.0</b><br><b>CATEX = 0.1</b><br><b>CATOP = 3.5</b><br><b>CAUSO = 0.13</b>  |
| $E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$ $E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.13$ $E_H = 2.984$ $E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$ $E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.13$ $E_{EO} = 1.379$ $E_T = E_H + E_{EO}$ $E_T = 2.984 + 1.379$ $E_T = 4.36$ |

Tenemos como resultado en de las áreas de reubicación:

- Erosión hídrica actual: **2.984 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.65 ha, sería de 61.63 toneladas por año, catalogada como ALTA.
- Erosión eólica actual: **1.379 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.65 ha , sería de 28.47 ton por año, catalogada como LIGERA.
- La estimación total considera en el predio es de **4.36 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.65 ha, será de 90.10 ton por año, catalogada en el cuadro como ALTA.

- **CON REUBICACION DE ESPECIES Y OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**

**Escenario 2. Estimación de la pérdida en el área de Reubicación con actividades de reubicación de especies.**

**CAUSO**

Este componente, al momento de ejecutarse la reubicación de los ejemplares rescatados en el área de CUS , se determina nuevamente su valor en base al siguiente cuadro:

Cuadro VII. 31. Valores de la capa de uso de suelo y vegetación

| Uso del suelo y vegetación   | CAUSO |
|--|-------|
| Agricultura de riego y nopalera  | 0.80  |
| Agricultura de temporal  | 0.80  |
| Asentamientos humanos  | 0.00  |
| Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, bosque Mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel – pino), Bosque mixto oyamel – tepozán – pino. Selva mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, subcaducifolia | 0.10  |
| Bosque de encino secundario  | 0.11  |
| Bosque de encino – pino  | 0.10  |
| Bosque de galería  | 0.05  |
| Bosque de pino – encino  | 0.10  |
| Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria   | 0.11  |
| Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, matorral subtropical  | 0.11  |
| Cuerpo de agua   | 0.00  |
| Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos  | 0.15  |
| Matorral desértico corosetófilo  | 0.15  |
| Mezquital  | 0.15  |
| Vegetación secundaria arbustiva y herbácea   | 0.13  |
| Pastizal halófilo  | 0.12  |

| Uso del suelo y vegetación  | CAUSO |
|---|-------|
| Pastizal inducido y agroforestería                                      | 0.12  |
| Pastizal natural y sabana   | 0.12  |
| Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio de extracción, terracería | 0.40  |
| Vegetación de galería   | 0.10  |
| Vegetación halófila   | 0.12  |

Con la reubicación de los ejemplares de flora rescatados, se considera un incremento en la densidad y ejemplares en el área de reubicación, por lo que el valor de:

**CAUSO = 0.10**

IMPLEMENTAR OBRAS MECANICAS PARA EVITAR LA EROSION: Con la finalidad de evitar la erosión del suelo presente en el área de reubicación de especies de flora, se realizará la construcción de :

- Zanjas trincheras.
- Terrazas individuales.
- Barreras de material vegetal acomodado

Por lo antes mencionado la erosión potencial hídrica calculada en el área de Reubicación se multiplicaría por el valor de "P" de obras mecánicas, representado en el siguiente cuadro:

Cuadro VII. 32. Valor de P en base a las obras mecánicas

| PRACTICA                             | VALOR DE P  |
|--------------------------------------|-------------|
| Surcado al contorno                  | 0.75-0.90   |
| Surcos rectos                        | 0.80 – 0.95 |
| Franjas al contorno                  | 0.60 – 0.80 |
| Terrazas (2-7% de pendiente)         | 0.50        |
| Terrazas (7-13 % de pendiente)       | 0.60        |
| <b>Terrazas (mayor de 13%)</b>       | <b>0.80</b> |
| Terrazas de banco                    | 0.10        |
| Terrazas de banco en contrapendiente | 0.05        |

Cuadro VII. 33. Parámetros para el cálculo de erosión en el area de reubicacion con actividades de reubicacion de especies.

| Escenario 2           |
|-----------------------|
| <b>PECRE= 71.49</b>   |
| <b>IALUU = 65.59</b>  |
| <b>IAVIE = 106.07</b> |
| <b>CAERO = 1.0</b>    |
| <b>CATEX = 0.1</b>    |

|  |
|--|
| <p><b>CATOP = 3.5</b><br/><b>CAUSO = 0.10</b></p>  |
| <p><b><math>E_H = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO \times P</math></b><br/> <b><math>E_H = 65.59 \times 1.0 \times 0.1 \times 3.5 \times 0.10 \times 0.80</math></b><br/> <b><math>E_H = 1.837</math></b></p> <p><b><math>E_{EO} = IAVIE * CATEX * CAUSO</math></b><br/> <b><math>E_{EO} = 106.07 \times 0.10 \times 0.10</math></b><br/> <b><math>E_{EO} = 1.061</math></b></p> <p><b><math>E_T = E_H + E_{EO}</math></b><br/> <b><math>E_T = 1.837 + 1.061</math></b><br/> <b><math>E_T = 2.90</math></b></p> |

Tenemos como resultado en las áreas de reubicación ejecutando ya las actividades de reubicación de especies de flora y las obras físicas para retención de suelo y aguas (terrazas individuales, zanjas trincheras y barreras de material vegetal acomodado) que :

- Erosión hídrica actual: **1.837 ton/ha/año**, extrapolando al área total del predio de 20.65 ha, sería de 37.92 toneladas por año, catalogada como MODERADA.
- Erosión eólica actual: **1.061 ton/ha/año**, extrapolando al área del predio de 20.65 ha , sería de 21.90 ton por año, catalogada como LIGERA.
- La estimación total considera en el predio es de **2.90 ton/ha/año**, lo que al extrapolarlo al área total del predio 20.65 ha, será de 59.83 ton por año, catalogada en el cuadro como MODERADA

Cuadro VII. 34. Comparación de erosión de la zona de reubicación antes y después de la reubicación.

| DATOS  | CONDICIÓN ACTUAL |           | CON REUBICACIÓN DE ESPECIES Y OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA |
|--|------------------|-----------|--|
|  | ÁREA 1           | ÁREA 2    | ÁREA 1 Y 2   |
| Superficie total del predio (m2)                           | 21,500.00        | 185,00.00 | 206,500.00   |
| Superficie del Proyecto sujeta a CUS (ha)                  | 2.15             | 18.5      | 20.65  |
| Erosión hídrica actual (ton/ha/año)                        | 2.984            |           | 1.937  |
| Erosión eólica actual (ton/ha/año)                         | 1.379            |           | 1.061  |
| Erosión hídrica actual en el área de Reubicación (ton/año) | 61.63            |           | 37.92  |
| Erosión eólica actual en el área de Reubicación (ton/año)  | 28.47            |           | 21.90  |
| Erosión total  | 90.10            |           | 59.83  |

**Tenemos entonces, en la superficie que conforman las áreas de reubicación de especies de flora provenientes del rescate se presenta una erosión actual total de 90.10 hectáreas. Una vez efectuadas las actividades de reubicación y de construcción de obras de conservación de suelos y agua, la erosión total del predio disminuirá a 59.83 toneladas al año, lo que implica una disminución de 30.27 toneladas al año. Analizando estos datos, se tiene que con el volumen de suelo de 30.27 toneladas de suelo que se disminuye la erosión en el área de reubicación de flora, se compensa el volumen de erosión que se presenta en el área de CUS, estando ya por debajo de la erosión actual del predio que es de 85.14 toneladas al año.**

## HIDROLOGIA

### **ANÁLISIS DE INFILTRACION DE AGUA EN EL AREA DE REUBICACION DE ESPECIES RESCATADAS.**

#### **INFILTRACION DEL AREA DE REUBICACION CONDICIONES ORIGINALES.**

Debido a que el predio seleccionado para la reubicación de especies de 20.65 hectáreas, se ubica en el Mismo Rancho el Jabalí, con las mismas condiciones climatológicas, edafológicas, geológicas y de vegetación, se considera que las condiciones de infiltración en las condiciones actuales es la misma que las áreas de cambio de uso de suelo en las condiciones actuales.

Cuadro VII. 35. Volumen de escurrimiento del área de reubicación de especies condiciones originales

| ESCENARIOS           | ÁREAS POR TIPO DE VEGETACIÓN | K    | % DE SUPERFICIE            | SUPERFICIE HA | CE   | VE mm/ha | INFILTRACIÓN mm/ha/año |
|----------------------|------------------------------|------|----------------------------|---------------|------|----------|------------------------|
| Escenario 1 (Actual) | Bosque cubierto.             | 0.26 | Cubierto más del 50 al 75% | 20.65         | 0.10 | 47.62    | -51.64                 |

#### **INFILTRACION DEL AREA DE REUBICACION CON ACCIONES DE REUBICACION DE ESPECIES Y OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA.**

El cálculo que se presenta en el escenario 2 con la ejecución del proyecto una vez que se haya realizado la reubicación de los ejemplares de flora rescatados y ejecutado las obras de conservación de suelos y agua que son:

- Zanjas trincheras.
- Terrazas individuales
- Barreras de material vegetal acomodado.

El presente cálculo se presenta por el área total de los dos polígonos que es de 20.29 hectáreas (202,979.99 metros cuadrados), se proyecta lo siguiente:

**Evapotranspiración ETR= 472.23 mm/año** (Mismo valor usado en el cálculo de condiciones actuales)  
Debido a que se realiza el incremento de la vegetación existente en el predio por la reubicación de los ejemplares rescatados de flora, el valor de “K” se modifica, en base a lo siguiente:

Cuadro VII. 36. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo

| <b>VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO.</b> |  |               |      |
|--|--|---------------|------|
| A  | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos  |               |      |
| B  | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos |               |      |
| C  | Suelos casi impermeables, tales como arenas y loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas   |               |      |
| USO DEL SUELO  |  | TIPO DE SUELO |      |
|  | A  | B             | C    |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas                      | 0.26   | 0.28          | 0.30 |
| Cultivos:  |  |               |      |
| En hilera  | 0.24   | 0.27          | 0.30 |
| legumbres o rotación de pradera                          | 0.24   | 0.27          | 0.30 |
| Granos Pequeños  | 0.24   | 0.27          | 0.30 |
| Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo                |  |               |      |
| más del 75% - poco                                       | 0.14   | 0.20          | 0.28 |
| Del 50 al 75% - Regular                                  | 0.20   | 0.24          | 0.30 |
| Menos del 50% - Excesivo                                 | 0.24   | 0.28          | 0.30 |
| Bosque:  |  |               |      |
| Cubierto más del 75%                                     | 0.07   | 0.16          | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75%                                   | 0.12   | 0.22          | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50%                                   | 0.17   | 0.26          | 0.28 |
| Cubierto menos del 25%                                   | 0.22   | 0.28          | 0.30 |
| Zonas urbanas  | 0.26   | 0.29          | 0.32 |
| Caminos  | 0.27   | 0.30          | 0.33 |
| Pradera permanente                                       | 0.18   | 0.24          | 0.30 |

En el escenario con proyecto de reubicación se clasificó como un suelo permeable tipo “C”, con un uso del suelo correspondiente a BOSQUE CUBIERTO DE MAS DEL 75%, dando un valor de K de 0.24, como el valor de K es mayor a 0.15 se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor de Coeficiente de escurrimiento:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$$

$$Ce = 0.24 (468.2-250) / 2000 + (0.30-0,15) / 1.5$$

Ce: 0.09

Para obtener el volumen de escurrimiento se sustituyen los valores de acuerdo con la siguiente formula:

$$Ve = Ce * P * A$$

$$Ve = 0.09 * 468.20 * 1.00$$

**Ve = 40.35 mm/ha**

- Proyecto Escenario con ejecución del cambio de uso de suelo

$$\text{Infiltración} = P - \text{ETR} - Ve$$

$$\text{Infiltración} = (468.20\text{mm/año}) - (472.23\text{mm/año}) - (40.35 \text{ mm/ha})$$

**Infiltración Total= -44.38 mm/ha/año**

Cuadro VII. 37. Volumen de escurrimiento por tipo de vegetación en los diferentes Escenarios

| ESCENARIOS                                | ÁREAS POR TIPO DE VEGETACIÓN | K    | % DE SUPERFICIE            | SUPERFICIE Ha | CE   | VE mm/ha | INFILTRACIÓN mm/ha/año |
|---|------------------------------|------|----------------------------|---------------|------|----------|------------------------|
| Escenario 1 (Actual)                      | Bosque cubierto.             | 0.26 | Cubierto más del 50 al 75% | 20.65         | 0.10 | 47.62    | -51.64                 |
| Escenario 2 (Con reubicación de especies) | Bosque cubierto.             | 0.24 | Cubierto más 75%           | 20.29         | 0.09 | 40.35    | -44.38                 |

Las obras de suelo que se proyectan construir en el predio son:

**Terrazas individuales:** Con la utilización de herramientas manuales, se realizará la apertura de terrazas individuales con un diámetro máximo de 1.00 metros y una profundidad máxima de 0.10 m, (dependiendo de las condiciones del terreno, pendiente y pedregosidad), dicha obra servirá para que se capte agua para beneficio de la planta. Su construcción se hace en curvas a nivel y se recomienda usar una estaca y una cuerda de 0,5 metros de largo para su trazado, dibujando un círculo de 1 metro de diámetro para excavar en la parte superior del círculo y conformando un bordo con el suelo excavado aguas abajo, perpendicular a la pendiente, esto permitirá almacenar agua de lluvia y retener humedad, los taludes de dichas terrazas pueden ser estabilizados con piedra y/o pastos, las dimensiones son variables dependiendo la pendiente y la profundidad de suelos de los terrenos. Estas terrazas se construirán una por cada árbol o ejemplar reubicado, por lo que como mínimo se establecerán 13,657 terrazas individuales

Para calcular volumen de agua que pueda captar cada terraza individual se usa la siguiente fórmula:

$$V = \pi r^2 h$$

Donde:

V. Volumen (m<sup>3</sup>)

$\pi$  = valor de 3.1416

r = radio del cilindro (m)

h = altura del cilindro.(m)

Sustituyendo:

$$V = (3.1416) \times (0.50 \text{ m})^2 \times (0.10 \text{ m}).$$

$$V = 0.08 \text{ m}^3$$

Del análisis efectuado, se tiene que cada Terraza individual tendrá un volumen de 0.08 m<sup>3</sup>, los cuales pueden ser de suelo (sedimentos arrastrados) y/o agua producto de las lluvias. Para este análisis se considera el volumen total de las zanjas de captación y almacenamiento de agua.

**Zanjas trincheras:** Son excavaciones en curvas a nivel de 0.40 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad y 2 metros de longitud, en promedio, trazadas a “tres bolillos” y separadas con tabique divisor de 2 metros de largo, estas obras sirven para reducir la erosión hídrica, interceptar los escurrimientos superficiales, incrementar la infiltración de agua de lluvias y son auxiliares a la sobrevivencia de especies vegetales. Por lo que se deberán de construir un total de 600 ml de estas obras, que equivalen a 300 zanjas de 2 metros de largo, por lo que en las 20.65 hectáreas de las áreas de reubicación, se instalarán un total de 6,195 zanjas (12,390 metros lineales).

Del análisis efectuado, se tiene que cada zanja tendrá un volumen de 0.32 m<sup>3</sup>, los cuales pueden ser de suelo (sedimentos arrastrados) y/o agua producto de las lluvias. Para este análisis se considera el volumen total de las zanjas de captación y almacenamiento de agua.

Cuadro VII. 38. Volumen de almacenamiento de las obras de conservación de suelos y agua.

| <b>OBRA DE CONSERVACION DE SUELOS</b> | <b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b> | <b>CANTIDAD A ESTABLECER</b> | <b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Terrazas individuales                 | 0.08                           | 13,657                       | 1,092.56                             |
| Zanjas trincheras                     | 0.32                           | 6,195                        | 1,982.40                             |
| TOTAL                                 |                                |                              | 3,074.96                             |

## **CONCLUSION**

**En el área de reubicación de especies vegetales producto del rescate de flora, en sus condiciones originales no se lleva a cabo la infiltración de agua por lo tanto no existe un acuífero en la zona, con las obras de conservación de suelo que se proyecta construir, se calculó que por cada evento de lluvia en la zona se pueden llegar a captar un total de 3,074.96 metros cúbicos de agua, la cual se será usada principalmente por las plantas reubicadas al permanecer más tiempo retenida en las obras, evitando que este volumen de agua escurra pendiente abajo generando erosión.**

## **VEGETACION.**

### **Con la implementación del PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES**

La conservación de la flora silvestre en ecosistemas forestales es un imperativo ecológico que trasciende la simple protección de especies individuales. Estas comunidades vegetales, intrínsecamente vinculadas a la estructura y función de los bosques, desempeñan roles cruciales en la preservación de la biodiversidad, la regulación de los ciclos biogeoquímicos y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales.

El rescate de flora silvestre en zonas destinadas a proyectos de desarrollo o afectadas por perturbaciones antrópicas es una medida de mitigación indispensable para minimizar el impacto sobre la biodiversidad y garantizar la continuidad de los procesos ecológicos. Al salvaguardar especies endémicas, raras o amenazadas, se contribuye a mantener la integridad genética de las poblaciones y a prevenir la erosión genética.

El presente programa de rescate y reubicación de especies vegetales presentes en el predio sujeto a cambio de uso de suelo, estará dirigido al rescate de especies vegetales de interés biológico y ecológico.

### **Objetivo general.**

Implementar un programa de rescate y reubicación de especies de interés biológico y ecológico, que se identificaron en la zona del proyecto, mediante el rescate de especies, la colecta de germoplasma y material genético para su reproducción y restablecimiento en un área similar a la afectada.

### **Objetivos específicos**

- Rescatar ejemplares y/o material genético de especies vegetales de interés biológico, ecológico y en estatus de conservación que se encuentran en el predio sujeto a cambio de uso de suelo.
- Mantener y/o propagar en vivero los ejemplares vegetales rescatados, para su posterior reubicación en el área de compensación ambiental.
- Reubicar especies vegetales rescatadas en el área de compensación ambiental, bajo un manejo silvícola, asegurando su adaptación y sobrevivencia.

### **Metas**

- Rescatar y propagar un mínimo de 13,657 individuos de las especies *Bursera bipinnata*, *Bursera excelsa*, *Bursera fagaroides*, *Bursera galeottiana*, *Bursera glabrifolia*, *Bursera schlechtendalii*, *Jatropha neopauciflora*, *Nolina parviflora*, *Pachocereus pecten-aboriginum*, *Quercus glaucooides*, *Quercus magnoliifolia* y *Wimmeria pubescens*, para ser reintroducidas en el área de compensación.
- Realizar la reubicación de los ejemplares rescatados en una superficie de 20.65 hectáreas.
- Realizar 13,657 terrazas individuales en las áreas de reubicación para la captación de suelos y agua
- Realizar 12,390 metros líneas de zanjas trincheras para la captación de suelo y agua
- Realizar 6,195 metros líneas de barreras de material vegetal acomodado con el producto vegetal del cambio de uso de suelo.

### **FAUNA.**

#### **Con la ejecución del PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.**

A partir de la revisión bibliográfica y de los posteriores recorridos en el predio del proyecto se identificaron ejemplares de fauna silvestre de posible ocurrencia en el área, la mayoría de dichas especies presentan hábitos generalistas, sin embargo fueron registradas algunas especies endémicas y bajo alguna categoría de protección según la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que no se descarta la presencia de fauna silvestre en el predio durante las actividades de cambio de uso de suelo.

El presente programa de rescate fue desarrollado para minimizar el posible impacto hacia la fauna silvestre, para la protección y conservación de especies distribuidas en el área del Proyecto, sobre todo aquellas clasificadas como endémicas, o bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM- 059-

SEMARNAT-2010, así como aquellas que son ecológicamente importantes o presentan algún valor cultural en la región, se plantea ejecutar una serie de actividades entre las que se encuentran:

- Colecta y registro de ejemplares de baja movilidad
- Reubicación de ejemplares colectados
- Actividades de ahuyentamiento de fauna mediante ruido fuerte
- Monitoreo del éxito del programa de rescate y ubicación
- Ubicación y marcaje de nidos y madrigueras

Previo al inicio de la obra y durante la etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo) se llevarán a cabo diversas actividades de ahuyentamiento de fauna silvestre, para lo cual un equipo capacitado para dicha tarea generará perturbaciones diversas en el sitio de proyecto procurando que los organismos de mayor movilidad se desplacen hacia un área alejada del mismo. Para los organismos de baja movilidad se realizará una captura, seguida de su inmediata liberación en un área adecuada para su desarrollo y alejada del sitio de captura para evitar su regreso.

#### **Objetivo general**

Realizar el rescate y reubicación de ejemplares de fauna silvestre que, por sus características biológicas, podrían resultar afectados por las obras de ejecución del Cambio de uso de suelo y construcción, operación y mantenimiento del proyecto “Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos (CIRRSU)”

#### **PAISAJE**

Con la implementación del programa de reubicación de las especies de vegetación rescatadas en una superficie de 20.65 hectáreas, favorecerá la regeneración de la flora local, integrando el proyecto al ecosistema existentes,

Cuadro VII. 39. Evaluación de la calidad visual en el área de reubicación de especies vegetales.

| <b>Factor</b>                            | <b>Características</b>                      | <b>Calificación</b> | <b>Total, UP</b> |
|--|---|---------------------|------------------|
| <b>Vegetación (densidad)</b>             | Sin vegetación                              | 1                   | 2                |
|  | Selva mediana subcaducifolia secundario     | 2                   |                  |
|  | Selva mediana subcaducifolia primario       | 3                   |                  |
| <b>Vegetación (Diversidad)</b>           | Alta  | 3                   | 2                |
|  | Media                                       | 2                   |                  |
|  | Baja  | 1                   |                  |
| <b>Morfología topografía (pendiente)</b> | Plano                                       | 1                   | 2                |
|  | Medio                                       | 2                   |                  |
|  | Abrupto                                     | 3                   |                  |
| <b>Singularidad</b>                      | Paisaje singular notable                    | 3                   | 2                |
|  | Paisaje de importancia visual pero habitual | 2                   |                  |

|                                   |   |                |    |
|-----------------------------------|---|----------------|----|
|                                   | Paisaje común                                     | 1              |    |
| <b>Fondo escénico</b>             | Alta  | 3              | 2  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Baja  | 1              |    |
| <b>Fauna</b>                      | Alta  | 3              | 2  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Baja  | 1              |    |
| <b>Formas de agua</b>             | Presencia de cuerpos de agua con alta importancia | 3              | 1  |
|                                   | Presencia de cuerpos de agua sin jerarquía visual | 2              |    |
|                                   | Ausencia de cuerpos de agua                       | 1              |    |
| <b>Acción antrópica</b>           | Baja  | 3              | 3  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Alta  | 1              |    |
| <b>Variabilidad cromática</b>     | Baja  | 1              | 2  |
|                                   | Media   | 2              |    |
|                                   | Alta  | 3              |    |
| <b>Síntesis de calidad Visual</b> | <b>Alta</b>                                       | <b>&gt;21</b>  | 18 |
|                                   | <b>Media</b>                                      | <b>11 a 21</b> |    |
|                                   | <b>Baja</b>                                       | <b>&lt;11</b>  |    |

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de valoración de las condiciones características del área de reubicación de especies vegetales, se determinó que, una vez ejecutado este programa, su calidad visual media con Calificación de 18, ya que este programa favorecerá la integración del proyecto al ecosistema existente.

#### **CONCLUSION:**

**Con base a lo anterior, al ejecutar el programa de reubicación de fauna en el área seleccionado favorecerá la conservación de suelos, la infiltración de agua, la conservación de flora y de fauna y la integración del proyecto al ecosistema existente**

#### **VII.4 Programa de vigilancia ambiental**

La función básica del Programa de vigilancia ambiental es garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este estudio.

El programa contempla lo siguiente:

**Objetivo.** Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación derivadas del cambio de uso de suelo, construcción, operación y mantenimiento del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la gestión de los residuos generados en la zona metropolitana de Oaxaca; garantizando el

uso racional de los componentes ambientales y la mejora constante del sitio del proyecto y sus alrededores.

**Acciones.**

- El promovente designará responsables técnicos y operativos para el cumplimiento del objetivo del programa.
- Los responsables técnicos y operativos, supervisarán el cumplimiento de las fases y etapas del proyecto.
- El promovente deberá vigilar y supervisar, que se lleven a cabo acciones orientadas a la mejora del sitio del proyecto y su alrededor.
- Informar oportunamente a las Autoridades Ambientales facultadas, los requerimientos y solicitudes que se deriven de la operación del proyecto en cuestión.
- Vigilar el sitio del proyecto para prevenir o evitar riesgos por contingencias de incendios o afectaciones por actividades humanas.

**Responsable de Programa**

El promovente será el responsable directo de esta actividad, contratando personal especializado en el ramo.

Cuadro VII. 40. Programa de vigilancia ambiental

| Medida Preventiva                                       | Etapas  | Componente ambiental   | RESPONSABLE          | COSTO           | OBRAS O EQUIPO   | GRADO DE CUMPLIMIENTO |
|---|---|--|----------------------|-----------------|--|-----------------------|
| <b>NO DESMONTAR FUERA DEL AREA DEL PROYECTO.</b>        | - Cambio de uso de suelo.<br><br>- Preparación del sitio.                           | - Flora.<br>- Suelo.<br>- Agua.<br>- Fauna.<br>- Paisaje<br>- Aire | Supervisor ambiental | \$<br>25,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal. | Cumplimiento al 100%  |
| <b>PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN DE ESPECIES VEGETALES.</b> | - Cambio de uso de suelo<br><br>- Preparación del sitio                             | - Flora.<br>- Fauna.<br>- Paisaje.<br>- Suelo                      | Supervisor ambiental | \$<br>25,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal. | Cumplimiento al 100%  |
| <b>EXCLUIR EL USO DE HERBICIDAS</b>                     | - Cambio de uso de suelo<br><br>- Operación y mantenimiento                         | - Flora.<br>- Suelo.<br>- Agua.<br>- Fauna.<br>- Paisaje           | Supervisor ambiental | \$<br>15,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal. | Cumplimiento al 100%  |
| <b>EVITAR LA QUEMA DE MATERIAL VEGETAL</b>              | - Cambio de uso de suelo<br>- Preparación del sitio.<br>- Operación y mantenimiento | - Aire<br><br>- Suelo.<br><br>- Vegetación<br><br>- Paisaje.       | Supervisor ambiental | \$<br>25,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal. | Cumplimiento al 100%  |

|  |   |   |  |                          |   |                             |
|--|---|---|--|--------------------------|---|-----------------------------|
| <p><b>MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS</b></p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Fauna.</li> </ul> | <p>Supervisor ambiental</p>              | <p>\$<br/>15,000.00</p>  | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal y bitácora de registro</p> | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>MANTENIMIENTO PERIODICO DE MAQUINARIA Y VEHICULOS UTILITARIOS.</b></p>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Aire</li> </ul>   | <p>Supervisor ambiental y Promovente</p> | <p>\$<br/>250,000.00</p> | <p>Letreros informativos, bitácora de registro y cursos de capacitación a choferes</p>    | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>RESTRICCIONES DE CIRCULACIÓN E INGRESO DE VEHICULOS EN AREAS FUERA DE LA ZONA DE TRABAJO</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Preparación del sitio.</li> <li>- Construcción.</li> <li>- Abandono del sitio.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Agua.</li> <li>- Aire</li> </ul>   | <p>Supervisor ambiental</p>              | <p>\$<br/>25,000.00</p>  | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes</p>                           | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>PROHIBICIÓN DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES DOMESTICAS</b></p>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo.</li> <li>-Preparación del sitio.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna</li> </ul>                                     | <p>Supervisor ambiental</p>              | <p>\$<br/>15,000.00</p>  | <p>Letreros informativos, cursos de</p>   | <p>Cumplimiento al 100%</p> |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |  |                                |                                   |                 |  |                      |
|--|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|----------------------|
|  | -Construcción.<br>-Abandono del sitio.   |                                |                                   |                 | capacitación a al personal.                                  |                      |
| <b>ESTABLECIMIENTO DE HORARIOS DIURNOS DE TRABAJO</b>              | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Fauna.<br><br>Socioeconómico | Supervisor ambiental y Promovente | \$<br>15,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal. | Cumplimiento al 100% |
| <b>OPERACIÓN CON ESCAPES SILENCIADOS</b>                           | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Fauna<br><br>socioeconómico  | Supervisor ambiental              | \$<br>15,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes     | Cumplimiento al 100% |
| <b>PREVENCIÓN DE DAÑOS FÍSICOS ACCIDENTALES A FAUNA SILVESTRE.</b> | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Fauna                        | Supervisor ambiental              | \$<br>15,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes     | Cumplimiento al 100% |
| <b>PROHIBICION DEL USO DEL CLAXÓN</b>                              | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.                         | - Fauna<br><br>socioeconómico  | Supervisor ambiental              | \$<br>15,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes     | Cumplimiento al 100% |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |   |                               |                      |               |   |                      |
|--|---|-------------------------------|----------------------|---------------|---|----------------------|
|  | -Abandono del sitio.  |                               |                      |               |   |                      |
| <b>ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE VELOCIDAD</b>                   | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio.                                  | - Fauna<br><br>Socioeconómico | Supervisor ambiental | \$ 25,000.00  | Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes  | Cumplimiento al 100% |
| <b>RESCATE, REUBICACIÓN Y AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE.</b> | - Cambio de uso de suelo.<br>-Construcción<br>-Operación y mantenimiento<br><br>- Abandono del sitio                            | - Fauna                       | Supervisor ambiental | \$ 500,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal, equipo especializado para captura y manejo de fauna y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN Y CACERÍA DE FAUNA SILVESTRE.</b>   | - Cambio de uso de suelo.<br>- Preparación del sitio<br>- Construcción<br>- Operación y mantenimiento.<br>- Abandono del sitio. | - Fauna                       | Supervisor ambiental | \$ 25,000.00  | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal.  | Cumplimiento al 100% |
| <b>RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES.</b>              | - Cambio de uso de suelo.   | - Flora.                      | Supervisor ambiental | \$ 750,000.00 | Letreros informativos,  | Cumplimiento al 100% |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|  |  |  |                                   |               |  |                      |
|--|--|--|-----------------------------------|---------------|--|----------------------|
|  |  |  |                                   |               | cursos de capacitación al personal y bitácora de registro  |                      |
| <b>APILADO DE LOS RESIDUOS VEGETALES DERIVADOS DE DESMONTE Y DESPALME.</b>                     | - Cambio de uso de suelo.  | - Flora.<br>- Suelo<br>-Agua<br>-Fauna | Supervisor ambiental              | \$ 25,000.00  | Letreros informativos, cursos de capacitación a al personal.                                       | Cumplimiento al 100% |
| <b>INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SANITARIOS PORTATILES PARA EVITAR EL FECALISMO AL AIRE LIBRE</b> | - Cambio de uso de suelo.<br>-Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio. | - Suelo.<br><br>- Agua                 | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 150,000.00 | Baños portátiles, Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL</b>  | -Preparación del sitio.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio.                              | - Suelo.<br><br>- Agua                 | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 25,000.00  | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro                   | Cumplimiento al 100% |
| <b>APLICACIÓN DE RIEGO EN EL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO.</b>                               | - Cambio de uso de suelo.<br>-Construcción.<br>-Abandono del sitio.                            | - Suelo.<br>-Aire.<br>- Fauna.         | Supervisor ambiental              | \$ 150,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al   | Cumplimiento al 100% |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |   |                             |                                   |                 |  |                      |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|----------------------|
|   |   | Socioeconómico              |                                   |                 | personal y choferes.   |                      |
| <b>INSTALACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>  | -Operación y mantenimiento  | -Suelo.<br><br>-Agua        | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 1,500,000.00 | Planta de tratamiento de aguas residuales acorde al proyecto, cursos de capacitación al personal, Letreros informativos y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN LA NOM-081-SEMARNAT-1994 EN RELACIÓN A RUIDOS DE FUENTES FIJAS</b> | - Cambio de uso de suelo<br>- Preparación del sitio<br>- Construcción<br>- Abandono del sitio                           | Fauna<br><br>Socioeconómico | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 25,000.00    | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal  | Cumplimiento al 100% |
| <b>CONTRATACIÓN DE PERSONAL DE LAS LOCALIDADES PRÓXIMAS AL SITIO DEL PROYECTO</b>                       | -Cambio de uso de suelo<br>-Preparación del sitio<br>-Construcción<br>-Operación y mantenimiento<br>-Abandono del sitio | Socioeconómico              | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 15,000.00    | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal  | Cumplimiento al 100% |

|  |  |                       |  |                          |   |                             |
|--|--|-----------------------|--|--------------------------|---|-----------------------------|
| <p><b>USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b></p>                       | <p>-Cambio de uso de suelo.<br/>-Preparación del sitio.<br/>-Construcción.<br/>-Operación y mantenimiento.<br/>- Abandono del sitio</p>  | <p>Socioeconómico</p> | <p>Supervisor ambiental y Promovente</p> | <p>\$<br/>250,000.00</p> | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro</p> | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b></p>                                   | <p>-Cambio de uso de suelo.<br/>- Preparación del sitio.<br/>-Construcción.<br/>-Operación y mantenimiento.<br/>- Abandono del sitio</p> | <p>Socioeconómico</p> | <p>Supervisor ambiental y Promovente</p> | <p>\$<br/>250,000.00</p> | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro</p> | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>PROGRAMAS VIGENTES DE PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL Y MUNICIPAL</b></p> | <p>-Cambio de uso de suelo.<br/>- Preparación del sitio.<br/>-Construcción.<br/>-Operación y mantenimiento.<br/>-Abandono del sitio</p>  | <p>Socioeconómico</p> | <p>Supervisor ambiental y Promovente</p> | <p>\$<br/>150,000.00</p> | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro</p> | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
|  |  | <p>Suelo y Agua</p>   |  |                          |   |                             |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |  |              |                                   |               |  |                      |
|---|--|--------------|-----------------------------------|---------------|--|----------------------|
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN SANITARIA</b>  | -Operación y Mantenimiento                 |              | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 250,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>INSTALACIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA</b>                                | -Construcción, - Operación y Mantenimiento | Agua         | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 250,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA</b> | -Operación y Mantenimiento                 | Agua         | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 250,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS EN GENERAL</b>                | -Construcción.                             | Suelo y Aire | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 250,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
|   | -Operación y mantenimiento                 |              |                                   |               |  | Cumplimiento al 100% |
|   | - Cambio de uso de suelo.                  | - Aire       | Supervisor ambiental              | \$ 15,000.00  | Letreros informativos,   | Cumplimiento al 100% |

|   |  |  |  |                      |   |                             |
|---|--|--|--|----------------------|---|-----------------------------|
| <p><b>SE PROHÍBE LA QUEMA DE RESIDUOS URBANOS SÓLIDOS</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo.</li> <li>- Vegetación</li> <li>- Paisaje.</li> </ul> |  |                      | <p> cursos de capacitación al personal</p>  |                             |
| <p><b>LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES</b></p>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambio de uso de suelo.</li> <li>- Preparación del sitio.</li> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Agua.</li> <li>- Suelo</li> <li>-Aire</li> </ul>             | <p>Supervisor ambiental</p>              | <p>\$ 250,000.00</p> | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación al personal</p>                          | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS</b></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparación del sitio.</li> <li>- Construcción.</li> <li>-Abandono del sitio</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agua.</li> <li>- Suelo</li> </ul>                             | <p>Supervisor ambiental</p>              | <p>\$ 50,000.00</p>  | <p>Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro</p>   | <p>Cumplimiento al 100%</p> |
| <p><b>INSTALACION DE CERCO PERIMETRAL PARA FAUNA</b></p>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Construcción.</li> <li>-Operación y mantenimiento.</li> <li>-Abandono del sitio</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fauna</li> </ul>   | <p>Supervisor ambiental y Promovente</p> | <p>\$ 750,000.00</p> | <p>Cerco perimetral de malla ciclónica según especificaciones, Letreros informativos,</p> | <p>Cumplimiento al 100%</p> |

|   |   |   |                                   |                 |  |                      |
|---|---|---|-----------------------------------|-----------------|--|----------------------|
|   |   |   |                                   |                 | cursos de capacitación al personal   |                      |
| <b>CONTROL DE FAUNA NOCIVA</b>  | Todas las etapas  | -Fauna                                  | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 250,000.00   | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal                        | Cumplimiento al 100% |
| <b>INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE DESVIO DE AGUA PLUVIAL EN TIEMPO Y FORMA</b> | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna             | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 750,000.00   | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>INSTALACION DEL SISTEMA DE CAPTACION DE LIXIVIADOS</b>                               | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna             | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 500,000.00   | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>CONFORMACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES</b>   | -Construcción   | Suelo                                   | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 2,500,000.00 | Equipo según necesidades técnicas  | Cumplimiento al 100% |
| <b>COLOCACION DE LONAS EN CAMIONES DE VOLTEO QUE TRANSPORTEN MATERIAL PETREO</b>        | -Todas las etapas del proyecto  | -Suelo.<br>-Flora.<br>-Agua.<br>-Social | Supervisor ambiental y Promovente | \$ 25,000.00    | Letreros informativos, cursos de capacitación a choferes                         | Cumplimiento al 100% |

*Manifestación de Impacto Ambiental*

*Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.*

|   |  |  |                                   |                  |  |                      |
|---|--|--|-----------------------------------|------------------|--|----------------------|
| <b>VERIFICAR LA CORRECTA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGAS.</b>       | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>- Abandono del sitio. | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Fauna            | Supervisor ambiental y Promovente | \$<br>25,000.00  | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN OBRAS CIVILES</b>                        | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio.  | -Agua.<br>-Suelo.                      | Supervisor ambiental y Promovente | \$<br>750,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal y bitácora de registro | Cumplimiento al 100% |
| <b>MANTENIMIENTO DE UN ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACION DE 2.15 HECTAREAS EN EL POLIGONO 1</b> | -Construcción.<br>-Operación y mantenimiento.<br>-Abandono del sitio.  | -Agua.<br>-Suelo.<br>-Flora.<br>-Fauna | Supervisor ambiental y Promovente | \$<br>500,000.00 | Letreros informativos, cursos de capacitación al personal                        | Cumplimiento al 100% |

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **VIII.1 Presentación de la información.**

#### **VIII.1.1 Cartografía**

Anexo 15.1. Mapa POGT.

Anexo 15.2. Mapa POERTEO.

Anexo 15.3. Mapa de áreas de importancia conservación.

Anexo 15.4.- Mapa de Macro y Micro localización.

Anexo 15.5.- Mapa de Cuenca Hidrológica Forestal

Anexo 15.6. Mapa de Climas.

Anexo 15.7. Mapa de Geología.

Anexo 15.8. Mapa de Edafología.

Anexo 15.9 Mapa de Degradación.

Anexo 15.10- Mapa de Hidrología Superficial.

Anexo 15.11. Mapa de Hidrología subterránea.

Anexo 15.12- Mapa de Sistemas de topoformas

Anexo 15.13 Mapa de Provincias fisiográficas.

Anexo 15.14 Mapa de Rasgos arqueológicos.

Anexo 15.15 Mapa de Uso de suelo y vegetación.

## VIII.2 Fotografía

### POLIGONO 1 DE CUS.

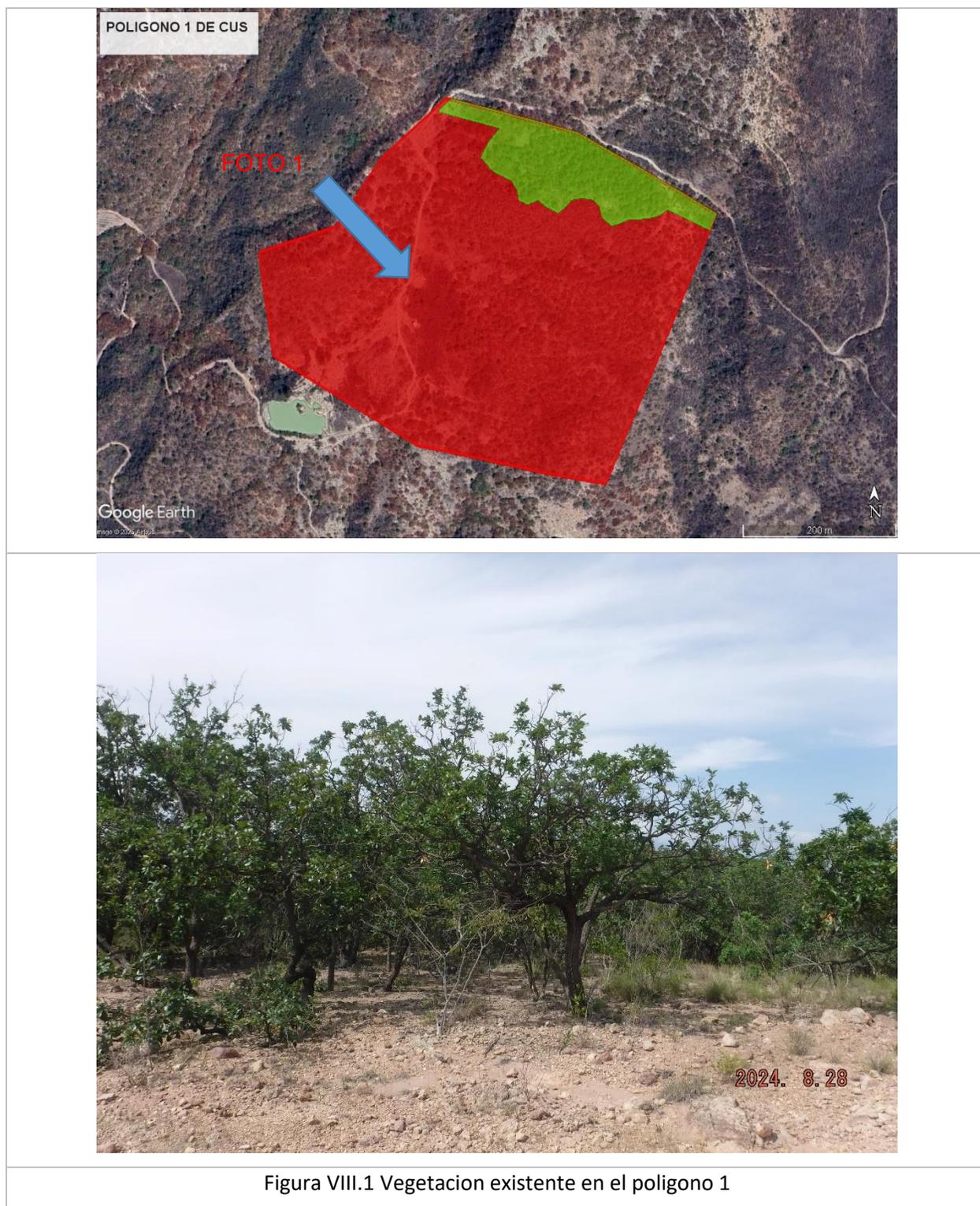


Figura VIII.1 Vegetacion existente en el poligono 1

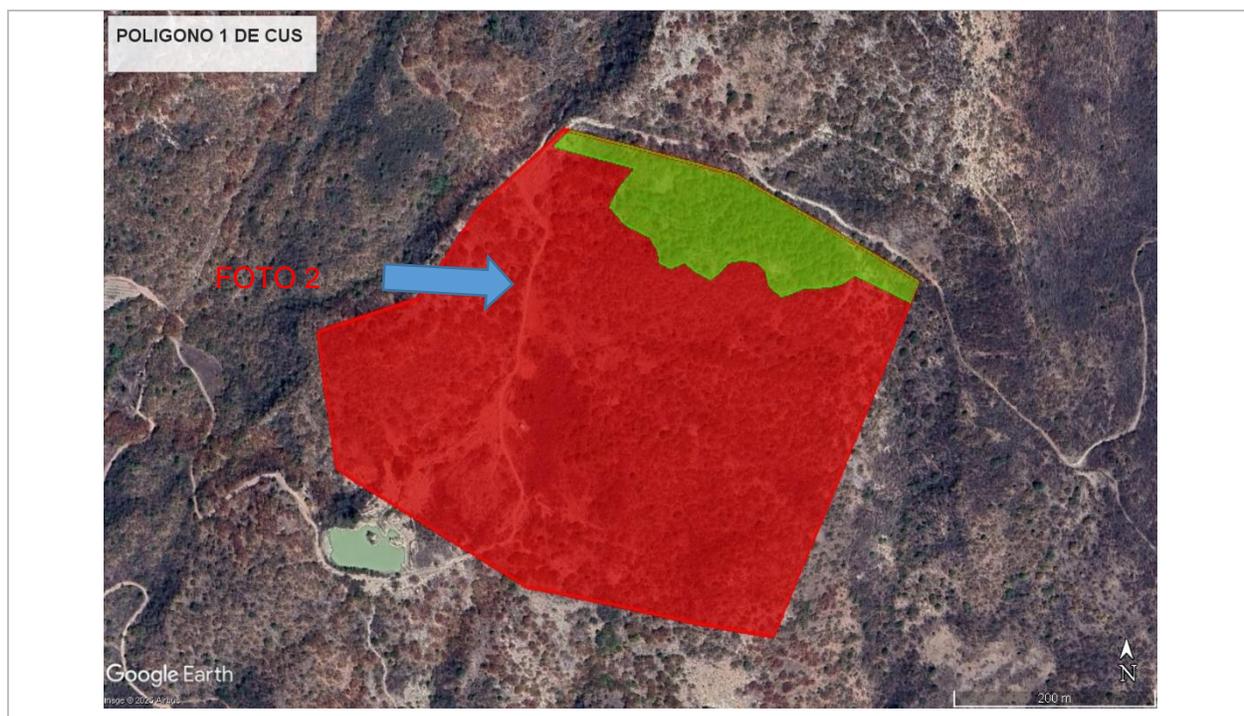


Figura VIII.2 Vegetación existente en el polígono 1

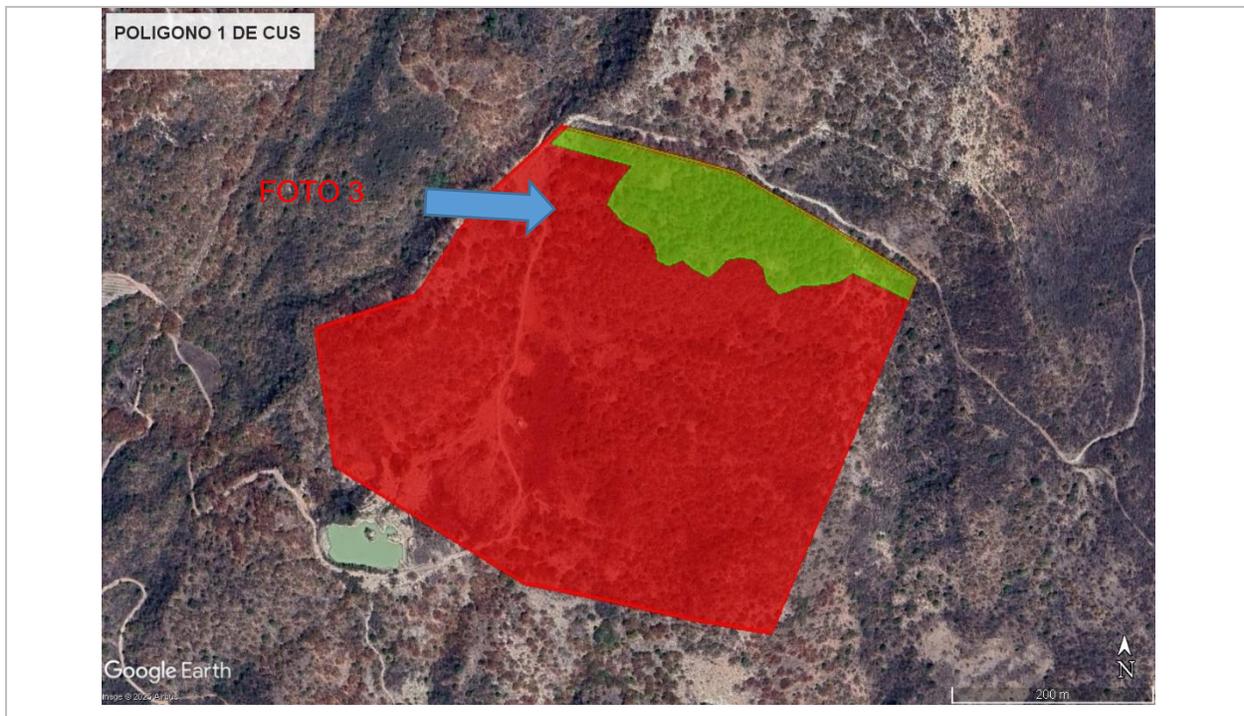


Figura VIII.3 Vegetación existente en el polígono 1

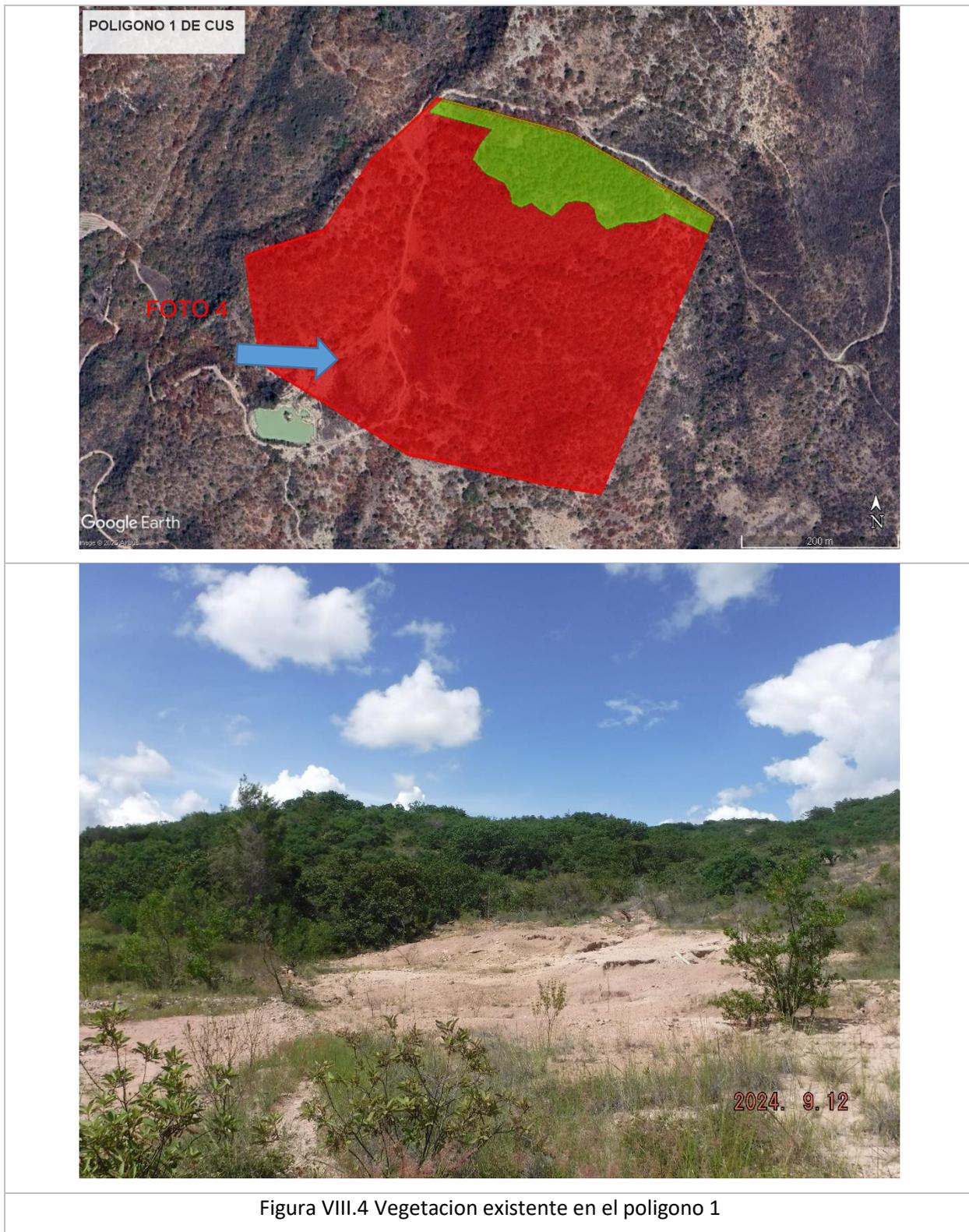


Figura VIII.4 Vegetación existente en el polígono 1

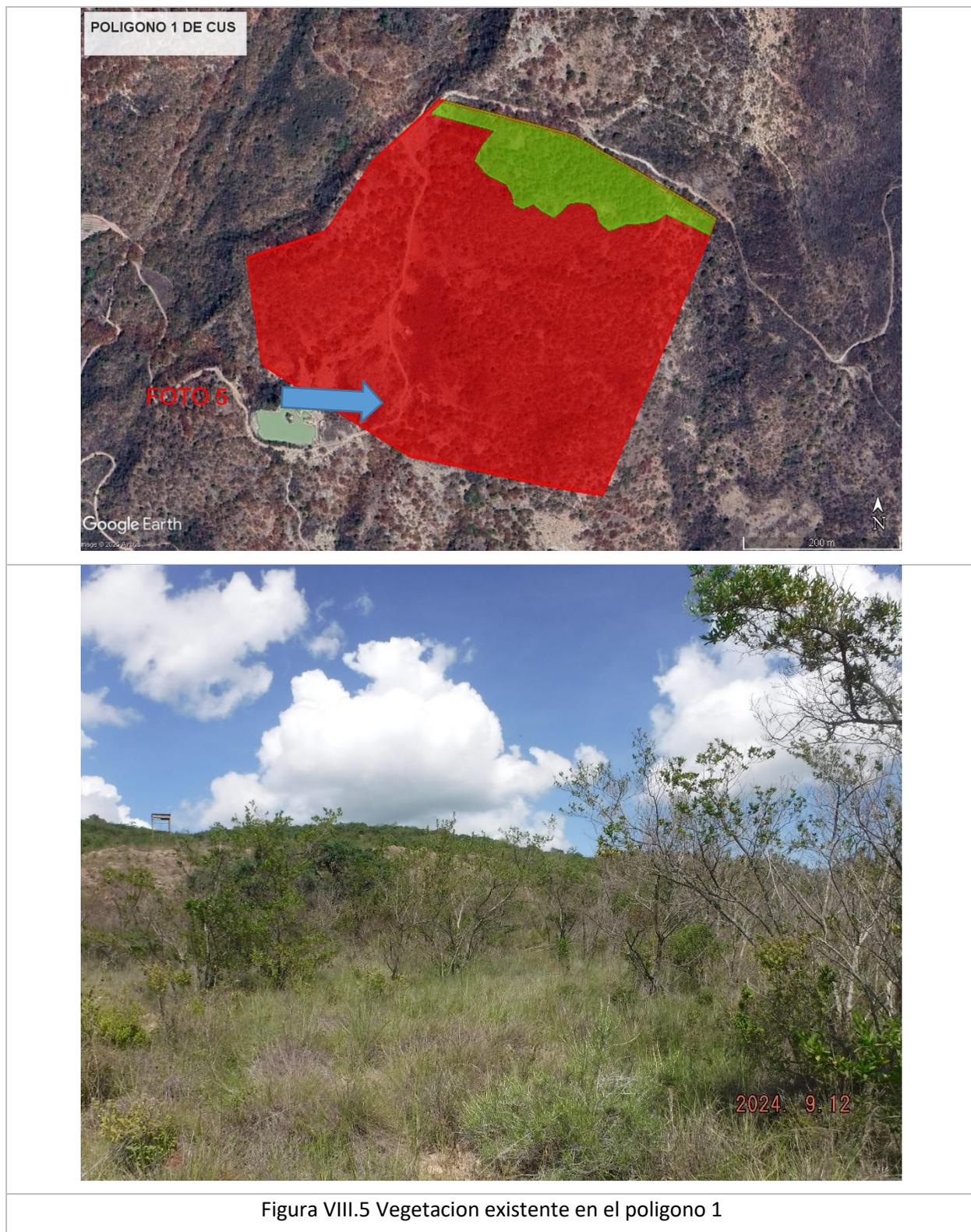


Figura VIII.5 Vegetación existente en el polígono 1



Figura VIII.6. Vegetacion existente en el poligono 1

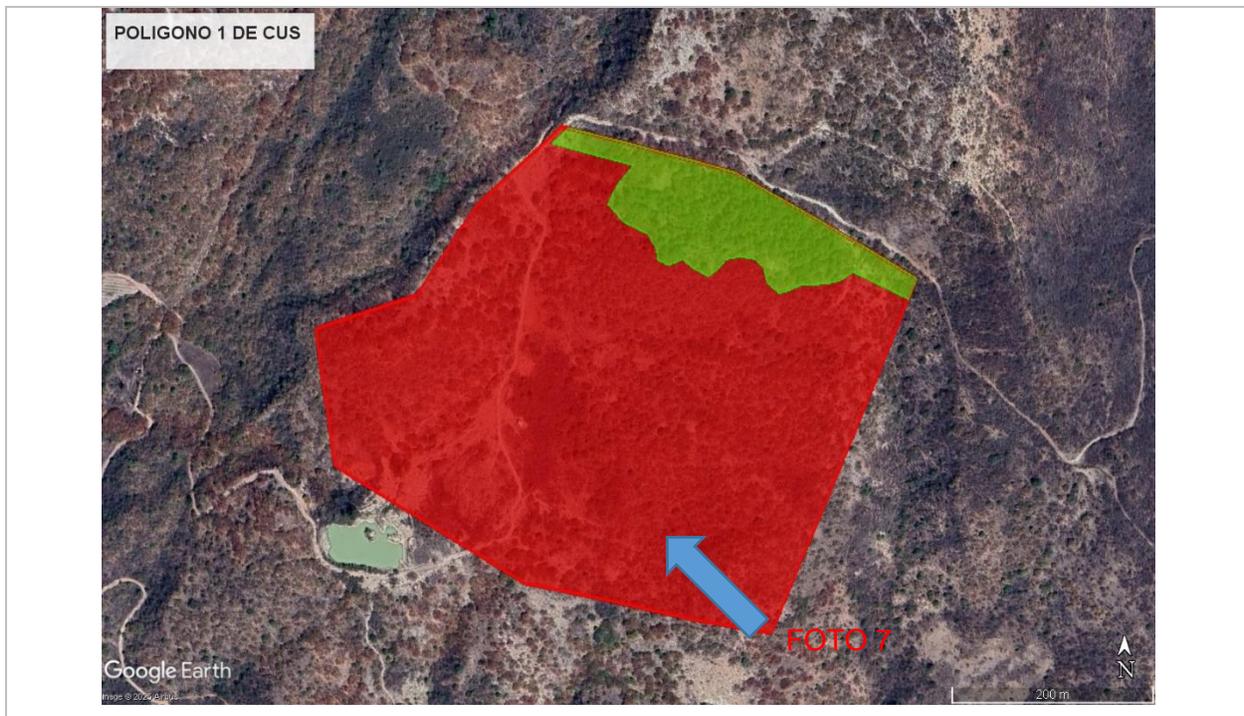


Figura VIII.7.-Vegetación existente en el polígono 1

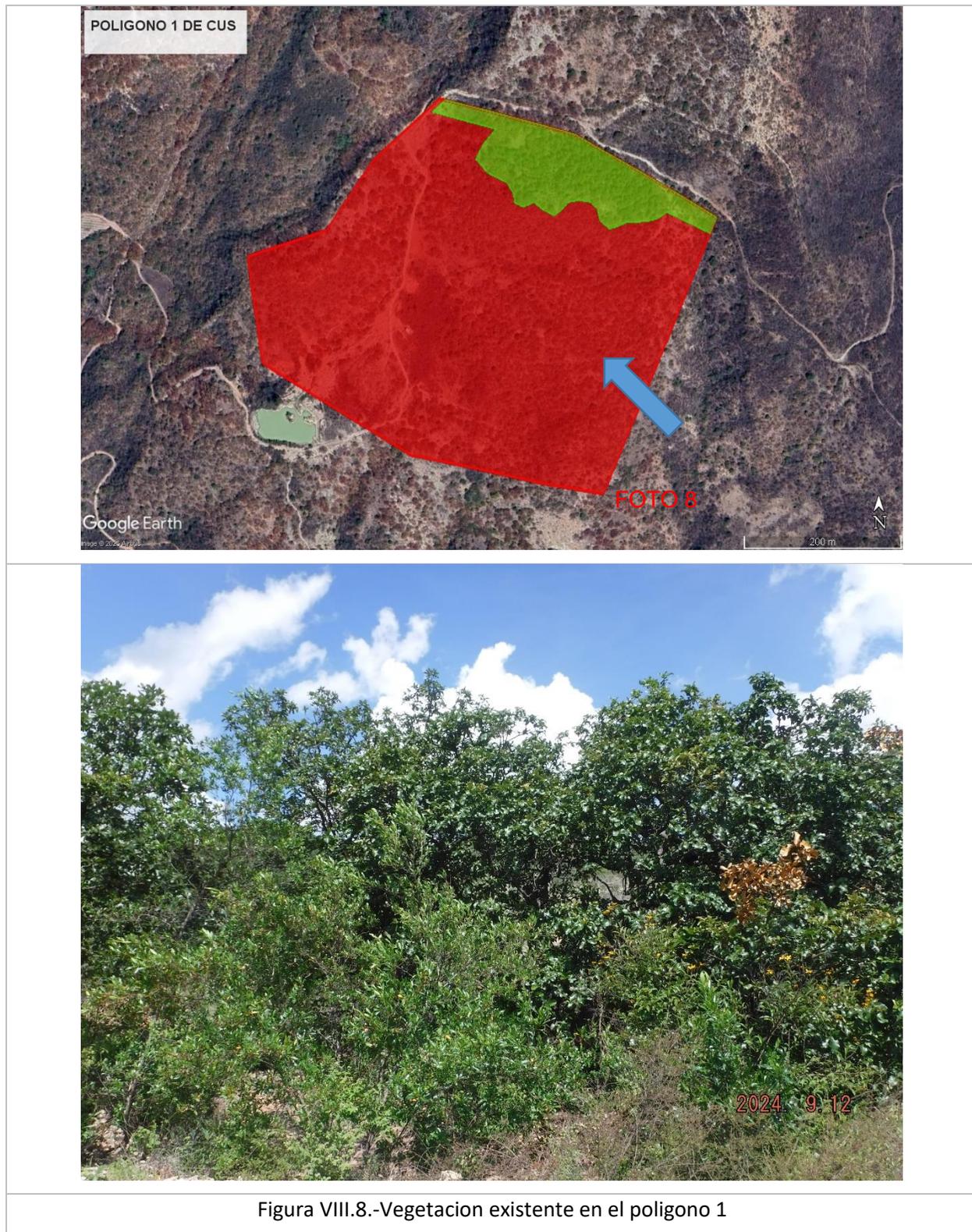


Figura VIII.8.-Vegetacion existente en el poligono 1

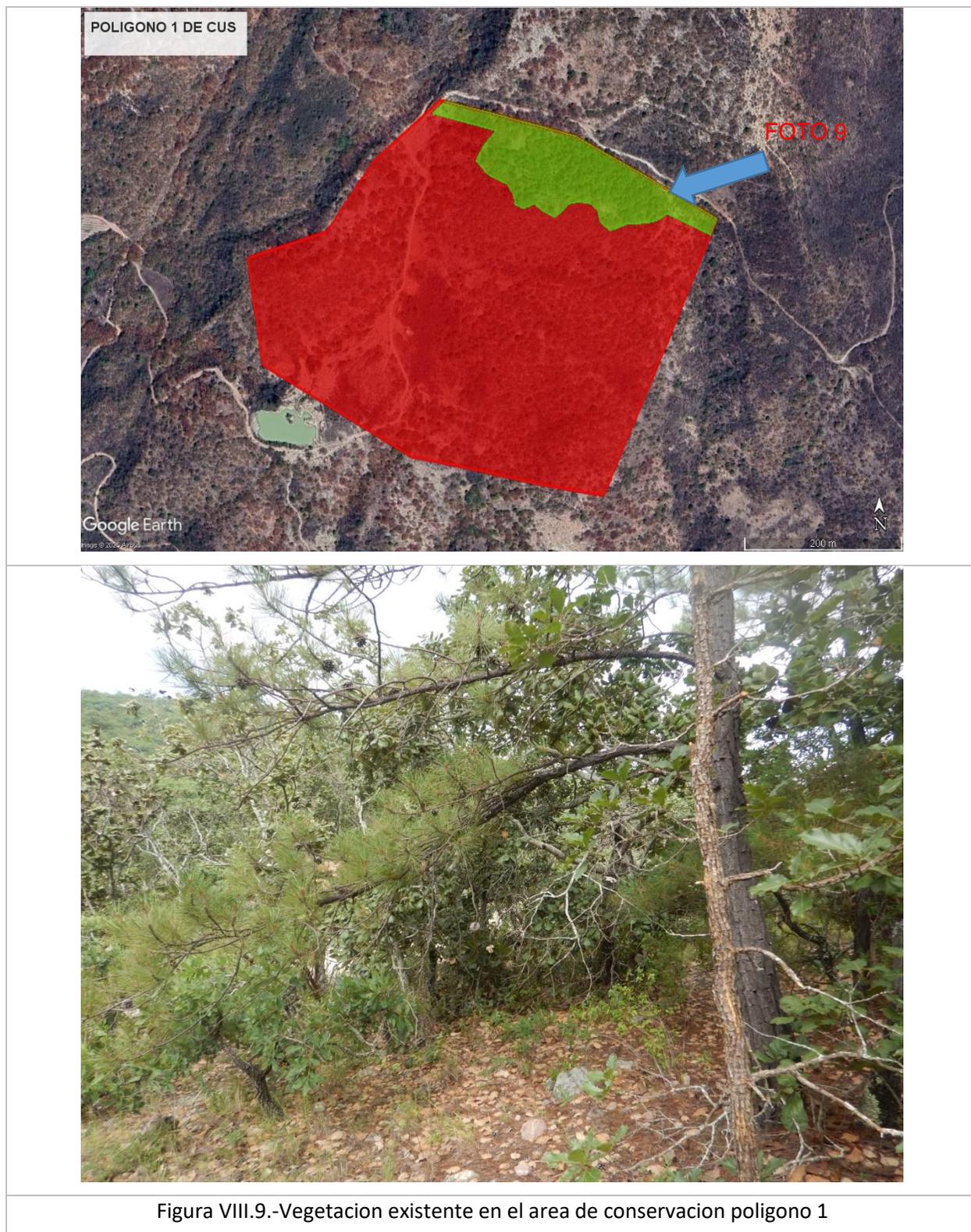


Figura VIII.9.-Vegetacion existente en el area de conservacion poligono 1

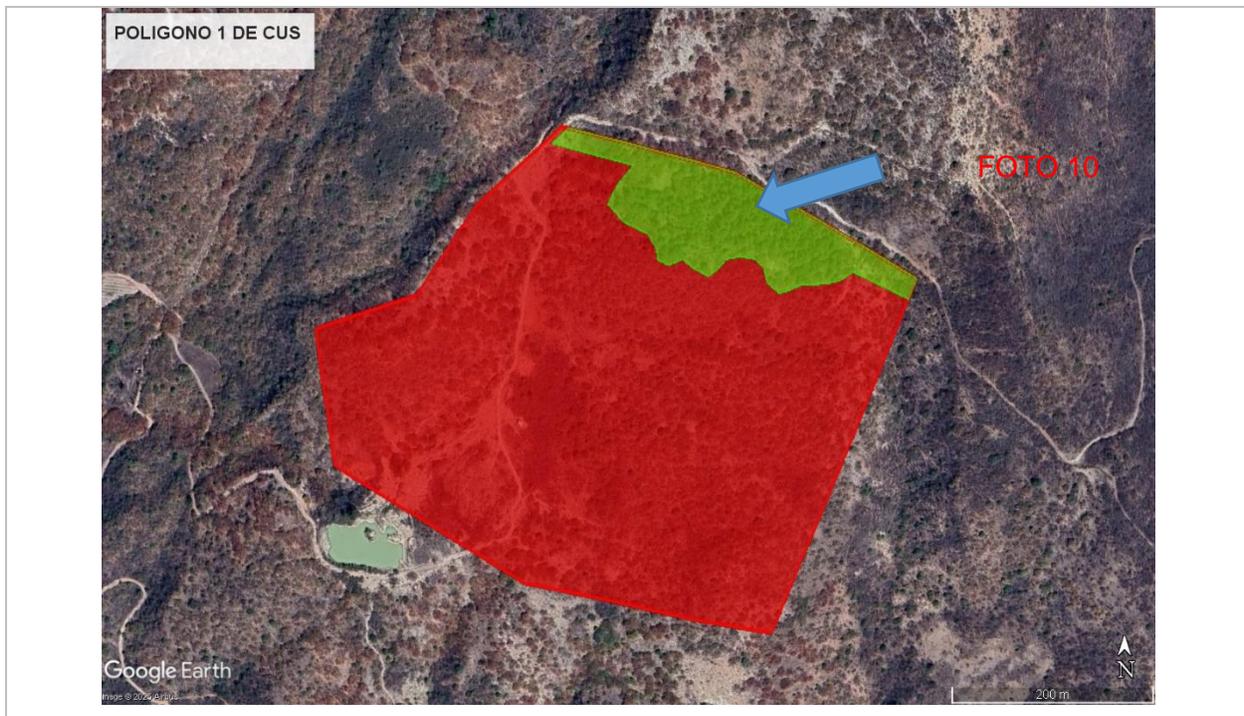


Figura VIII.10.-Vegetación existente en el area de conservacion poligono 1





Figura VIII.12.-Vegetación existente en el area de conservacion poligono 1

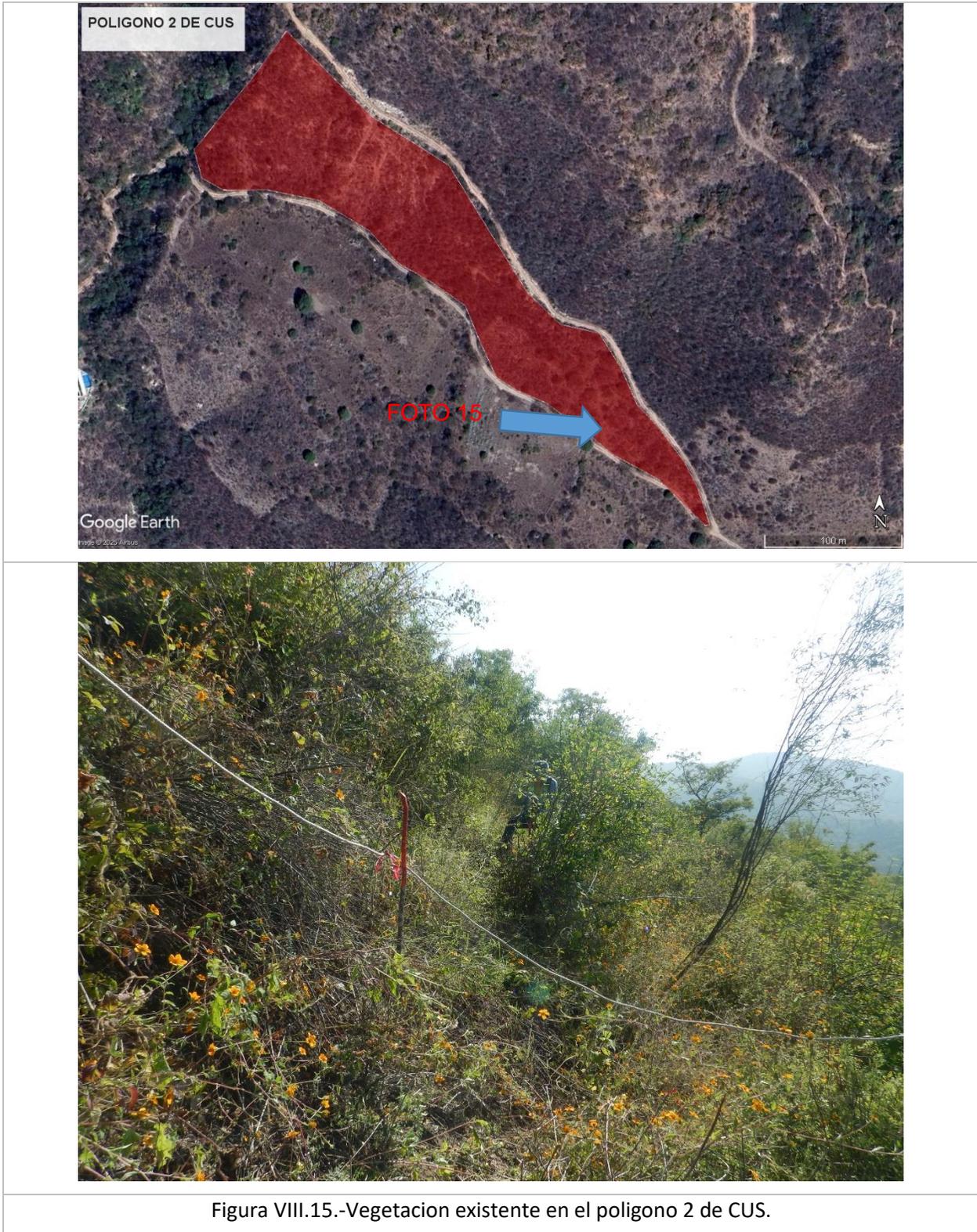
**POLIGONO 2 DE CUS**



Figura VIII.13.-Vegetación existente en el polígono 2 de CUS.



Figura VIII.14.-Vegetacion existente en el poligono 2 de CUS.



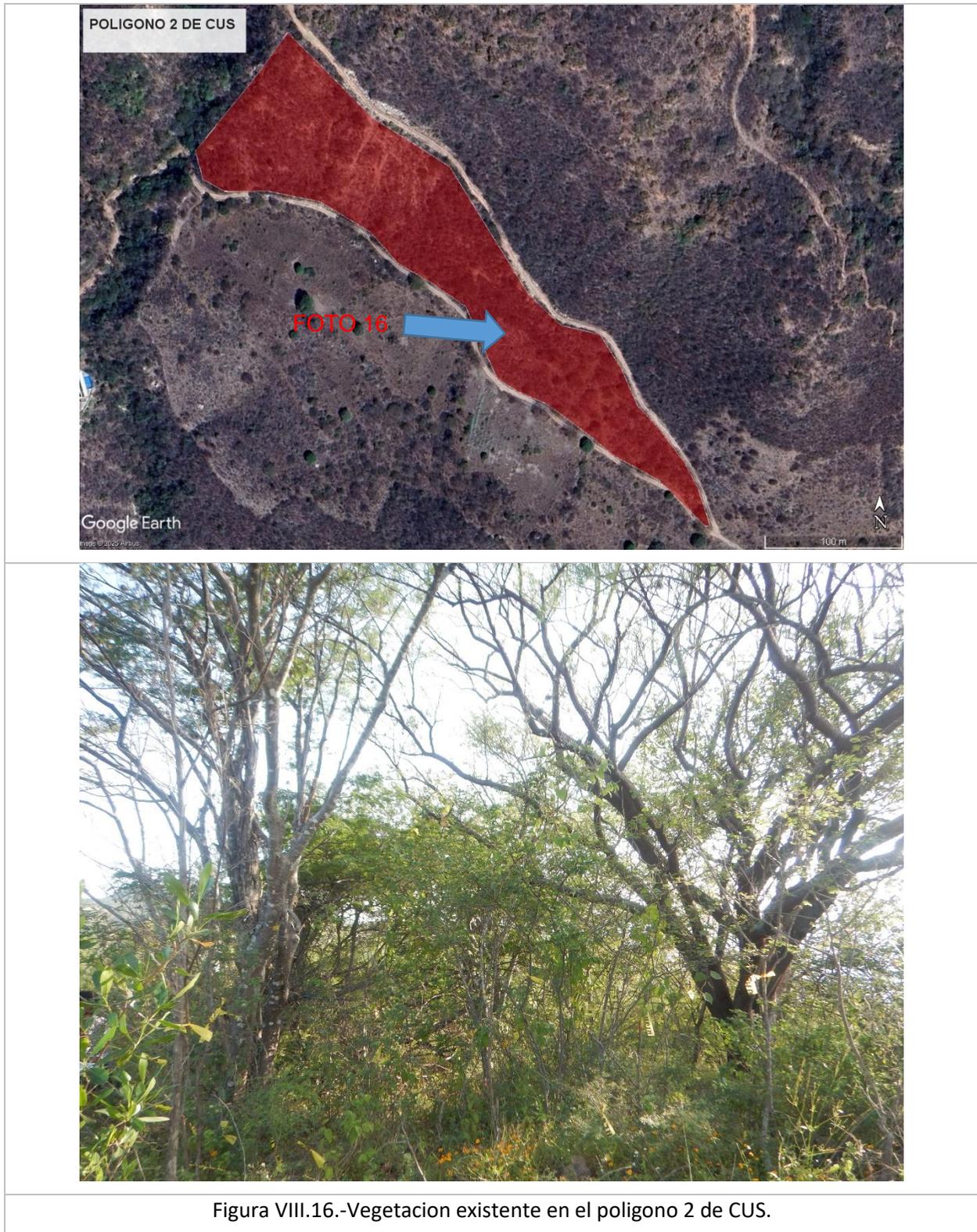


Figura VIII.16.-Vegetación existente en el polígono 2 de CUS.

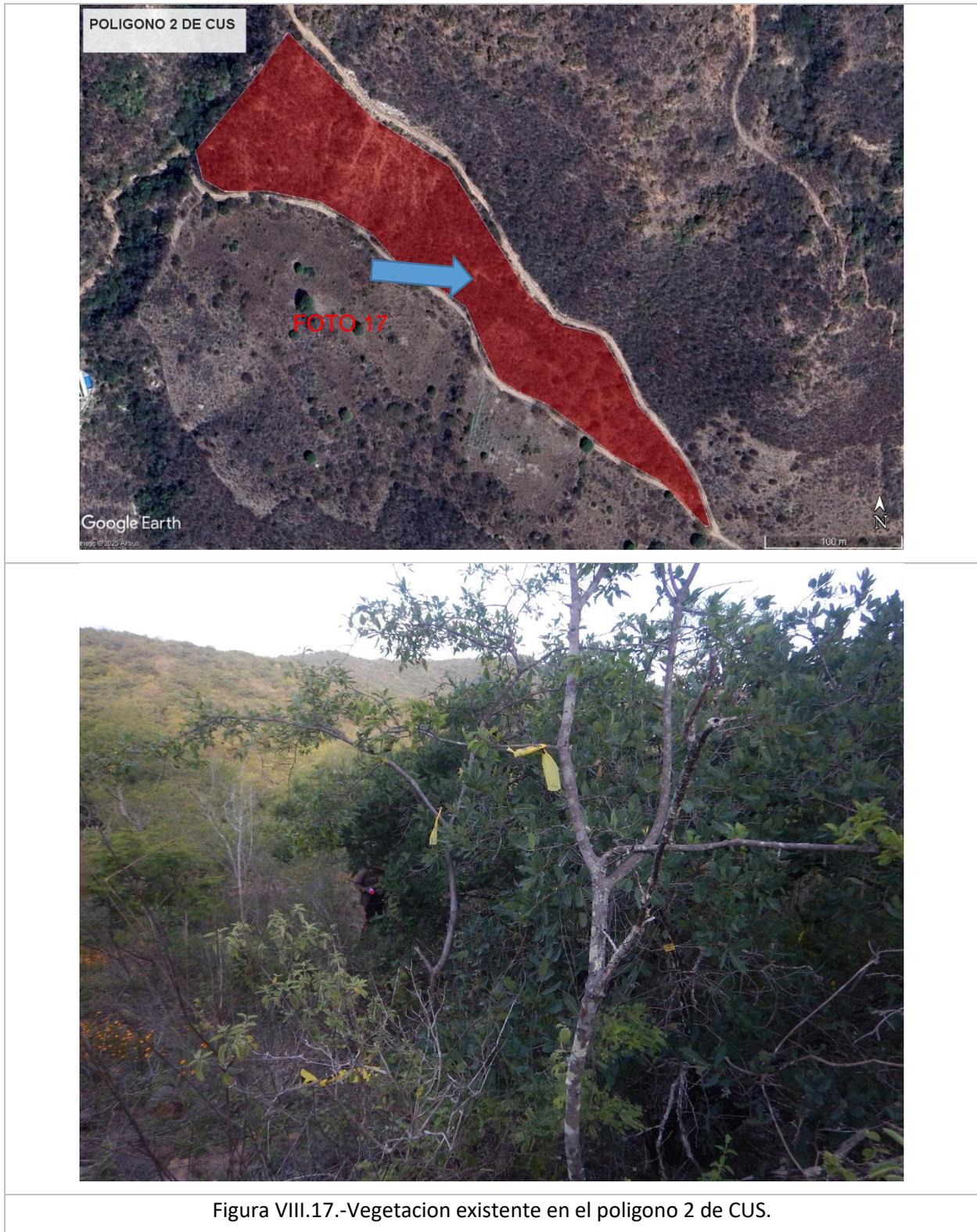


Figura VIII.17.-Vegetacion existente en el poligono 2 de CUS.

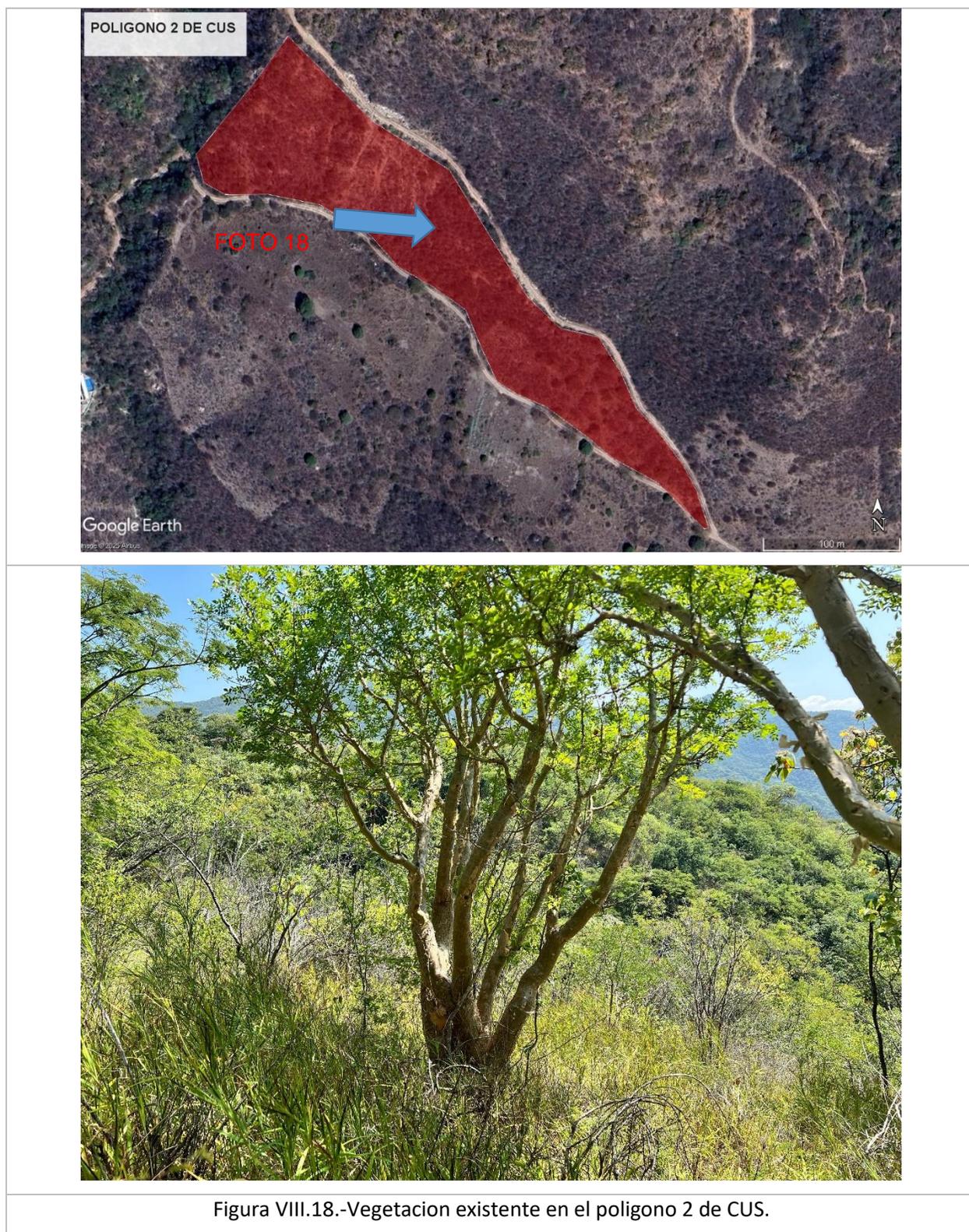


Figura VIII.18.-Vegetacion existente en el poligono 2 de CUS.



Figura VIII.19.-Vegetación existente en el polígono 2 de CUS.



Figura VIII.20.-Vegetacion existente en el poligono 2 de CUS.

### VIII.2.1 Videos.

No se presenta.

### VIII.2.2 Listado de Flora y Fauna.

#### Flora

##### Sistema Ambiental.

A continuación, se presenta la lista florística presente en el sistema Ambiental de estudio. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. **AD**= Área de distribución (, M= Microcuencua); **FC**= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba, Estatus: NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuadro VIII. 1 Listado florístico en el sistema ambiental

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|---------------|---|----|-------|-------------|
| Agavaceae     | <i>Agave angustifolia</i> Haw.                          | M  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave marmorata</i> Roezl                            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave potatorum</i> Zucc.                            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Amaranthaceae | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.         | M  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Rhus schiedeana</i> Schldtl.                         | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Anthericaceae | <i>Echeandia vestita</i> (Baker) Cruden                 | M  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Critoniopsis salicifolia</i> (DC.) H.Rob.            | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Parthenium tomentosum</i> DC.                        | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Roldana eriophylla</i> (Greenm.) H.Rob. & Brettell   | M  | A     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Stevia subpubescens</i> Lag.                         | M  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Tagetes lucida</i> Cav.                              | M  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Viguiera eriophora</i> Greenm.                       | M  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                         | M  | H     | Sin estatus |
| Blechnaceae   | <i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.                   | M  | H     | Sin estatus |
| Boraginaceae  | <i>Cordia guerckeana</i> Loes.                          | M  | Ar    | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.                 | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera galeottiana</i> Engl.                        | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.                | M  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                    | M  | A, Ar | Sin estatus |

Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.

|                 |   |   |          |             |
|-----------------|---|---|----------|-------------|
| Cactaceae       | <i>Opuntia pubescens</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.              | M | Ar       | Sin estatus |
| Cactaceae       | <i>Opuntia streptacantha</i> Lem.                           | M | Ar       | Sin estatus |
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                            | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Commelinaceae   | <i>Commelina erecta</i> L.                                  | M | H        | Sin estatus |
| Convolvulaceae  | <i>Ipomoea pauciflora</i> M.Martens & Galeotti              | M | Ar       | Sin estatus |
| Cupressaceae    | <i>Juniperus flaccida</i> Schldt.                           | M | A, Ar, H | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch  | M | A        | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                     | M | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Acalypha langiana</i> Müll.Arg.                          | M | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                            | M | H        | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Jatropha andrieuxii</i> Müll.Arg.                        | M | A        | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti              | M | A, Ar, H | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus magnoliifolia</i> Née                            | M | A, Ar, H | Sin estatus |
| Lamiaceae       | <i>Salvia elegans</i> Vahl.                                 | M | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Acacia pennatula</i> (Schldt. & Cham.) Benth.            | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.               | M | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                          | M | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium orbiculare</i> Schldt.                         | M | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium procumbens</i> (Mill) Hitchc.                  | M | H        | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson            | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Indigofera platycarpa</i> Rose                           | M | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.      | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.              | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.               | M | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.                    | M | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby            | M | Ar       | Sin estatus |
| Loasaceae       | <i>Mentzelia aspera</i> L.                                  | M | Ar       | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky                     | M | H        | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                                | M | H        | Sin estatus |
| Nolinaceae      | <i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult.f.) Zucc. | M | Ar       | Sin estatus |
| Nolinaceae      | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.                     | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Orchidaceae     | <i>Habenaria macroceratitis</i> Willd.                      | M | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Aristida adscensionis</i> L.                             | M | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.             | M | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka                        | M | H        | Sin estatus |
| Polygalaceae    | <i>Polygala purpusii</i> Brandegee                          | M | H        | Sin estatus |
| Polypodiaceae   | <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger             | M | H        | Sin estatus |
| Rubiaceae       | <i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth                    | M | Ar       | Sin estatus |
| Rubiaceae       | <i>Crusea coccinea</i> DC.                                  | M | H        | Sin estatus |

|               |  |   |          |             |
|---------------|--|---|----------|-------------|
| Rubiaceae     | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.               | M | H        | Sin estatus |
| Rutaceae      | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.             | M | Ar       | Sin estatus |
| Sapindaceae   | <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.                    | M | A, Ar, H | Sin estatus |
| Solanaceae    | <i>Solanum erianthum</i> D.Don.                  | M | Ar       | Sin estatus |
| Sterculiaceae | <i>Melochia tomentosa</i> L.                     | M | Ar, H    | Sin estatus |
| Tiliaceae     | <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr. | M | A, Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lantana camara</i> L.                         | M | H        | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lantana hirta</i> Graham                      | M | Ar       | Sin estatus |
| Verbenaceae   | <i>Lippia origanoides</i> Kunth                  | M | Ar       | Sin estatus |

### LISTADO FLORISTICO EN EL AREA DEL PROYECTO.

#### - Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

A continuación, se presenta la lista florística del Polígono 1. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. **AD**= Área de distribución (P= Predio); **FC**= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba. Estatus: NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro VIII. 2.- Composición florística del Polígono 1

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|---------------|---|----|-------|-------------|
| Agavaceae     | <i>Agave marmorata</i> Roehl                            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Agavaceae     | <i>Agave potatorum</i> Zucc.                            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Pseudosmodium andrieuxii</i> (Baill.) Engl.          | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Rhus schiedeana</i> Schldl.                          | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Anthericaceae | <i>Echeandia vestita</i> (Baker) Cruden                 | P  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Baccharis sordescens</i> DC.                         | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Critoniopsis salicifolia</i> (DC.) H.Rob.            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Parthenium tomentosum</i> DC.                        | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Pseudognaphalium attenuatum</i> (DC.) Anderb.        | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Stevia subpubescens</i> Lag.                         | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae    | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                         | P  | H     | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.                 | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera galeottiana</i> Engl.                        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.                | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae   | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |

|                 |   |   |          |             |
|-----------------|---|---|----------|-------------|
| Cactaceae       | <i>Opuntia pubescens</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.                | P | Ar       | Sin estatus |
| Cactaceae       | <i>Opuntia streptacantha</i> Lem.                             | P | Ar       | Sin estatus |
| Cactaceae       | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm.) Britton & Rose | P | A        | Sin estatus |
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                              | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Commelinaceae   | <i>Commelina erecta</i> L.                                    | P | H        | Sin estatus |
| Cupressaceae    | <i>Juniperus flaccida</i> Schltld.                            | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth                           | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Ericaceae       | <i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch    | P | A        | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                       | P | Ar       | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                              | P | H        | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti                | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Fagaceae        | <i>Quercus magnoliifolia</i> Née                              | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Lamiaceae       | <i>Salvia elegans</i> Vahl.                                   | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Acacia pennatula</i> (Schltld. & Cham.) Benth.             | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.                 | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                            | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Desmodium procumbens</i> (Mill) Hitchc.                    | P | H        | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson              | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Indigofera platycarpa</i> Rose                             | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.        | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.                 | P | Ar       | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.                      | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby              | P | Ar       | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky                       | P | H        | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                                  | P | H        | Sin estatus |
| Nolinaceae      | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.                       | P | A, Ar    | Sin estatus |
| Pinaceae        | <i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltld. & Cham.              | P | A        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Aristida adscensionis</i> L.                               | P | H        | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth                      | P | H        | Sin estatus |
| Polygalaceae    | <i>Polygala purpusii</i> Brandegee                            | P | H        | Sin estatus |
| Rubiaceae       | <i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth                      | P | Ar       | Sin estatus |
| Rubiaceae       | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.                            | P | H        | Sin estatus |
| Sapindaceae     | <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.                                 | P | A, Ar, H | Sin estatus |
| Sterculiaceae   | <i>Melochia tomentosa</i> L.                                  | P | Ar, H    | Sin estatus |
| Verbenaceae     | <i>Lippia origanoides</i> Kunth                               | P | Ar       | Sin estatus |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

A continuación, se presenta la lista florística del Polígono 2. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; para la nomenclatura de las familias, géneros y especies se siguió la

clasificación de Cronquist (1981); los autores se corresponden a la propuesta de García-Mendoza y Meave (2010) y se verificaron en la base de datos W<sub>3</sub>TROPICOS. **AD**= Área de distribución (P= Predio); **FC**= Forma de crecimiento (A= árbol, Ar= arbusto, H= hierba, ESTATUS: NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro VIII. 3., Composición florística del Polígono 2

| FAMILIA         | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | AD | FC    | ESTATUS     |
|-----------------|---|----|-------|-------------|
| Amaranthaceae   | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.         | P  | Ar    | Sin estatus |
| Anacardiaceae   | <i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> (Baill.) Engl.       | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Apocynaceae     | <i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold                   | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni                     | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.               | P  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Tagetes lucida</i> Cav.                              | P  | H     | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Viguiera eriophora</i> Greenm.                       | P  | Ar    | Sin estatus |
| Asteraceae      | <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.                         | P  | H     | Sin estatus |
| Burseraceae     | <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Burseraceae     | <i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.                    | P  | A     | Sin estatus |
| Celastraceae    | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk.                        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                 | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Croton fantzianus</i> F.Seym.                        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Croton mazapensis</i> Lundell                        | P  | Ar    | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.                 | P  | Ar    | Sin estatus |
| Euphorbiaceae   | <i>Jatropha neopauciflora</i> Pax                       | P  | AR    | Sin estatus |
| Krameriaceae    | <i>Krameria pauciflora</i> Moc. & Sessé ex A.DC.        | P  | A     | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray                      | P  | Ar, H | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson        | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.  | P  | A     | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.          | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Mimosa lactiflua</i> Delile ex Benth.                | P  | AR    | Sin estatus |
| Leguminosae     | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby          | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Loasaceae       | <i>Mentzelia aspera</i> L.                              | P  | H     | Sin estatus |
| Malpighiaceae   | <i>Malpighia mexicana</i> A.Juss.                       | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Malvaceae       | <i>Sida abutifolia</i> Mill.                            | P  | H     | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Aristida adscensionis</i> L.                         | P  | H     | Sin estatus |
| Poaceae         | <i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.         | P  | H     | Sin estatus |
| Rutaceae        | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.                    | P  | A, Ar | Sin estatus |
| Sterculiaceae   | <i>Melochia tomentosa</i> L.                            | P  | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae     | <i>Lantana camara</i> L.                                | P  | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae     | <i>Lippia organoides</i> Kunth                          | P  | Ar    | Sin estatus |
| Verbenaceae     | <i>Stachytarpheta mutabilis</i> (Jacq.) Vahl            | P  | Ar    | Sin estatus |

ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

No existe ninguna especie en alguna categoría de riesgo en los dos polígonos estudiados

**FAUNA**

**SISTEMA AMBIENTAL**

Del estudio realizado en el Sistema Ambiental datos obtenidos se muestran en el siguiente cuadro, en listando las especies que se encontraron.

Cuadro VIII. 4 Especies de fauna encontradas en el sistema ambiental.

| CLASE    | ORDEN          | FAMILIA                     | ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN              |
|----------|----------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Anfibios | Anura          | Ranidae                     | <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | Rana ladrona              |
|          |                |                             | <i>Lithobates spectabilis</i>    | Rana leopardo             |
| Aves     | Cathartiformes | Cathartidae                 | <i>Cathartes aura</i>            | Zopilote cabeza roja      |
|          |                |                             | <i>Coragyps atratus</i>          | Zopilote                  |
|          | Columbiformes  | Columbidae                  | <i>Columbina inca</i>            | Tortolita                 |
|          |                |                             | <i>Leptotila verreauxi</i>       | Paloma arroyera           |
|          |                |                             | <i>Zenaida asiatica</i>          | Paloma alablanca          |
|          | Coraciiformes  | Momotidae                   | <i>Momotus mexicanus</i>         | Momoto                    |
|          | Cuculiformes   | Cuculidae                   | <i>Geococcyx velox</i>           | Correcaminos              |
|          |                |                             | <i>Piaya cayana</i>              | Cuco ardilla              |
|          | Galliformes    | Cracidae                    | <i>Ortalis poliocephala</i>      | Chachalaca                |
|          | Passeriformes  | Cardinalidae                | <i>Piranga rubra</i>             | Pajaro chile              |
|          |                | Corvidae                    | <i>Aphelocoma woodhouseii</i>    | chara                     |
|          |                | Fringillidae                | <i>Euphonia affines</i>          | Eufonia garganta amarilla |
|          |                |                             | <i>Haemorhous mexicanus</i>      | Gorrión mexicano          |
|          |                |                             | <i>Spinus psaltria</i>           | Jilguerito                |
|          |                | Icteridae                   | <i>Icterus pustulatus</i>        | Calandria dorso rayado    |
|          |                | Mimidae                     | <i>Toxostoma curvirostre</i>     | Huitlacoche               |
|          | Passeridae     | <i>Passerina versicolor</i> | Colorin morado                   |                           |
|          | Passerillidae  | <i>Peucaea mystacalis</i>   | Zacatonero embricado             |                           |
|          |                | Poliptilidae                | <i>Poliptila cerulea</i>         | Perlita gris              |
|          |                |                             | <i>Poliptila plumbea</i>         | Perlita plumiza           |
|          |                | Ptilioglidae                | <i>Ptiliogonys cinereus</i>      | chinito                   |
|          |                | Troglodytidae               | <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | Matraca barrada           |
|          |                |                             | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Matraquita                |
|          |                | Turdidae                    | <i>Turdus rufopalliatus</i>      | Tordo o primavera         |

Manifestación de Impacto Ambiental

Para el cambio de uso de suelo para la construcción y operación del Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos (CIRRSU) para la Gestión de los Residuos generados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, en el Municipio de San Pedro Totolápam, Oaxaca.

|           |                |                  |                                 |                              |
|-----------|----------------|------------------|---------------------------------|------------------------------|
|           |                | Tyrannidae       | <i>Contopus cinereus</i>        | Pibi tropical                |
|           |                |                  | <i>Contopus cooperi</i>         | Mosquero de cooper           |
|           |                |                  | <i>Contopus virens</i>          | Mosquerito                   |
|           |                |                  | <i>Empidonax minimus</i>        | Mosquerito                   |
|           |                |                  | <i>Empidonax oberholseri</i>    | Mosquerito matorralero       |
|           |                |                  | <i>Myiarchus nuttingi</i>       | Mosquerito de nutting        |
|           |                |                  | <i>Myiarchus tyrannulus</i>     | Mosquero copeton             |
|           |                |                  | <i>Tyrannus crassirostris</i>   | Mosquerito pico grueso       |
|           |                |                  | <i>Tyrannus vociferans</i>      | Tyrano de cassin             |
|           |                | Virionidae       | <i>Vireo philadelphicus</i>     | Vireo de philadelphia        |
|           | Piciformes     | Picidae          | <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano          |
|           |                |                  | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero                   |
|           |                |                  | <i>Melanerpes hypopolius</i>    | Carpintero del balsas        |
|           | Trochiliformes | trochilidae      | <i>Archilochus colubris</i>     | Colibri verde                |
|           |                |                  | <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde         |
| Mamíferos | Artiodactyla   | Cervidae         | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca           |
|           | Carnivora      | Canidae          | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                   |
|           |                | Felidae          | <i>Leopardus wiedii</i>         | Tigrillo                     |
|           |                | Mephitidae       | <i>Conepatus leuconotus</i>     | Zorrillo                     |
|           |                | Procyonidae      | <i>Bassariscus astutus</i>      | cacomixtle                   |
|           |                |                  | <i>Nasua narica</i>             | Tejon                        |
|           |                |                  | <i>Procyon lotor</i>            | Mapache                      |
|           | Lagomorpha     | Leporidae        | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte              |
| Reptiles  | Squamata       | Colubridae       | <i>Oxybelis microphthalmus</i>  | Bejuquillo cafe              |
|           |                |                  | <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada               |
|           |                |                  | <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar            |
|           |                | Dipsadidae       | <i>Manolepis putnami</i>        | culebra cabeza surcada       |
|           |                | Iguanidae        | <i>Ctenosaura pectinata</i>     | Iguana negra                 |
|           |                |                  | <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa           |
|           |                | Phrynosomatidae  | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija                    |
|           |                |                  | <i>Sceloporus smithi</i>        | Lagartija espinosa del istmo |
|           |                | Phyllodactylidae | <i>Phyllodactylus muralis</i>   | Salamanquesa                 |
|           |                | Scinidae         | <i>Marisora syntoma</i>         | Eslizon de tehuantepec       |
|           |                | Teiidae          | <i>Aspidoscelis deppii</i>      | Huico siete lineas           |

Dentro del listado se agregaron aquellas especies que tienen distribución endémica como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro VIII. 5.- Especies de fauna registradas en alguna categoría de riesgo.

| ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN           | CITES | IUCN | NOM-059 | DISTRIBUCIÓN |
|----------------------------------|------------------------|-------|------|---------|--------------|
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | Rana ladrona           | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    | Rana leopardo          | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Ortalis poliocephala</i>      | Chachalaca             | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Peuceaea mystacalis</i>       | Zacatonero embricado   | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Campylorhynchus jocosus</i>   | Matraca barrada        | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Turdus rufopalliatu</i>       | Tordo o primavera      | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Melanerpes hypopolius</i>     | Carpintero del balsas  | -     | -    | -       | Endémica     |
| <i>Archilochus colubris</i>      | Colibri verde          | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Ramosomyia viridifrons</i>    | Colibrí frente verde   | II    | Lc   | A       | Endémica     |
| <i>Leopardus wiedii</i>          | Tigrillo               | II    | Nt   | P       | Nativa       |
| <i>Nasua narica</i>              | Tejon                  | II    | Lc   | -       | Nativa       |
| <i>Salvadora lemniscata</i>      | Culebra rayada         | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Tantilla rubra</i>            | Culebra de collar      | -     | Lc   | Pr      | Nativa       |
| <i>Manolepis putnami</i>         | culebra cabeza surcada | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>      | Iguana negra           | II    | Lc   | A       | Endémica     |
| <i>Sceloporus edwardtaylori</i>  | Lagartija espinosa     | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Sceloporus smithi</i>         | Lagartija del istmo    | -     | Lc   | -       | Endémica     |
| <i>Phyllodactylus muralis</i>    | Salamanquesa           | -     | Lc   | Pr      | Endémica     |
| <i>Marisora syntoma</i>          | Eslizon de tehuantepec | -     | Lc   | -       | Endémica     |

**LISTADOS FAUNISTICOS EN EL AREA DEL PROYECTO.**

**- Polígono 1: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino**

Cuadro VIII. 6 Especies de Fauna encontradas en el Área del Polígono 1

| CLASE     | ORDEN          | FAMILIA        | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN           |
|-----------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------------|
| Aves      | Cathartiformes | Cathartidae    | <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote cabeza roja   |
|           |                |                | <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote               |
|           | Columbiformes  | Columbidae     | <i>Columbina inca</i>           | Tortolita              |
|           |                |                | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma ala blanca      |
|           | Cuculiformes   | Cuculidae      | <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos           |
|           | Galliformes    | Cracidae       | <i>Ortalis poliocephala</i>     | Chachalaca             |
|           | Passeriformes  | Corvidae       | <i>Aphelocoma woodhouseii</i>   | chara                  |
|           |                |                | <i>Corvus corax</i>             | Cuervo                 |
|           |                | Fringillidae   | <i>Spinus psaltria</i>          | Jilguerito             |
|           |                | Icteridae      | <i>Icterus pustulatus</i>       | Calandria dorso rayado |
|           |                | Passerillidae  | <i>Peucaea mystacalis</i>       | Zacatonero embricado   |
|           |                | Poliptilidae   | <i>Poliptila cerulea</i>        | Perlita gris           |
|           |                | Ptilioglonidae | <i>Ptiliogonys cinereus</i>     | chinito                |
|           |                | Thraupidae     | <i>Sporophila torqueola</i>     | semillerito            |
|           |                | Tyrannidae     | <i>Empidonax minimus</i>        | Mosquerito             |
|           |                |                | <i>Empidonax oberholseri</i>    | Mosquerito matorralero |
|           |                | Virionidae     | <i>Vireo philadelphicus</i>     | Vireo de philadelphia  |
|           | Piciformes     | Picidae        | <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano    |
|           |                |                | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero             |
|           | Trochiliformes | trochilidae    | <i>Ramosomyia viridifrons</i>   | Colibrí frente verde   |
| Mamíferos | Artiodactyla   | Cervidae       | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca     |
|           | Carnivora      | Canidae        | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris             |
|           |                | Felidae        | <i>Puma concolor</i>            | puma                   |
|           |                | Procyonidae    | <i>Bassariscus astutus</i>      | cacomixtle             |
|           |                |                | <i>Nasua narica</i>             | Tejon                  |
|           | Lagomorpha     | Leporidae      | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte        |
| Reptiles  | Squamata       | colubridae     | <i>Salvadora lemniscata</i>     | Culebra rayada         |
|           |                |                | <i>Tantilla rubra</i>           | Culebra de collar      |

|  |  |                 |                                 |                           |
|--|--|-----------------|---------------------------------|---------------------------|
|  |  | Iguanidae       | <i>Sceloporus edwardtaylori</i> | Lagartija espinosa        |
|  |  | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija                 |
|  |  | Scinidae        | <i>Marisora syntoma</i>         | eslización de tehuantepec |
|  |  | Teiidae         | <i>Aspidoscelis deppii</i>      | Huico siete líneas        |

- **Polígono 2: Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.**

Cuadro VIII. 7.- Especies encontradas en el Área del Polígono 2

| CLASE      | ORDEN          | FAMILIA                     | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN                     |                        |
|------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Aves       | Cathartiformes | Cathartidae                 | <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote cabeza roja             |                        |
|            |                |                             | <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote                         |                        |
|            | Columbiformes  | Columbidae                  | <i>Columbina inca</i>           | Tortolita                        |                        |
|            |                |                             | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma ala blanca                |                        |
|            | Cuculiformes   | Cuculidae                   | <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos                     |                        |
|            | Galliformes    | Cracidae                    | <i>Ortalis poliocephala</i>     | Chachalaca                       |                        |
|            | Passeriformes  | Fringillidae                | <i>Euphonia affinis</i>         |                                  |                        |
|            |                |                             | <i>Spinus psaltria</i>          | Jilguerito                       |                        |
|            |                |                             | Icteridae                       | <i>Icterus pustulatus</i>        | Calandria dorso rayado |
|            |                |                             | Passerillidae                   | <i>Peucaea mystacalis</i>        | Zacatonero embricado   |
|            |                |                             | Poliophtilidae                  | <i>Poliophtila cerulea</i>       | Perlita gris           |
|            |                |                             | Troglodytidae                   | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> |                        |
|            |                |                             | Tyrannidae                      | <i>Empidonax minimus</i>         | Mosquerito             |
|            |                |                             |                                 | <i>Empidonax oberholseri</i>     | Mosquerito matorralero |
| Piciformes | Picidae        | <i>Vireo philadelphicus</i> | Vireo de philadelphia           |                                  |                        |
|            |                | <i>Dryobates scalaris</i>   | Carpintero mexicano             |                                  |                        |
|            |                | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero                      |                                  |                        |
| Mamíferos  | Carnivora      | Canidae                     | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                       |                        |
|            |                |                             | Procyonidae                     | <i>Bassariscus astutus</i>       | cacomixtle             |
|            | Lagomorpha     | Leporidae                   | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo de monte                  |                        |
| Reptiles   | Squamata       | Phrynosomatidae             | <i>Sceloporus siniferus</i>     | Lagartija                        |                        |
|            |                | Teiidae                     | <i>Aspidoscelis deppii</i>      | Huico siete líneas               |                        |

### **VIII.3 Otros Anexos**

#### **VIII.3.1 Memorias**

Anexo 1. Carpeta básica del promovente.

Anexo 2. Plano Topográfico.

Anexo 3. Coordenadas de obras.

Anexo 4. Estudio de Geofísica.

Anexo 5. Geohidrología Regional.

Anexo 6. Geohidrología local

Anexo 7. Geología regional

Anexo 8. Geología local

Anexo 9. Hidrología polígono 1

Anexo 10. Hidrología polígono 2

Anexo 11.- Estudio de Geotécnica.

Anexo 12.- Base de datos de cálculos erosión e infiltración.

Anexo 13.- Programas de rescate de Flora y fauna.

Anexo 14.- Base de Datos volumen forestal y muestreo de vegetación.

Anexo 15 .- Mapas temáticos.

Anexo 16.- Catálogos y reporte de actividades de flora y fauna.

#### **VIII.4 Glosario de términos.**

**Área rural:** Zonas con núcleo de población frecuentemente disperso de menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan actividades agropecuarias.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección , así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** se determinarán sobre la base de la importancia que tiene en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como para las interacciones proyecto-ambiente previsto.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno a varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Desequilibrio ecológico grave:** alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Especies con estatus:** Son aquellas especies que se encuentran en algún estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Hábitat:** Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Importancia:** Indica que tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o de las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retomar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Paisaje:** Se refiere al conjunto de características bióticas y físicas particulares de un área natural determinada y que se traduce en un componente visual que caracteriza un sitio.

**Restauración ecológica:** Prácticas que conducen o que ayudan a conducir un ecosistema perturbado a una condición de estructura y función similar a la que tenía antes de ser afectado.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Superficie total:** Área total del predio.

**Uso del suelo:** Se refiere a la utilización de la vegetación y del suelo en un área determinada.

### **VIII.5 Bibliografía**

CENAPRED 2020. Índice de peligro por inundación.

CENAPRED 2012. Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos.

Conesa F, Vitora. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi prensa. España.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2000. Guía para la interpretación de Uso de Suelo y Vegetación.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2004. Guía para la interpretación de cartografía Edafológica.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2000. Guía para la interpretación de cartografía Geológica.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2005. Guía para la interpretación de cartografía Climatológica.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación. Escala 1:25,000. Serie V.

Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Norma Ambiental Estatal NAE-IEEO-003/2008

Normas Oficiales Mexicanas (NOM-001-SEMARNAT-1996, la NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997).

Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994.

NOM-001-STPS-1993.- Relativa a las normas de seguridad e higiene en los edificios, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.

NOM-002-SEMARNAT-1996, establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano municipal

NOM-004-STPS-1993.- Relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos y accesorios en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1993.- Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables o combustibles.

NOM-011-STPS-1993.- Relativas a las condiciones de seguridad e higiene.

NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición

NOM-012-STPS-1994.- Relativa al equipo de protección del personal.

NOM-020-STPS-1994.-Relativa a los materiales de curación y personal que presta los primeros auxilios en los centros de trabajo.

NOM-045-SEMARNAT-2006, establece que los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Pastor, A. P. 1994. Master en evaluación de impacto ambiental. 8. La evaluación de impacto ambiental conceptos y estudios a realizar. Instituto de investigaciones ecológicas. España. 223 pp.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2006).

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa México, D.F.

#### **Referencias electrónicas**

<http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

[http://www.files.cenapred.gob.mx/es/convencion2014/CENAPRED\\_ANR\\_CNPC.pdf](http://www.files.cenapred.gob.mx/es/convencion2014/CENAPRED_ANR_CNPC.pdf)



# Medio Ambiente

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

## I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca

## II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20/MP-0179/02/25

## III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

La información correspondiente al domicilio, Registro Federal de Contribuyentes, correo electrónico y teléfono en las páginas 1 y 2.

## IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

## V. Firma del titular del área.

Dr. Filemón Manzano Méndez

## VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA\_10\_2025\_SIPOT\_1T\_2025\_ART69 en la sesión concertada el 22 de abril del 2025.

Disponible para su consulta en:  
[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA\\_10\\_2025\\_SIPOT\\_1T\\_2025\\_ART69.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_10_2025_SIPOT_1T_2025_ART69.pdf)