I. **Nombre del Área que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Baja California.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .**

III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al 1) Nombre, Domicilio Particular, Teléfono Particular y/o Correo Electrónico de Particulares.

IV. **Fundamento legal y razones:**Se clasifica como **información confidencial** con fundamento en el artículo 115 primer párrafo de la LGTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de **datos personales** concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma del titular:** Mtro. RICARDO JAVIER CÁRDENAS GUTIÉRREZ

VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART 67_FVI**,en la sesión celebrada el **11 de julio del 2025**.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf

Calzada CETYS No. 2799, Edificio “C”. Local 19, Tercer Nivel, Colonia Rivera, Mexicali, Baja California, C.P. 21259,
Teléfono (686) 904-42-08 www.gob.mx/semarnat

CONSULTA PÚBLICA

Documento Técnico Unificado (DTU)
Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B –Particular

Proyecto
“TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)”

Ensenada, Baja California, a 15 de Mayo de 2025.

Contenido

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE 8
I.1 Datos Generales del proyecto 8
1.1 Nombre del proyecto 8
I.1.2. Ubicación del proyecto 8
I.1.3. Duración del proyecto 8
I.2. Datos Generales del promovente 8
I.2.1 Nombre o Razón Social 8
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 8
I.2.3 Datos del Representante Legal 8
I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones 8
I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado. 8
1.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 8
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 9
I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento 9
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. 9
II.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9
II.1. Información General 9
II.1.1 Naturaleza del proyecto 10
II.1.2 Objetivo del proyecto 11
II.1.3 Ubicación física 12
II.1.4 Urbanización del área 18
II.1.5 Inversión requerida 18
II.2. Características particulares del Proyecto 18
II.2.1 Dimensiones del proyecto 18
II.2.2 Representación gráfica regional 20
II.2.3 Representación gráfica local 22
..... 25
II.2.4 Preparación del sitio y Construcción 25
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 30
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 30
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo. 31
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo 34
II.2.9 Operación y mantenimiento 36
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 36
II.2.11 Programa de trabajo 37
II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera 37
II.2.13 Residuos 37

III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO 38
III.1. Ordenamientos jurídicos federales 38
III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Última reforma publicada DOF 28-05-2021) 38
III.1.2 Ley Federal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 38
III.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 40
III.1.4 Ley General de Vida Silvestre 42
III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 43
III.1.6 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental 44
III.1.7 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas 46
III.1.8 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 47
III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 48
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 56
III.4. Normas Oficiales Mexicanas 58
III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) 60
III.6. Otros instrumentos 61
III.6.1 Región Terrestre Prioritaria Sierra de San Pedro Mártir (RTP-11) 61
III.6.2. Región Hidrológica Prioritaria San Pedro Mártir (RHP-1) 62
III.6.3. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA No. 15) 62
IV.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 64
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 64
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) 65
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA 65
IV.2.2.2 Medio biótico 100
a. Vegetación 100
a.1 Muestreo de vegetación en el Sistema Ambiental 103
a.2 Censo de vegetación en el sitio sujeto a CUSTF (TP2m) 108
a.3 Análisis de riqueza y diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental y Sitio TP2m 110
b. Fauna 120
b.1 Muestreo de fauna en el Sistema Ambiental 122
b.2 Censo de fauna en el sitio del proyecto (TP2m) 126
b.3. Análisis de riqueza y diversidad de fauna 132
IV.2.2.3 Medio socioeconómico 133
IV.2.2.4 Paisaje 137
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto 139
IV.4 Diagnóstico ambiental 143
V.IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 144
V.1. Identificación de impactos 145
V.2 Caracterización de los impactos 153

V.2.1 Criterios y metodologías de evaluación 155
V.3. Valoración de los impactos 159
V.4. Conclusiones 168
VI.JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 168
VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES 170
VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación 170
VII.2. Impactos residuales 176
VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 177
VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo 177
VIII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 179
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 179
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 179
El escenario con proyecto y las medidas de mitigación y restauración, permiten determinar que la mayor parte de los impactos son mitigables y no de importancia significativa al ecosistema, por lo tanto, a la funcionalidad y prestación de servicios ambientales del mismo, ya que como se describe en este documento, dichos impactos son muy puntuales. Adicionalmente se aplicarán medidas de compensación que falta determinar y que ayudarán a la conservación del ANP donde se ubica el proyecto. 180
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 180
VIII.4 Pronóstico ambiental 181
VIII.5. Programa de vigilancia ambiental (PVA) 181
VIII.6 Seguimiento y control 183
IX.IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 184
IX.1 Presentación de la información 184
IX.1.1 Cartografía 184
IX.1.2 Fotografías 184
IX.1.3 Videos 184
IX.2 Otros anexos 184
IX.2.1 Memorias de cálculo 184

Listado de Tablas

Tabla 1 Cuadros de Construcción Zona de Preservación III 14
Tabla 2. Superficie sujeta a CUSTF con y sin vegetación forestal..... 18
Tabla 3 Área (m^2) que ocupa la infraestructura. 20
Tabla 4 Cuadros de construcción para el proyecto..... 23
Tabla 5 Individuos propuestos para remoción dentro de los sitios en estudio. 32
Tabla 6 Número de ejemplares rescatables por especie. 33
Tabla 7 Especies forestales maderables y no maderables con cálculo de volumen. 33
Tabla 8 Volumen estimado de productos vegetales resultantes..... 34
Tabla 9 Información sobre el precio de los recursos forestales aledaños al área sujeta al cambio de uso del suelo..... 35
Tabla 10 Información sobre el precio de los recursos forestales no maderables presentes en el área sujeta al cambio de uso del suelo. 36
Tabla 11 Programa de Trabajo 37
Tabla 12 Valores de erosionabilidad del suelo (K) con base a textura y contenido de M.O. 77
Tabla 13 Valores del coeficiente m para la obtención del factor LS. 78
Tabla 14 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdida de suelos..... 79
Tabla 15 Factor P para las distintas prácticas de conservación de suelos. 80
Tabla 16. Tasa de erosión y perdida de suelo actual en el sitio sujeto a CUSTF. 81
Tabla 17 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida 81
Tabla 18 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida 82
Tabla 19 Coordenadas de ubicación de las obras de conservación de suelo y agua..... 82
Tabla 20 Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo 93
Tabla 21. Volumen de infiltración de agua en condiciones actuales y después del CUSTF. 98
Tabla 22. Coordenadas de los puntos muestreados..... 104
Tabla 23 Vegetación identificada en el SA..... 106
Tabla 24. Vegetación identificada y su relación con la NOM- 059-SEMARNAT-2010. 107
Tabla 25 Relación de especies censadas dentro del área de CUSTF y su relación con la NOM 059 SEMARNAT 2010. 109
Tabla 26 Número de ejemplares a remover por especie del área sujeta a CUSTF..... 110
Tabla 27 Riqueza de especies e índices de diversidad de flora por sitio de muestreo y estrato en el SA y sitio TP2m. 111
Tabla 28 Índice de Valor de Importancia (IVI) para la vegetación. 118
Tabla 29. Coordenadas UTM de las fototrampas para registro de fauna en el SA. 123
Tabla 30 Especies de fauna observadas dentro del SA..... 125
Tabla 31. Coordenadas UTM de las fototrampas para registro de fauna en el Sitio TP2m. 127
Tabla 32 Especies de fauna presentes dentro del sitio propuesto para el cambio de uso del suelo. 130
Tabla 33 Volumen estimado de productos vegetales resultantes. 141
Tabla 34 Listado de componentes y atributos ambientales identificados para las distintas fases del proyecto..... 146
Tabla 35. Componentes e interacciones que se tomaron en cuenta como potenciales a impactarse por las actividades del proyecto. 146

Tabla 36 Descripción de los impactos ambientales que inciden en el proyecto. 152
Tabla 37. Atributos de los impactos ambientales. 156
Tabla 38 Descripción de la escala de los atributos 157
Tabla 39. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados. 159
Tabla 40 Relación de impactos significativos (S) y no significativos (NS) de acuerdo a los cuatro diferentes criterios: criterios, jurídico, criterio ecosistémico, criterio de calidad ambiental y criterio de capacidad de carga 167
Tabla 41 Medidas de prevención y mitigación a los impactos ambientales 172
Tabla 42 Costo de las actividades de restauración. 178
Tabla 43 Objetivos de cada plan que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental que se preparan para este proyecto. 182

Listado de Figuras

Figura 1 Mapa de Localización. 13
Figura 2 Localización del área del proyecto (marcada en rojo) dentro del área de la Subzona de preservación III (Observatorio), del Parque Nacional San Pedro Mártir. 14
Figura 3 Plano de localización de los 3 sitios analizados para el establecimiento del Telescopio TP2m, se muestra en rojo el sitio seleccionado (se marca en rojo el sitio seleccionado/Sitio 3). 17
Figura 4. Representación regional a nivel microcuenca de la ubicación del proyecto. 21
Figura 5 Localización del proyecto, Observatorio Astronómico Nacional, Parque Nacional San Pedro Mártir 22
Figura 6 Planta de conjunto de telescopio e infraestructura 23
Figura 7 Acercamiento al área de CUSTF, se muestra la infraestructura. 25
Figura 8 Corte transversal (edificio y columna principal) y vista isométrica del edificio. 27
Figura 9 Ubicación de la UGA-11 en la cual se ubica el proyecto de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. 50
Figura 10 Áreas Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y de Conservación para las Aves decretadas por CONABIO en las que cae el proyecto. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Edición: 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2004). 63
Figura 11 Ubicación del proyecto a nivel regional de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico para el estado de Baja California (Unidad de Gestión Ambiental 11). 65
Figura 12. Mapa Microcuenca y Cuenca Hidrológico-Forestal en que se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)/ Carta conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000, Serie VI (2017, INEGI). 66
Figura 13 Mapa de Clima. Fuente: Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García, Climas escala 1:1 000 000. 68
Figura 14 Mapa Geológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Conjunto de datos Geológicos vectoriales escala 1:250 000 serie I. 70
Figura 15 Modelo Digital de Elevación. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e

Informática (INEGI), Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III (2018). Modelo Digital de Elevación generado a partir de curvas de nivel cada 5 metros de (INEGI 2018). 71
Figura 16. Mapa Edafológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250 000..... 73
Figura 17 Ubicación de las obras de conservación de suelos (se dibujan en color amarillo). 83
Figura 18 Clasificación de niveles de degradación del suelo según la FAO..... 85
Figura 19 Mapa Hidrológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010). SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición: 2.0 87
Figura 20 Mapa Hidrológico. Fuente: CONAGUA Subdirección Técnica. Disponibilidad de los acuíferos 2020. 100
Figura 21 Mapa Uso de Suelo y Vegetación. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie V..... 102
Figura 22. Punto de muestreo de vegetación para el Sistema Ambiental. 105
Figura 23. Sitio de censo para el área de CUSTF, proyecto..... 109
Figura 24 Número de individuos por sitio de muestreo y por estrato de vegetación. 112
Figura 25 Riqueza por sitio y por estrato de vegetación..... 113
Figura 26 Índice de diversidad de Margalef por sitio y por estrato de vegetación..... 114
Figura 27 Índice de diversidad de Shannon por sitio y por estrato de vegetación..... 115
Figura 28 Índice de diversidad de Simpson por sitio y por estrato de vegetación. 116
Figura 29 Índice de Valor de Importancia (IVI) para los estratos de vegetación (superior arbóreas/ inferior arbustivas)..... 119
Figura 30 Sitio de muestreo para el grupo de las aves en el SA (marcados en amarillo)..... 123
Figura 31 Colocación de fototrampas para muestreo de fauna. 124
Figura 32. Plano de ubicación de fototrampas para fauna..... 125
Figura 33. Sitios de censo por fototrampeo y observación para la fauna en el sitio propuesto para CUSTF. 129
Figura 34 Gráfica que representa la riqueza de los principales grupos de fauna dentro del sitio sujeto al CUSTF. 132
Figura 35 Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México..... 141

Listado de Matrices

Matriz 1 Matriz de Interacción. Acciones y componente ambiental..... 149
Matriz 2 Matriz de Frecuencia de Interacciones..... 151
Matriz 3 Matriz de Caracterización de los Impactos Ambientales..... 158
Matriz 4. Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales 160

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Datos Generales del proyecto

1.1 Nombre del proyecto

"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica dentro de la Zona de Preservación III del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), Y que corresponde a la ubicación de las Instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional del Instituto de Astronomía de la UNAM, en el Municipio de Ensenada en Baja California. El polígono del Parque se ubica entre las coordenadas 30°44' y 31°10' de latitud norte y 115°13' y 115°44'.

En referencia el decreto firmado el 21 de febrero de 1947, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de ese mismo año, que declara a la Sierra de San Pedro Mártir como Parque Nacional. También se incluye el decreto presidencial del 12 de febrero de 1975, que establece "de interés público la conservación y restauración de la riqueza forestal de las montañas de San Pedro Mártir en Ensenada, asegurando el desarrollo adecuado de la investigación astronómica, geográfica y otras disciplinas relacionadas que realiza la UNAM en esta área".

En este contexto, se otorgó a la UNAM una superficie para la instalación del Observatorio Astronómico Nacional. Además, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) firmó un convenio con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que respalda el uso de la zona por parte del Instituto de Astronomía de la UNAM.

I.1.3. Duración del proyecto

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.2.3 Datos del Representante Legal

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado.

1.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP
DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento
DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.
DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

II.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General

El Observatorio Transpacífico (TPO) es un proyecto internacional destinado al desarrollo, instalación y operación de un telescopio de 2 metros (TP2m) en la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California, México. El proyecto reúne la experiencia de múltiples instituciones, incluyendo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Astronomía de la Universidad Central Nacional (NCUIA) y el Observatorio Astronómico de Shanghái, la Academia de Ciencias de Henan, la Universidad Aix-Marseille (AMU).

El principal objetivo del proyecto TPO y TP2m es avanzar en la investigación científica y tecnológica en astronomía observacional y astrofísica. Aprovechando la experiencia y los recursos combinados de las instituciones participantes, el proyecto busca mejorar las capacidades observacionales, promover el intercambio de conocimientos y fomentar la colaboración internacional en el campo. TPO/TP2m representa un paso significativo hacia el fortalecimiento de asociaciones a largo plazo entre instituciones de investigación líderes en todo el mundo.

TPO/TP2m se basa en colaboraciones previas e iniciativas científicas ya establecidas. La UNAM han mantenido una relación de cooperación desde 2013, mientras que AMU y UNAM han colaborado desde 2018 en el proyecto Colibrí. NCUIA tiene una trayectoria de cooperación con el Observatorio Astronómico de Shanghái y la Academia de Ciencias de Henan. Estas asociaciones científicas previas proporcionan una base sólida para la exitosa ejecución del proyecto TPO.

El proyecto tiene como objetivo fomentar el intercambio científico y tecnológico entre las instituciones participantes, promoviendo el desarrollo de iniciativas de investigación conjunta en astronomía, astrofísica y disciplinas relacionadas. Además, TPO busca incentivar actividades educativas y culturales colaborativas. Al proporcionar acceso a instalaciones de observación de vanguardia, el proyecto contribuye a la comunidad científica global y apoya la formación y capacitación de futuras generaciones de astrónomos y científicos.

El establecimiento del TPO y del telescopio TP2m facilitará estudios innovadores en astrofísica y campos relacionados. Esta iniciativa resalta la importancia de la colaboración científica internacional para abordar preguntas fundamentales sobre el universo y ampliar las fronteras del conocimiento humano.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un grupo de obras que servirán de apoyo a la actividad científica.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023 (INEGI, 2023), la actividad pertenece al sector 54 (Servicios profesionales, científicos y técnicos), subsector 541 (Servicios profesionales, científicos y técnicos), rama 5417 (Servicios de investigación científica y desarrollo) subrama 54171 (Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida), Clase 541712 (Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida, prestados por el sector público).

El TPO está diseñado como una iniciativa de investigación colaborativa y dinámica, enfocada en maximizar el potencial científico del telescopio TP2m. El proyecto enfatiza programas de observación de acceso abierto que permiten a cada institución participante llevar a cabo estudios independientes y conjuntos, asegurando un amplio espectro de investigaciones astronómicas. El objetivo principal es optimizar el rendimiento científico de la instalación mediante programas de investigación innovadores, instrumentación avanzada y una sólida cooperación internacional.

Para alcanzar sus objetivos, el proyecto se estructura en torno a esfuerzos de investigación coordinados que integran la experiencia de múltiples disciplinas en astronomía y astrofísica. Las principales áreas de investigación incluyen la astronomía de fenómenos transitorios, la astrofísica estelar, el estudio del medio interestelar (ISM) y el monitoreo de Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs), entre otros. Estas líneas de investigación han sido seleccionadas para aprovechar al máximo las capacidades del telescopio y abordar cuestiones fundamentales en astrofísica.

Los instrumentos de primera luz, el Imager y ESOPO, proporcionan herramientas de observación de gran precisión para imágenes y espectroscopía, respectivamente. El Imager de múltiples canales, desarrollado por NCUIA, permite observaciones simultáneas en varias bandas, facilitando el estudio rápido de fenómenos transitorios. El espectrógrafo ESOPO, diseñado y construido por UNAM, ofrece análisis espectral de resolución media, apoyando una amplia gama de investigaciones astrofísicas.

Un componente clave de la misión del TPO es el fomento de la colaboración científica y tecnológica entre las instituciones asociadas. El proyecto promueve el desarrollo conjunto de estrategias de observación, técnicas de análisis de datos y nueva instrumentación para mejorar las capacidades del telescopio. Este enfoque colaborativo garantiza la sostenibilidad y evolución a largo plazo del observatorio, permitiendo mejoras continuas en la calidad de los datos y en su impacto científico.

Más allá de sus objetivos de investigación inmediata, el TPO también sirve como una plataforma para la educación y la formación. Al involucrar a estudiantes e investigadores en etapas tempranas de su carrera en programas de observación y desarrollo instrumental, el proyecto contribuye a la formación de la próxima generación de astrónomos y astrofísicos. A través de talleres, recursos de datos compartidos e iniciativas de investigación colaborativa, el TPO busca fortalecer asociaciones internacionales y fomentar el avance del conocimiento en el campo de la astronomía observacional.

Es importante decir que el programa de ordenamiento ecológico determina que el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política de Protección ambiental. Esta política tiene como objetivo preservar ecosistemas con alta biodiversidad y especies endémicas de flora y fauna, garantizando así la integridad de los sistemas ambientales. Se permite el uso de recursos naturales siempre que se cumpla con la normatividad correspondiente y, en el caso de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), lo establecido en su Programa de Conservación y Manejo. Se describe esta UGA mas adelante.

Según el criterio de regulación ecológica (UGA 11: PRO01), en las áreas naturales protegidas oficialmente establecidas, el desarrollo de obras y actividades deberá ajustarse al decreto de creación y al programa de manejo vigente, la vinculación de los diferentes impactos con los criterios establecidos en el programa de ordenamiento ecológico se desarrollan ampliamente en el CAPITULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO. III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.

El uso actual del suelo es forestal, la extensión del área en hectáreas que se solicita modificar es de 0.1375452 ha (1,375.45 m^2) y se solicita para realizar actividad científica.

II.1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo principal del Observatorio Transpacífico (TPO) y del telescopio de 2 metros (TP2m) es establecer una instalación de observación de clase mundial que impulse la investigación científica en astrofísica y fomente la colaboración internacional. El proyecto busca proporcionar una plataforma científica optimizada para programas de observación de alto impacto, permitiendo a los investigadores realizar estudios de vanguardia en diversas áreas de la astronomía.

Uno de los objetivos clave es facilitar campañas de observación a largo plazo que aborden cuestiones fundamentales de la astrofísica. Entre estas se incluyen la investigación de eventos astronómicos transitorios, la caracterización de poblaciones estelares, el estudio del medio interestelar y el monitoreo de Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs) para la defensa planetaria. Al aprovechar las capacidades avanzadas del TP2m y sus instrumentos, el proyecto aportará datos valiosos a la comunidad científica global.

Además de la investigación científica, el proyecto busca impulsar el desarrollo tecnológico mediante la colaboración en el diseño de instrumentación y en técnicas de análisis de datos. Se fomenta la evolución continua de las metodologías observacionales, promoviendo la innovación y mejorando el rendimiento del telescopio con el tiempo. Este compromiso con el avance tecnológico garantiza que TPO/TP2m se mantenga a la vanguardia de la investigación astronómica.

Asimismo, TPO/TP2m está comprometido con la educación y el desarrollo profesional. Al involucrar a estudiantes, investigadores postdoctorales y científicos en etapa inicial en programas de observación y proyectos de instrumentación, el observatorio se convierte en un espacio de formación para la próxima generación de astrónomos. A través de talleres, pasantías e iniciativas de investigación colaborativa, el proyecto busca ampliar el acceso a la investigación astronómica y fomentar el intercambio de conocimientos entre instituciones internacionales.

En última instancia, el proyecto TPO está diseñado como una iniciativa sostenible y en constante evolución que no solo amplía los límites de la investigación astrofísica, sino que también fortalece la cooperación científica a nivel global. Al unir la experiencia de múltiples instituciones, TPO/TP2m garantiza que sus descubrimientos y avances contribuyan a una comprensión más profunda del universo, al tiempo que promueve una comunidad científica internacional.

II.1.3 Ubicación física

El programa de ordenamiento ecológico determina que el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política de Protección ambiental. Esta política tiene como objetivo preservar ecosistemas con alta biodiversidad y especies endémicas de flora y fauna, garantizando así la integridad de los sistemas ambientales. Se permite el uso de recursos naturales siempre que se cumpla con la normatividad correspondiente y, en el caso de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), lo establecido en su Programa de Conservación y Manejo.

La UGA-11 abarca una superficie total de 66,307.422 hectáreas, predominantemente cubierta por matorral xerófilo. Además, ha sido designada como Región Terrestre Prioritaria (RTP: Sierra de San Pedro Mártir) por la CONABIO, y cuenta con unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de carácter cinegético. Según el criterio de regulación ecológica (UGA 11: PRO01), en las áreas naturales protegidas oficialmente establecidas, el desarrollo de obras y actividades deberá ajustarse al decreto de creación y al programa de manejo vigente (Figura 1).

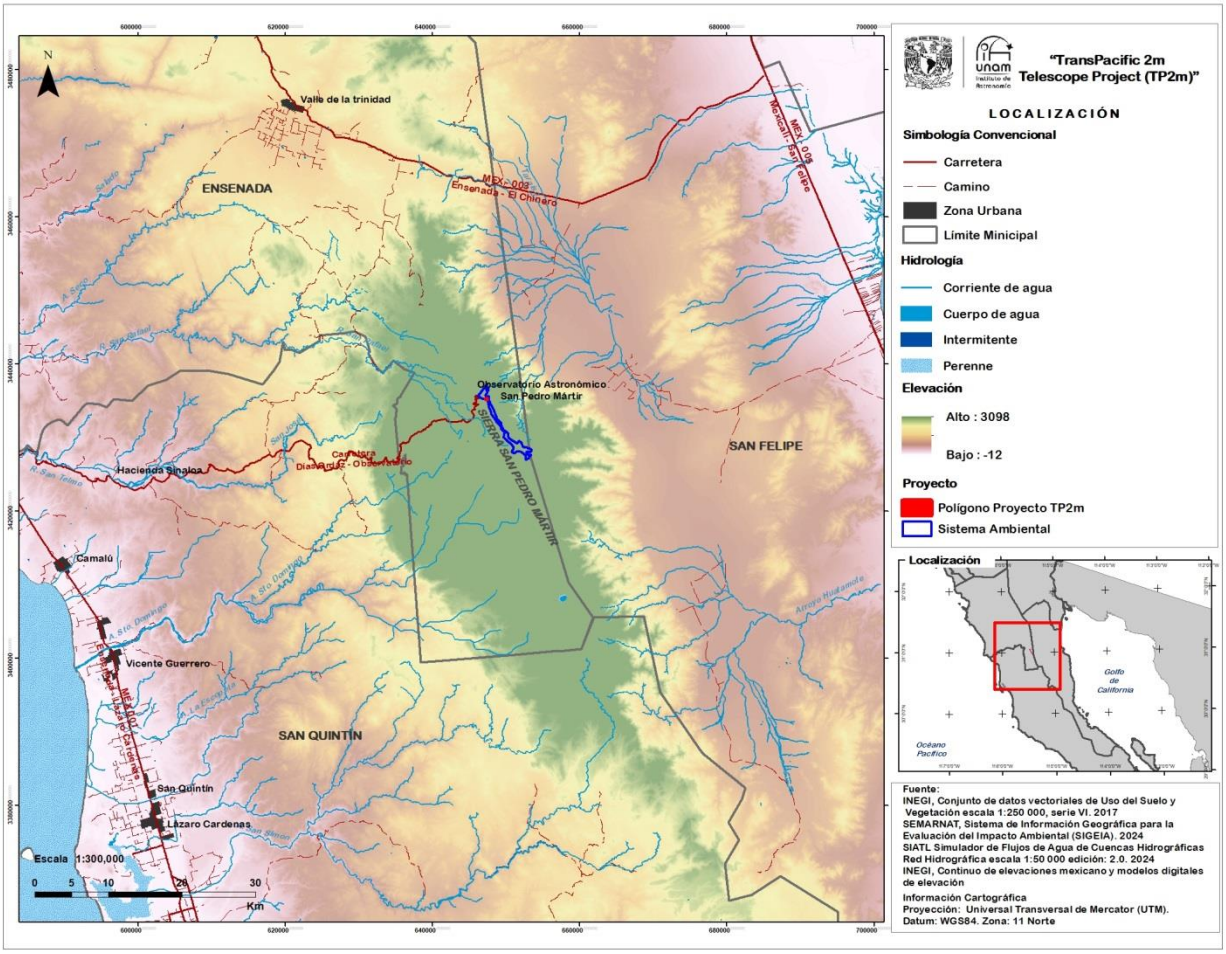


Figura 1 Mapa de Localización.

El área del proyecto se encuentra en la porción norte de la península de Baja California, en la parte central del Estado de Baja California. Está situada aproximadamente a 200 km al sur de la ciudad de Mexicali y a 130 km al sureste de Ensenada, dentro del Área Natural Protegida del Parque Nacional Sierra de San Pedro, en las coordenadas 31° 02' 41.52" N / 115° 27' 52.13" W, Subzona de Conservación III que le corresponde al Observatorio Astronómico Nacional (OAN) de la UNAM (Figura 2).

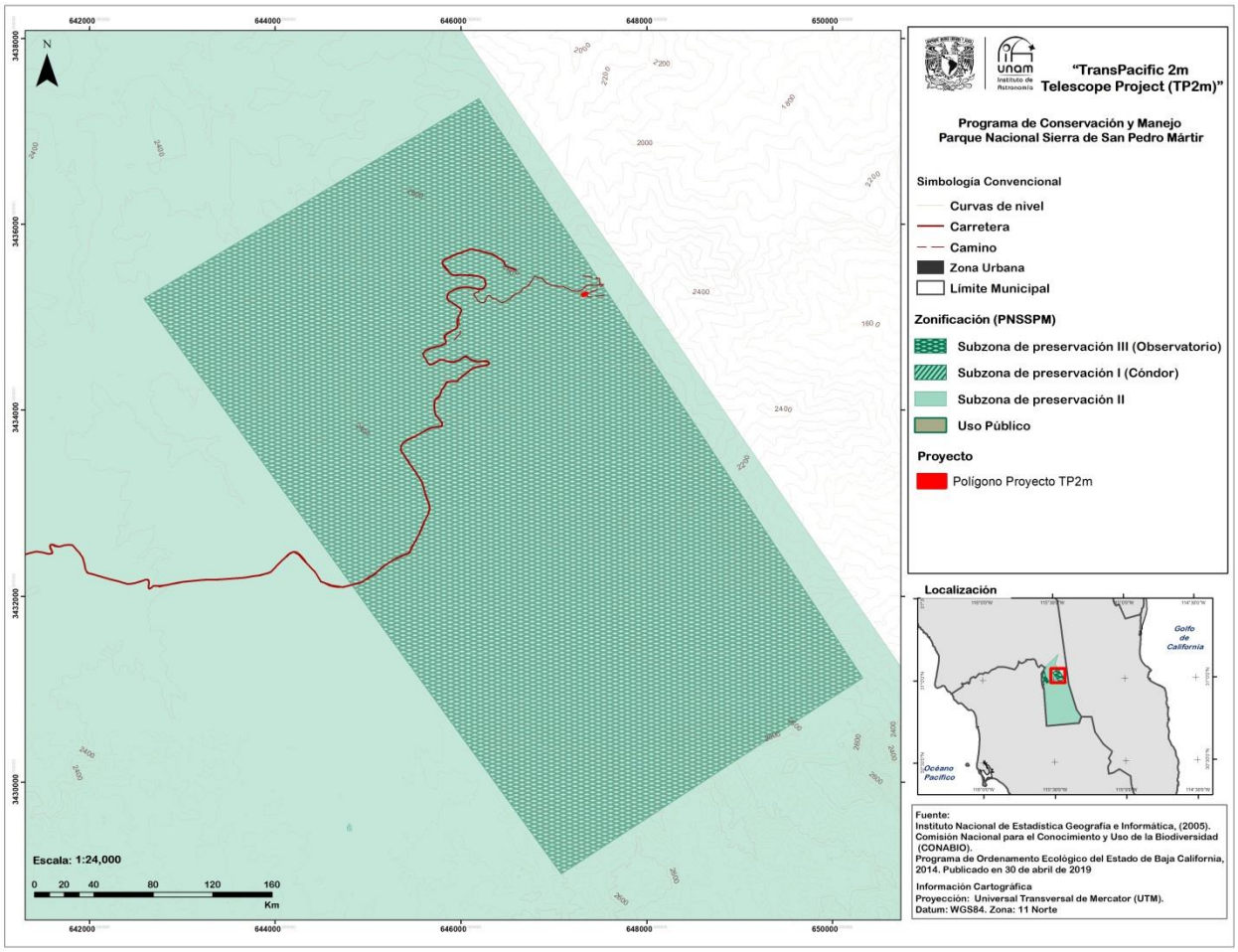


Figura 2 Localización del área del proyecto (marcada en rojo) dentro del área de la Subzona de preservación III (Observatorio), del Parque Nacional San Pedro Mártir.

Tabla 1 Cuadros de Construcción Zona de Preservación III

COORDENADAS ZONA PRESERVACIÓN III

	Coordenadas	
Vértice	Y	X
1	3435204.4834	642583.0128
2	3437354.9995	646191.3032
3	3431120.9721	650325.9051
4	3429013.4567	647079.3701
ÁREA: 3,048.0617 ha		

Coordenadas UTM, Zona 11. Datum Wgs84

La condición geográfica de San Pedro Mártir le asegura el mayor número de noches despejadas de todos los observatorios del hemisferio norte. A 2,870 metros sobre el nivel del mar, la poca cantidad relativa de vapor de agua precipitable en la atmósfera lo hace también un muy buen sitio para las observaciones en el importante intervalo del espectro electromagnético que contiene el cercano infrarrojo. Asimismo, su relativa baja turbulencia atmosférica local hace que el sitio provea una calidad de imagen extraordinaria, lo cual es indispensable para estudios de alta resolución espacial.

Se propusieron y analizaron tres alternativas de sitios para la construcción del TP2m (Figura 3):

Sitio 1, Ubicación 31°2´41.46"N, 115°27´55.05" W (3435583.98 , 646452.31).

Se descartó este sitio debido a su cercanía con otros telescopios, por el número importante de pinos, (vegetación a retirarse), cercanía al derecho de vía y a que al estar tan cerca de un risco se requería la construcción de un muro de contención de más de 6 m de altura y que requería de un área mayor para el patín del talud.

Vista general del Sitio 1

Sitio 2, Ubicación 31°2´43.55”N, 115°27´59.53” W (3435646.96, 64633.59).

Se descartó este sitio debido a su cercanía con otros telescopios, por el número importante de pinos, cerca de 18. También por su posible afectación a los otros telescopios y su área reducida para las maniobras y que estas pudieran repercutir en la operación de los proyectos existentes.

Vista general del Sitio 2

Sitio 3, Ubicación N 31°02’30.1 W 115°27´22.4’’ (11R 647,319.66 3,435,246.72)

Se seleccionó el sitio 3, debido a que no interfiere con otros telescopios, no existe mucha infraestructura por esa zona, a diferencia de los otros dos la vegetación cubre solamente un 40% del área por lo que la necesidad de remoción de esta se reduce, además de que varios de los pinos ya se encuentran muertos.

Vista general Sitio 3

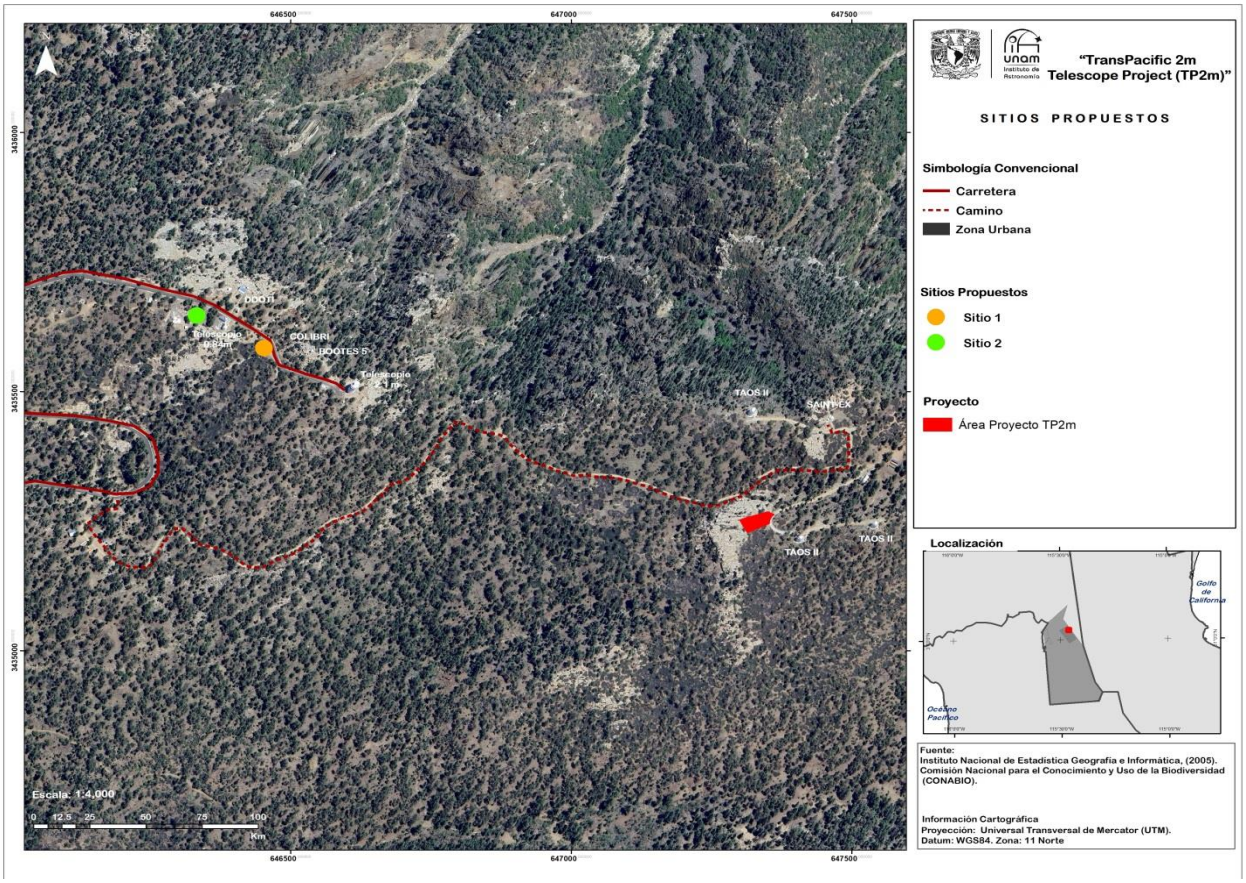


Figura 3 Plano de localización de los 3 sitios analizados para el establecimiento del Telescopio TP2m, se muestra en rojo el sitio seleccionado (se marca en rojo el sitio seleccionado/Sitio 3).

Después de hacer el análisis y con base a los criterios establecidos como importantes para el correcto establecimiento del Telescopio, campo visual, tipo de vegetación e infraestructura cercana, **se concluyó que el sitio S3 es el más adecuado para el proyecto.**

Los criterios de selección para la construcción tanto de este telescopio como los otros instalados en la zona están relacionados a la eficiencia y calidad de observación, y a la magnitud de los impactos ambientales necesarios para la construcción

II.1.4 Urbanización del área

El proyecto se sitúa en terrenos reservados para la investigación astronómica por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se accede a esta área a través de una carretera secundaria de aproximadamente 98 km, completamente pavimentada, que inicia en el km 140 de la Carretera Transpeninsular Federal No. 1, en el tramo Ensenada-San Quintín.
En esta zona, actualmente operan once telescopios gestionados por el Instituto de Astronomía. Por lo tanto, se dispone de caminos interiores y vías de acceso. El agua se transporta en pipa desde un pozo situado fuera del parque nacional; su distribución es un esfuerzo diario, ya que el agua para consumo humano se procesa en la planta potabilizadora del observatorio. Además, hay una red de energía eléctrica y fibra óptica proporcionada por la CFE.

El Observatorio de la UNAM cuenta con edificaciones que albergan los telescopios, así como un edificio de tres niveles que incluye habitaciones para el personal operativo, de investigación, de mantenimiento e invitados; oficinas, cocina, comedor, biblioteca y salas de televisión. También dispone de siete bungalows con 18 habitaciones y tres talleres para el mantenimiento y reparación de vehículos, si fuera necesario.

II.1.5 Inversión requerida

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

II.2. Características particulares del Proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

La superficie total del predio que se requiere para cambio de uso de suelo forestal es de **1,375.4616** m^2, que está cubierta de vegetación forestal en un 40%, y será removida en el cambio de uso de suelo, el 60% del terreno presenta cobertura rocosa o libre de vegetación, sin embargo también se solicitará el cambio por presentarse en parches irregulares la distribución de esta vegetación en el terreno.

Tabla 2. Superficie sujeta a CUSTF con y sin vegetación forestal.

	Superficie (m^2)	**% del predio**
Superficie del área sujeta a CUSTF que cuenta con vegetación forestal	550.18	40
Superficie del área sujeta a CUSTF sin vegetación forestal	825.27	60
Superficie total del área sujeta a CUSTF	**1,375.4516**	**100**

Vista general del sitio

Las obras permanentes ocupan un área de **637.71 m²** (El área total del predio son 1,375.45 m², por lo tanto las obras permanentes van a ocupar el 46.36 % del terreno a cambio de uso de suelo) y su porcentaje individual con respecto a la superficie total, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3 Área (m^2) que ocupa la infraestructura.

Obra	Superficie m2	% con relación al área a ocupar por las obras permanentes
Camino	124.07	19.45
Área de maniobras	153.18	24.02
Edificio recinto de telescopio	335.77	52.47
Fosa Séptica	4.00	0.62
Tanque para agua	4.00	0.62
Subestación eléctrica	16.69	2.61
Total	**637.71**	**100**

No se contemplan ni áreas de conservación, aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos.

II.2.2 Representación gráfica regional

Como se menciona anteriormente, el programa de ordenamiento ecológico determina que el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política de Protección ambiental. Ubicando el proyecto dentro del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se localiza dentro de la Sub-zona de preservación III (Observatorio) (Figura 2). La subzona tiene una superficie de 3,048.06 ha. Se establece para conservar las condiciones actuales de los ecosistemas y favorecer la investigación astronómica, el monitoreo de los ecosistemas y la educación ambiental. Se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica y el monitoreo al ambiente. Podrán realizarse actividades de conservación, colecta de flora y fauna con la autorización correspondiente, investigación científica y monitoreo, educación ambiental y ecoturismo (incluyendo ciclismo de montaña); se podrán efectuar actividades de mantenimiento y restauración de infraestructura ya existente y sólo podrá desarrollarse infraestructura para apoyo a la investigación científica.

El proyecto en se ubica en la Región Hidrológica Baja California Noreste (RH4) dentro de la cuenca Arroyo Agua Dulce-Santa Clara, Subcuenca Ejido San Matías, Microcuenca Rancho La Esperanza, que tiene una superficie de 81.6 km^2.

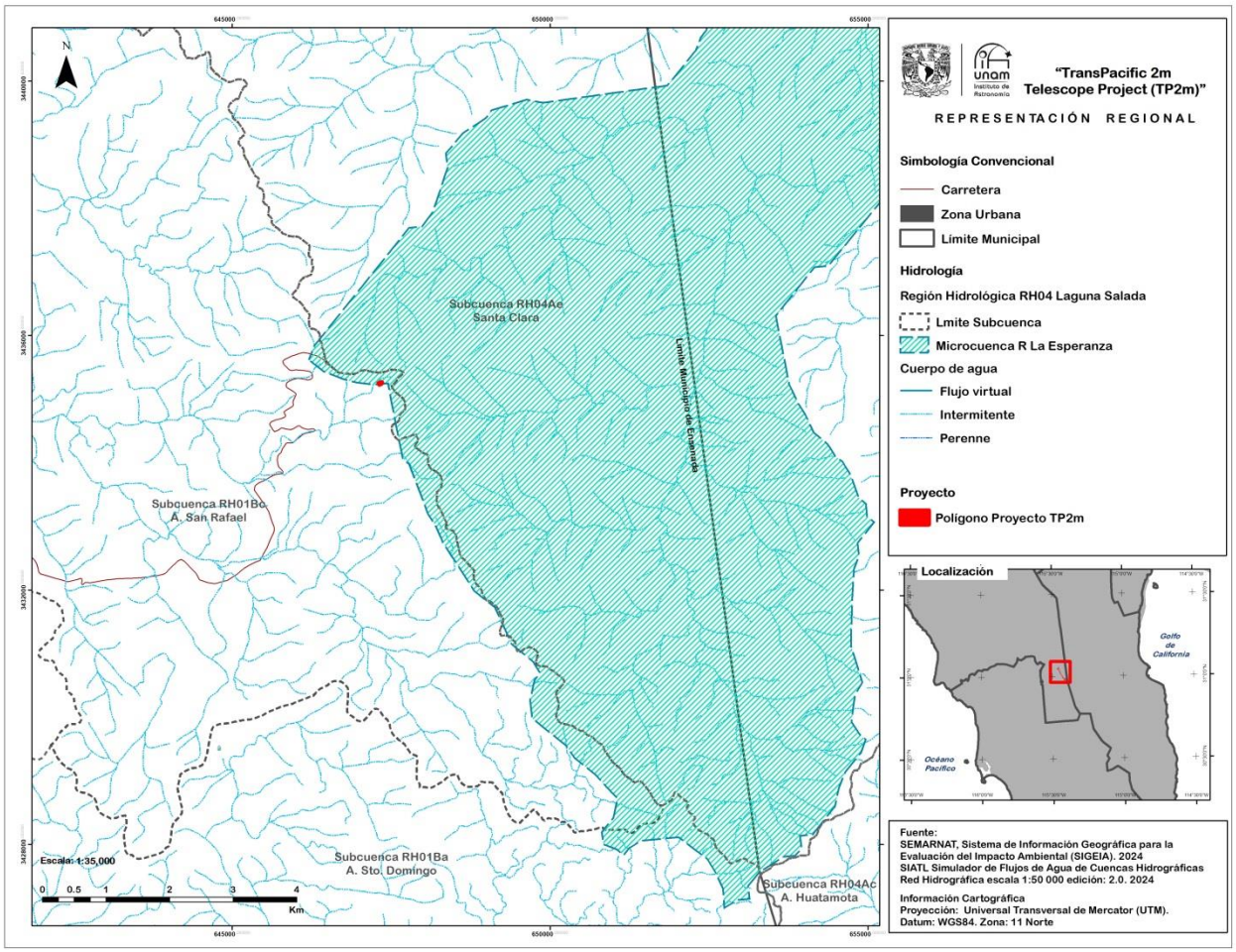


Figura 4. Representación regional a nivel microcuenca de la ubicación del proyecto.

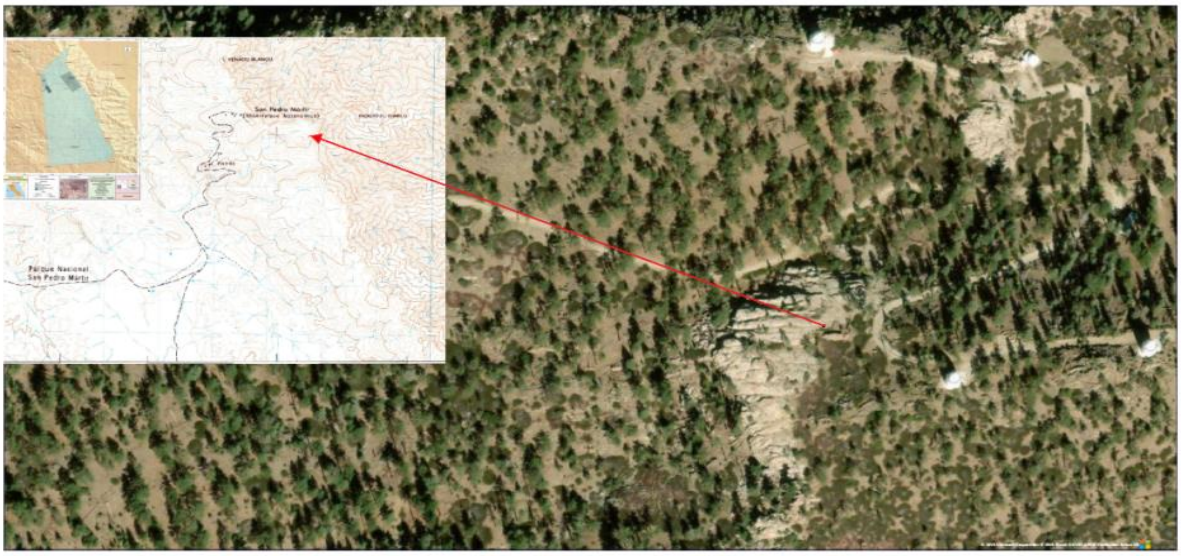


Figura 5 Localización del proyecto, Observatorio Astronómico Nacional, Parque Nacional San Pedro Mártir.

II.2.3 Representación gráfica local

Dentro del contexto local el proyecto solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 1,375.45 m^2, misma que se observa en la Figura 6. De igual manera, en la Tabla 4 se indicaron las coordenadas de los vértices del polígono en el sitio del proyecto y que a su vez corresponde al área que estará sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Se anexan Plano Topográfico y de Conjunto (Anexo 2) y Coordenadas en excel (Anexo 3).

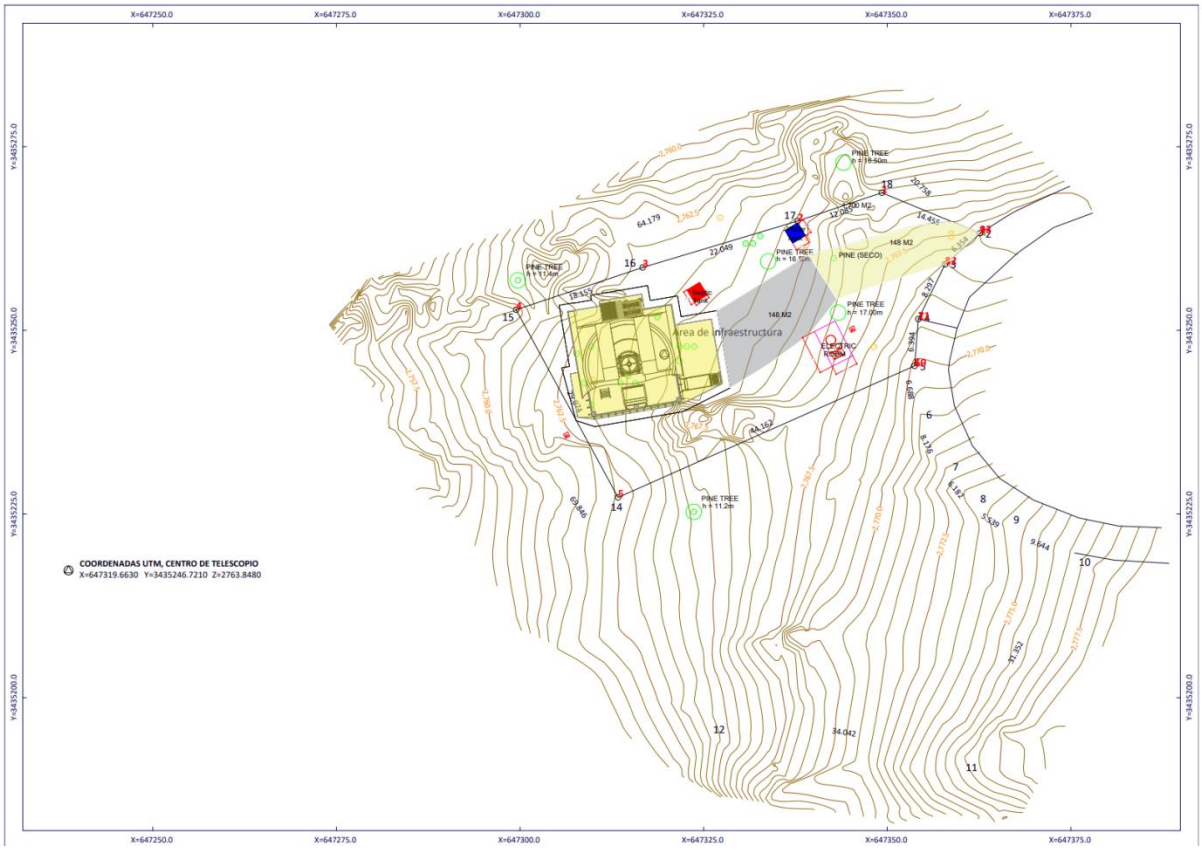


Figura 6 Planta de conjunto de telescopio e infraestructura

Tabla 4 Cuadros de construcción para el proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN		
	Área infraestructura/ CUSTF	
	Coordenadas UTM , WGS 84 11R	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
AREA=1,375.45 m²		

Edificio		
	Y	X
1	3,435,252.70	647,326.85
2	3,435,242.18	647,328.64
3	3,435,239.36	647,323.02
4	3,435,238.91	647,322.06
5	3,435,238.73	647,320.96
6	3,435,238.56	647,320.00
7	3,435,238.40	647,319.03
8	3,435,238.23	647,318.06
9	3,435,238.07	647,317.10
10	3,435,237.90	647,316.13
11	3,435,237.74	647,315.17
12	3,435,237.57	647,314.20
13	3,435,237.41	647,313.23
14	3,435,237.24	647,312.27
15	3,435,237.08	647,311.30
16	3,435,236.89	647,310.18
17	3,435,237.72	647,307.62

Subestación eléctrica		
1	3,435,249.84	647,340.10
2	3,435,251.27	647,342.90
3	3,435,246.53	647,345.31
4	3,435,245.10	647,342.51
1	**3,435,249.84**	647,340.10
ÁREA: 16.69 m²		

Área de maniobras		
1	3,435,252.70	647,326.85
2	3,435,260.30	647,339.24
3	3,435,254.23	647,343.16
4	3,435,249.42	647,339.36
5	3,435,245.29	647,333.67
6	3,435,242.18	647,328.64
1	3,435,252.70	647,326.85
ÁREA: 153.18 m²		

Fosa séptica		
	Y	X
1	3,435,255.49	647,322.74
2	3,435,256.53	647,324.45
3	3,435,254.82	647,325.49
4	3,435,253.78	647,323.78
1	3,435,255.49	647,322.74
ÁREA: 4.00 m²		

18	3,435,244.90	647,305.67
19	3,435,245.08	647,306.74
20	3,435,253.37	647,305.32
21	3,435,253.37	647,305.34
22	3,435,253.42	647,305.33
23	3,435,253.76	647,307.36
24	3,435,253.72	647,307.37
25	3,435,254.12	647,309.73
26	3,435,254.77	647,309.61
27	3,435,256.09	647,317.38
28	3,435,254.06	647,317.72
29	3,435,254.70	647,321.44
30	3,435,251.86	647,321.92
1	3,435,252.70	647,326.85
ÁREA: 335.77 m²		

Camino		
	3,435,260.30	647,339.24
1	3,435,264.24	647,353.86
2	3,435,264.77	647,358.71
3	3,435,263.27	647,362.58
4	3,435,258.99	647,357.87
5	3,435,256.46	647,349.32
6	3,435,254.23	647,343.16
7	3,435,260.30	647,339.24
ÁREA: 124.07 m²		

Tanque para agua		
	Y	X
1	3,435,263.60	647,336.09
2	3,435,264.63	647,337.81
3	3,435,262.91	647,338.84
4	3,435,261.88	647,337.12
1	3,435,263.60	647,336.09
ÁREA: 4.00 m²		

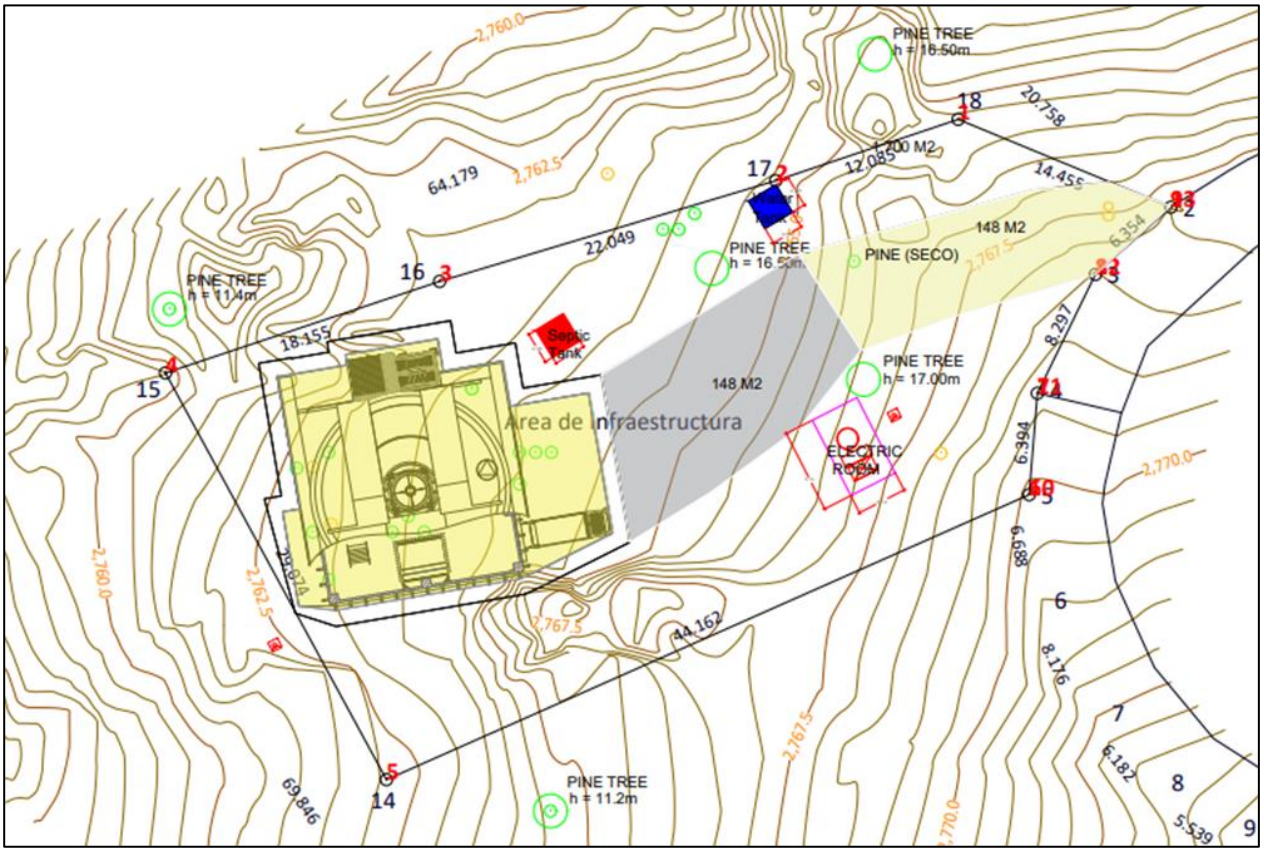


Figura 7 Acercamiento al área de CUSTF, se muestra la infraestructura.

II.2.4 Preparación del sitio y Construcción.

Como preparación del sitio, se requiere de los estudios y obtención de autorizaciones o permisos y los trabajos necesarios para la instalación del telescopio. Se requiere realizar primeramente el trazado con la mayor precisión, ahuyentamiento y/o reubicación de la fauna, rescate y reubicación de vegetación susceptible, posteriormente desmonte de la vegetación con herramienta de mano, derribo direccional de árboles, desramado y apilamiento temporal de esta vegetación para posteriormente ser usadas en obras de conservación de suelo y ser esparcida en sitios desprovistos de vegetación, limpieza del terreno, nivelación, excavaciones para la cimentación de la base del telescopio de 335.77m, a base de concreto hidráulico armado.

Se construirá un camino de 7 m de ancho, revestido con concreto hidráulico y se dejará un área de maniobras para la grúa y vehículos para el montaje de la estructura, cúpula y equipos.

No se cuenta con infraestructura existente (electricidad y fibra óptica) en el sitio, por lo que se requiere el desarrollo de estas, lo que implica llevarlas desde las instalaciones más cercanas a 50 y 190 metros de distancia, respectivamente.

Camino

Levantamiento topográfico para el trazo de las áreas y desplante de las estructuras, por medio de estación total y GPS diferencial.

Remoción de árboles y material vegetal de la superficie hasta 30 cm. Tala de árboles de manera direccional y remoción de tocones, así como remoción de la capa de materia vegetal. Balizamiento de la trayectoria para indicar puntos de corte y relleno mediante equipo topográfico.

Escarificado, corte y relleno de terreno. El corte y relleno se realizará con equipo mecánico, tractor y compactadora. Formación de terraplén con material producto de corte, para llegar al nivel de subrasante. El mejoramiento del terreno se realiza mediante la incorporación de material tipo granito, compactado por medios mecánicos hasta llegar al nivel del proyecto. Este material será obtenido de bancos de materiales autorizados fuera del Parque Nacional.

Pavimento de hormigón hidráulico de 20 cm de espesor MR 45, con inclusor de aire, modulado en losas de 3,5 x 3 m. Construcción de pavimento con hormigón premezclado colocado con regla vibratoria, cunetas y dentellones. Este material se va a preparar en la ciudad de Ensenada, y será transportado mediante camión especial para evitar posibles derrames. Los tanques empleados serán lavados en la misma planta que los va a elaborar.

Obra Civil

Levantamiento topográfico para el trazo de las áreas y desplante de las estructuras, por medio de estación total y GPS diferencial. Despalme de superficie a una profundidad de 30 cm, retiro de vegetación y árboles; en zonas donde se desplante las estructuras, se realizará con motosierra y herramientas manuales. Nivelación de las áreas por medio de equipo mecánico, para la formación de los terraplenes y para el desplante de los elementos.

Excavación de cepas de 1.20 x 1.20 m de 1.00m de profundidad, para la construcción de las zapatas de cimentación, por medio de retroexcavadora y rotomartillos neumáticos, esto en material rocoso (tipo c).

Construcción de zapatas aisladas de cimentación de 1 m de profundidad de 1.20m x 1.20 m metros de sección, con refuerzo de varilla corrugada de acero #9 a cada 12 pulgadas en cada sentido en 2 niveles; de acuerdo a diseño estructural. Cimbra con madera y concreto hidráulico de resistencia f´c= 350 kg/ cm2, premezclado en planta.

La columna principal de 4 metros de diámetro y 10.95 metros de altura se construirá a base de concreto armado de resistencia f´c= 350 kg/ cm2, premezclado en planta. Se desplanta sobre una zapata aislada de 7.5 metros de diámetro.

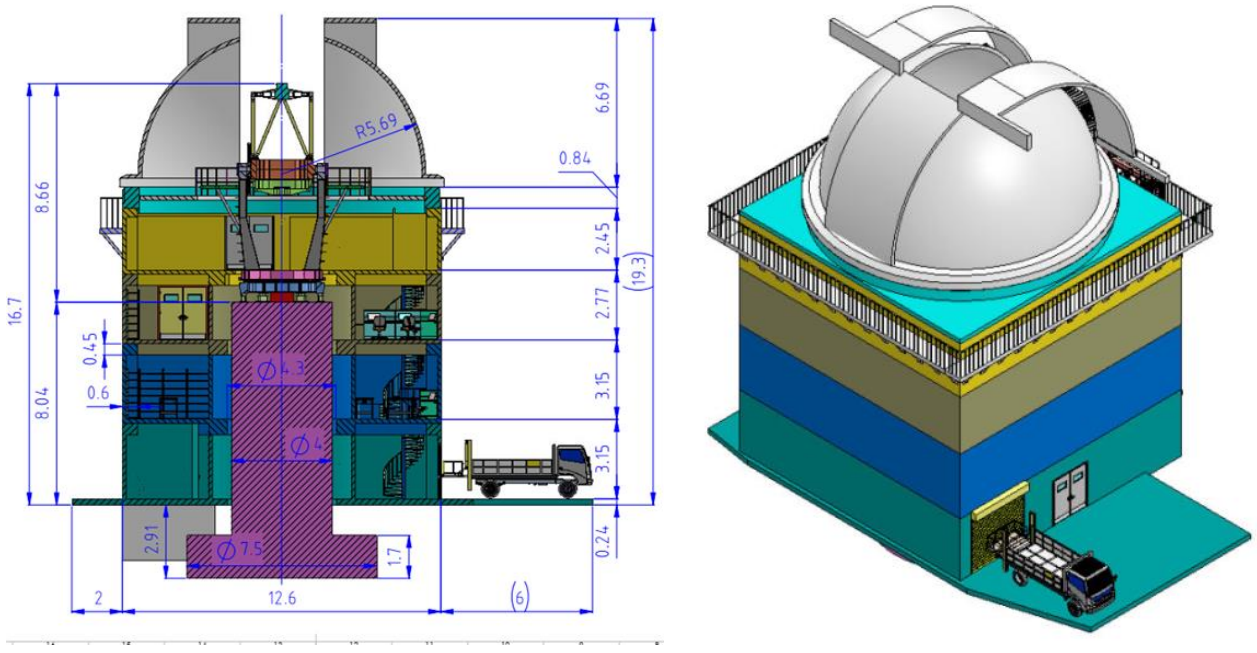


Figura 8 Corte transversal (edificio y columna principal) y vista isométrica del edificio.

El edificio se construirá de estructura metálica fabricada en taller en Ensenada y trasladada a sitio para su habilitado, la fijación se realizará mayormente con tornillería. Los cerramientos y muros divisorios de multipanel de 6 pulgadas de espesor. La estructura tendrá 20 metros de altura y contará con 4 entrepisos, donde se ubicará el cuarto de control, taller de electrónica y almacén de insumos.

Instalación eléctrica
Línea eléctrica de 13.200 KVA subterránea, en el mismo trazo que el camino, mediante banco de ductos, de 4 tubos tipo pad de 4 pulgadas, en el lado derecho del camino, desde el registro más cercano aproximadamente a 90 metros de distancia. Se requiere la instalación de un transformador de 13.200 V a 400/120 V, 60 Hz.

Fibra óptica
Tendido de fibra óptica desde el rack más próximo a 200 metros, conducido por el banco de ductos de la instalación eléctrica, en un tubo tipo pad de 4¨dedicado.

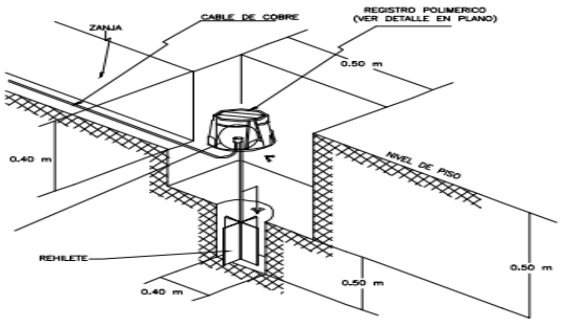
Tanque séptico
Tanque prefabricado con una capacidad de 5,000 litros, requiere de servicio de vaciado de manera periódica por una empresa certificada.

Tierras Físicas

La superficie requerida para estas instalaciones es de 280 m^2 y no se requiere de cambio de uso de suelo por tratarse de la instalación de una malla que puede colocarse sin seguir líneas rectas, evitando con ello la poca vegetación existente, donde se realizará una excavación que una vez instalada la malla la tierra será colocada de nuevo en el sitio del que fue removida, de tal modo que continuará teniendo un uso forestal.

Se requiere de un sistema de puesta tierra de 34 electrodos, que formarán una malla unida con cable desnudo que se unirá al edificio principal. Para la instalación se requiere de la excavación de cepas de 20 x 40 cm que unen los electrodos entre sí. Estas serán rellenadas con electrolitos y posteriormente con el material producto de la excavación que es un arreglo subterráneo de materiales conductores y sustancias que mejoran su integración con el terreno de manera que ayuden a limitar la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión mayor.

Un buen sistema de puesta tierra protege la integridad de las personas, instalaciones y equipo direccionando tensiones y corrientes eléctricas no deseadas a través de conductores de unión hacía electrodos de puesta a tierra, razón por la cual la resistencia entre nuestro punto de puesta a tierra y el terreno debe ser tan baja como sea posible.



- **Electrodos de puesta a tierra**

Los electrodos de puesta a tierra son los elementos que permiten drenar la tensión o corriente no deseada en el suelo. Los electrodos pueden ser varillas recubiertas de cobre, placas de cobre formando arreglos (por ejemplo: rehiletes), espirales y piezas de cobre mejoradas con materiales para un buen acoplamiento con el terreno como son electrodos químicos. El tipo, cantidad y profundidad de electrodos dependerá de aspectos como son:

• Resistividad del terreno
• Resistencia de puesta a tierra a deseada
• Terreno disponible
• Presupuesto

- **Material de relleno para mejorar la integración de electrodos y conductores o material para contacto directo con el cobre y el terreno**

Para el recubrimiento de los conductores, varillas y placa en forma de cepas o cilindros. Además de ayudar con el acoplamiento extiende la vida del cobre en el terreno instalado.
Relleno para mejorar las características de resistividad del terreno, no debe estar en contacto directo con el cobre, se aplica alrededor de electrodos con previo recubrimiento con otros materiales. Estos materiales son usuales cuando la resistividad del terreno es muy alta.
Los electrolitos hidratan materiales con lo que conforman los electrodos, ayudan a reducir el aire en los materiales mejorando así la resistividad del terreno. Se aplican periódicamente a manera de mantenimiento.

- **Conductores**

Para dirigir la corriente hacia electrodos de puesta a tierra y permitir la descarga en el terreno, se usan conductores desnudos de cobre de grueso calibre que va de 1/0 a 4/0, usualmente de 19 hilos, en forma de maya a lo largo y ancho de un terreno dispuesto. Las trayectorias deben ser tan cortas como sea posible, evitando dobleces, bucles y curvas innecesarias. En el sistema de puesta a tierra implementado se usaron 80 metros de cable de cobre desnudo calibre 1/0 de 19 hilos.

- **Uniones para conductores**

La malla formada por conductores y electrodos frecuentemente se une con grapas con opresores, conectores de compresión o soldadura exotérmica. Siendo esta última la que mejor acoplamiento ofrece al usar metal fundido dentro de un molde de grafito.

Agua

La operación no requiere de agua, por lo que solo se considera 1 servicio sanitario para el personal, se abastece de un tanque aislado colocado en el cuarto de control, con sistema calefactor para evitar la congelación. Se conecta al servicio sanitario, mediante mangueras de alta presión recubiertas con aislamiento térmico y cinta calefactora.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 debemos considerar lo siguiente:

1) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales.

2) Unión en el equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

3) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos. Los materiales eléctricamente conductivos que normalmente no transportan corriente, que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

4) Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen la probabilidad de energizarse se deben instalar

de forma que establezcan un circuito de baja impedancia, que facilite la operación del dispositivo de protección contra sobre corriente o del detector de falla a tierra para sistemas puestos a tierra a través de una alta impedancia. Deben tener la capacidad de transportar con seguridad la corriente máxima de falla a tierra que probablemente sea impuesta sobre él desde cualquier punto del sistema de alambrado en donde pueda ocurrir una falla a tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. La tierra no se debe considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se requerirá un almacén temporal de materiales en el sitio del proyecto y otro temporal de residuos peligrosos, el cual se habilitará en un espacio del taller de mecánica automotriz, localizado dentro de las instalaciones del OAN-SPM. No será necesario instalar sanitarios temporales para los trabajadores, esto en virtud de que se aprovecharán las instalaciones existentes del OAN-SPM.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Obra o Actividad	Información específica
Construcción de caminos de acceso	Se adecuará un camino con concreto hidráulico, este camino permitirá el paso de vehículos y maquinaria que lleven el equipo necesario para la instalación del telescopio además de los vehículos que les permitirá llegar al sitio.
Almacenes y bodegas	Se requerirá un almacén temporal de materiales en el sitio del proyecto y otro temporal de residuos peligrosos, el cual se habilitará en un espacio del taller, localizado dentro de las instalaciones del OAN-SPM.
Talleres de maquinaria	No se instalarán talleres en la zona del proyecto. En caso de que la maquinaria requiera mantenimiento o reparación, se desplazará hasta el campamento del Observatorio Nacional de México.
Campamentos, dormitorios, comedores	No se requiere para este proyecto ya que el observatorio de San Pedro Mártir cuenta con albergues, comedores y dormitorios que se les proporcionan a los investigadores y personal asociado a los telescopios.
Instalaciones sanitarias	No se requieren instalaciones en el edificio pues este no será habitable, dichos servicios se encuentran disponibles en el edificio del cuarto de control de TAOS a 190 metros del proyecto.
Servicios de emergencia	No se realizará la construcción de instalaciones para proveer servicios médicos ya que el edificio no será habitable, sin embargo, si durante la instalación del telescopio llegara a surgir algún accidente el observatorio de San Pedro Mártir cuenta con las instalaciones adecuadas para proveerlos de estos servicios.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	No se construirá ninguna planta de tratamiento de aguas residuales para el proyecto.
Sitios para la disposición de residuos.	Se almacenarán en las instalaciones de OAN:SPM y serán llevados al relleno sanitario de Colonet.
Ductos para sustancias peligrosas	No se instalarán ductos para sustancias peligrosas.
Instalaciones eléctricas y de red	Se realizarán las instalaciones eléctricas y de red.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.

II.2.7.1 Ceso de vegetación

Para estimar la frecuencia y volumen de vegetación, dentro de la categoría de maderables y arbustivas de gran tamaño, a ser removida en la zona propuesta para el cambio de uso de suelo, se realizó un censo de todos los organismos que se ubican dentro de la zona de **1,375.45** m^2 en donde se desarrollará el proyecto.

El procedimiento para la estimación del volumen fue el siguiente: elaboración de un listado florístico in situ, toma de datos en campo, captura de estos en formatos específicos y la obtención de información adicional con respecto a elementos bióticos y abióticos del sistema.

Los datos obtenidos en el muestreo fueron capturados en una hoja de cálculo del programa Excel para posteriormente estimar el volumen. A continuación, se describen las actividades realizadas.

- **Datos de campo**

Las herramientas utilizadas para la toma de datos fueron: un geoposicionador satelital, una cinta métrica de 5 metros y de 30 metros, cinta diamétrica de 8 metros, un clinómetro marca Sunnto, un medidor de distancias láser y formatos específicos.

Los datos se obtuvieron mediante la realización de un censo de todos los organismos que serán afectados por el desmonte para la instalación de la infraestructura para observación astronómica, esto es, todos los individuos que se encuentran dentro del polígono que se considera para el CUSTF.

Los organismos que no se clasifican en la categoría de árbol medible, es decir aquellos que tenían un DAP menor a 10 cm o una altura menor a 160 cm, el diámetro de copa o cobertura foliar y la altura se midieron con cinta flexible común pero no se consideran para el cálculo de volumen.

- **Volumen**

Se midió el diámetro de fuste de aquellos individuos que presentaron un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) menor a 10 cm, por lo que tampoco se tomaron en cuenta para el cálculo de volumen. Para el caso de arbustos pequeños solamente se registra su frecuencia como medida de la cantidad de individuos a remover, siendo esto más congruente con el objetivo de esta gestión, ya que es más claro solicitar la remoción de un número de individuos específicos que serán afectados por el desmonte, que un volumen de biomasa que sería difícil verificar si fue removido como producto del desmonte, además los productos de desmonte no se pretenden comercializar. El cálculo del volumen se realizó según lo siguiente.

El cálculo del volumen para las especies arbóreas se realizó considerado la siguiente fórmula estándar:

$$\mathbf{V = (3.1416 * (DAP)^2 * H * cf) / 4}$$

Dónde:
cf= coeficiente mórfico promedio de tablas 0.75
H= Altura del individuo
DAP = Diámetro del fuste a la altura del pecho

La fórmula para el cálculo del volumen de las especies arbustivas de los ejemplares es la relacionada con una semiesfera, por ser esta la figura geométrica más cercana a las bioformas de los individuos presentes (arbustos medianos y grandes), la fórmula utilizada es la siguiente, (http://www.fao.org/forestry/17109/en/):

$$V= 2/3 * (3.1415) * r^3 *cf$$

Dónde:
cf= coeficiente mórfico promedio de tablas 0.65
r= Radio es la mitad del diámetro

II.2.7.2. Número de individuos por especie que se espera remover

El censo de vegetacion para el sitio de CUSTF, reporta 329 ejemplares de 9 especies, y de las cuales 2, el *Pinus jeffreyi* y el *Abies concolor* están en estatus de Protección especial (Pr) según a NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 5).

Es importante mencionar que del total de individuos registrados, 325 plantas serán removidas, 3 ejemplares de manzanita de hoja verde y 1 ejemplar de pino amarillo se van a rescatar, debido a su estatus de protección y a su importancia en la zona, y cuatro se encuentran muertos.

Tabla 5 Individuos propuestos para remoción dentro de los sitios en estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. Individuos	Tipo de vegetación
Pinaceae	*Abies concolor*	Abeto	Pr	1*	BPM
Poaceae	*Agrostis scabra*	Pasto		87	BPM
Ericaceae	*Arctosthaphylos patula*	Manzanita de hoja verde		7	BPM
Fabaceae	*Astragalus circumdatus*	Garbancillo		1	BPM
Montiaceae	*Calyptridium parryi*	Gatitos de Parry		13	BPM
Rosaceae	*Holodiscus discolor*	Rocío oceánico		11	BPM
Rubiaceae	*Gallium wigginsi*	Galio		36	BPM
Pinaceae	*Pinus jeffreyi*	Pino negro	Pr	9**	BPM
Poaceae	*Piptochaetium sp.*	Pasto		160	BPM
TOTAL				**325**	

Pr Sujetas a protección especial/ BPM=Bosque de pino mixto
*Se registra individuo muerto
** 3 individuos se registran como muertos

De los individuos presentes, tres de la especie *Arctostaphylos patula* y uno de la especie *Pinus jeffreyi* se rescatarán y reubicarán en algún sitio aledaño, esto mediante las acciones del programa de rescate adjunto al presente (Anexo 4) por lo que estos individuos no se contabilizaron como volumen resultante del desmonte dado que se rescatarán y reubicarán.

Los ejemplar de *Pinus jeffreyi* se debe intentar rescatar por su estatus de protección, por tratarse de la única planta pequeña de esta especie y a su importancia en la zona como parte del paisaje y de la integridad del ecosistema mientras que los ejemplares de *Arctostaphylos patula* se recomiendan rescatar por su importancia en la zona, aunque sea muy abundante. En la Tabla 6 se presenta la información sobre los ejemplares que se proponen rescatar.

Tabla 6 Número de ejemplares rescatables por especie.

Especie	Forma de vida	Frecuencia	Remover	Rescatables
Arctostaphylos patula	Arbusto	10	7	3
Pinus jeffreyi (vivos)	Árbol	7	6	1
TOTAL		**17**	**13**	**4**

Del total de ejemplares a remover, se calcula el volumen para tres especies, de las cuales una es especie forestal maderable y dos son especies forestales NO maderables y que por su tamaño y forma permite el cálculo del volumen (Tabla 7).

Tabla 7 Especies forestales maderables y no maderables con cálculo de volumen.

Especies forestales maderables			
Especie	**No. Individuos**	**Diámetro promedio a la altura del pecho (cm)**	**Altura promedio (cm)**
Abies concolor (muerto)	1	40.00	840.00
Pinus jeffreyi	6	42.02	1090.28
Pinus jeffreyi (muerto)	1	30.17	707.00
Especies forestales no maderables			
Especie	**No. Individuos**	**Diámetro promedio de copa (cm)**	**Altura promedio (cm)**
Arctosthaphylos patula	7	191.80	205
Holodiscus discolor	11	197.13	112.64
	26		

II.2.7.3. Estimación de existencias volumétricas

El volumen resultante y el número de individuos estimados a remover corresponden al **94.87%** ya que 4 individuos serán rescatados. De los individuos presentes en la superficie que comprende el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificados dentro del estrato arbóreo y arbustivo. El cálculo se realiza a partir de la estimación del volumen promedio por individuo, multiplicado por el número de individuos a remover.

Se estimó volumen solo a las especies a las que es posible determinarles, por lo que en este ejercicio se estima se removerán **26 individuos** en total para los que se generará un volumen de 54.4660 m^3. De estos individuos, dos están muertos, para estos se estima un volumen de 2.4236 m^3 de madera muerta. En total el cálculo de volumen a remover de materia forestal proveniente de

individuos vivos es de **52.0424 m³.** A continuación, se presenta con detalle el volumen de productos resultantes estimado (Tabla 8).

Tabla 8 Volumen estimado de productos vegetales resultantes.

Especie	No. de individuos a remover	Diámetro promedio a la altura del pecho (cm)	Altura promedio (cm)	Volumen promedio por individuo (m³)	Volumen total (m³)
Abies concolor (muerto)	1	40.00	840.00	0.79	0.79
Pinus jeffreyi (muerto)	1	30.17	707.00	0.5440	1.6319
Pinus jeffreyi (vivos)	6	42.02	1090.28	1.7604	10.5623
Especie	**No. de individuos presentes**	**Diámetro promedio (cm)**	**Altura promedio (cm)**	**Volumen promedio por individuo (m³)**	**Volumen total (m³)**
Arctostaphylos patula	7	191.80	205	2.58321	25.8320
Holodiscus discolor	11	197.13	112.64	1.42255	15.6480
TOTALES	**26**				**52.0424**

NOTA: Se toman en cuenta los individuos de las especies para las cuales es posible calcular su volumen.

En resumen, se solicita la remoción del total de individuos que son 325 individuos (de los cuales 4 serán rescatados) encontramos 9 especies distintas presentes en el sitio. Por su forma de crecimiento, dos especies como arbustos, dos especies como árboles y cinco especies se clasifican como hierbas-pastos.

Por las formas y tamaño, solo fue posible calcular el posible volumen de productos resultantes del desmonte para 5 de las 9 especies presentes, resultando en un total de 52.0728 m³ posible de biomasa a remover como producto resultante del desmonte, sin embargo, se reitera que este volumen no se pretende comercializar y que también serán removidas las hierbas/pastos.

Finalmente, en este apartado se ha considerado que del total de individuos presentes, 4 individuos serán rescatados, por lo que no se consideran dentro de los cálculos de individuos a remover o como producto resultante del desmonte.

Se adjunta la Memoria de Calculo en el Anexo 5.

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial. Asignar a los recursos forestales un valor monetario es complejo, ya que cada uno de estos tiene un valor desde el punto de vista ecológico y los servicios ambientales proporcionados al ecosistema.
En el caso de los recursos naturales del área sujeta a cambio de uso de suelo, no existe comercialización de productos forestales, debido a que se encuentra dentro de un área natural

protegida. Sin embargo, para estimar su costo, se investigó su precio en el mercado y se asoció con las cantidades a perderse por el proyecto.

II.2.8.1. Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

La estimación económica de los ejemplares a remover se realizó de acuerdo con el valor comercial por planta, en viveros comerciales de EUA, se consultaron se consultaron los siguientes sitios:

Concolor Fir. (s/f). Chiefrivernursery.com. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de **https://chiefrivernursery.com/concolor-fir-abies-concolor-seedlings-transplants.html?srsltid=AfmBOoqJCSYb2B7ULSACYB1vm3K4hYOuY0Dn9durivcZZehpfFbzCm3s**
Kraus:, H. (s/f).

Pinus jeffreyi-Jeffrey Pine. Moosacreeknursery.com. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de **https://www.moosacreeknursery.com/~/Native_Plants/390/Pinus-jeffreyi**

Tabla 9 Información sobre el precio de los recursos forestales aledaños al área sujeta al cambio de uso del suelo.

Nombre científico	Nombre común	Precio en mercado por individuo (Dlls)	No. de individuos en el área	No. de individuos a remover	Costo total (Dlls)
Abies concolor	Abeto	$59.90	1 (Muerto)	1	$59.90
Pinus jeffreyi	Pino negro	$59.90	7	6	$359.94
				Total	$419.84

De acuerdo con la estimación económica, el valor en el mercado de los ejemplares a remover sería de $419.84 dólares, que según el tipo de cambio promedio de los últimos meses corresponde a un aproximado de $8,397.8 pesos.

Desde el punto de vista del aprovechamiento comercial los ejemplares de especies maderables no son sujetos a aprovechamiento ya que son ejemplares que no podrían ser aprovechados comercialmente, primero por no ser este el motivo de su remoción, por lo que se pondrán a disposición de la Administración del ANP para que puedan disponer de estos fustes para utilizarlos en obras para conservación de suelos.

No se tiene información de mercado sobre la venta de productos como carbón, resinas, frutos u otras partes y derivados de las especies presentes en el sitio.

II.2.8.2. Estimación del valor económico de los recursos no maderables

En el área sujeta al cambio de uso de suelo los recursos forestales no maderable se encuentran la manzanita de hoja verde (*Arctostaphylos patula*), de la cual se estimó su valor económico de acuerdo con el valor comercial en viveros y la salvia rosa *(Holodiscus discolor).*

Como ejemplo se consultó el sitio https: //dancingoaks.com, donde se obtuvo el precio por planta.

Arctostaphylos patula "siskiyou pink", Manzanita. (s/f). Dancing Oaks Nursery and Gardens. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de **https://dancingoaks.com/products/arctostaphylos_siskiyou_pink?srsltid=AfmBOorAB8_iP_xjcpy4h0OZpUd8yLvifMqc4Y1A5GHvtncj1TIA4_k2**

Holodiscus discolor | California Flora Nursery. ***(s. f.). https://www.calfloranursery.com/plants/holodiscus-discolor***

Tabla 10 Información sobre el precio de los recursos forestales no maderables presentes en el área sujeta al cambio de uso del suelo.

Nombre científico	Nombre común	Precio en mercado por individuo (Dlls)	No. de individuos en el área	No. de individuos a remover	Costo total (Dlls)
Arctostaphylos patula	Manzanita de hoja verde	$17.50	10	7	$122.50
Holodiscus discolor	Salvia rosa	$15.00	11	11	$165.00
				Total	**$287.50**

La estimación económica de los recursos forestales no maderables que pudieran ser afectados por el cambio de uso de suelo, utilizando el valor en el mercado como recursos para jardinería u ornamento sería de $287.50 dólares, que según el tipo de cambio promedio de los últimos meses corresponde a un aproximado de $5,750.00 pesos.

II.2.8.3. Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

Para el caso de la fauna, debido a que el área sujeta al cambio de uso de suelo es muy pequeña, no se observaron especies que se podrían considerar pertenecientes al sitio o que habitan permanente en el sitio, debido a que no existen evidencias de madrigueras o nidos.

II.2.9 Operación y mantenimiento

Por la naturaleza del sistema, no se contempla la presencia continua de personal en la operación del telescopio y equipo periférico, una vez que se haya concluido la fase de puesta a punto del sistema. Existirán periodos de mantenimiento preventivo y equipo periférico asociado de aproximadamente cuatro días cada semestre. El mantenimiento correctivo es eventual con periodos de trabajo menores a 8 horas. El proyecto no contempla el manejo o almacenamiento de ningún material peligroso.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Una vez que se complete la fase de observación del proyecto, 50 años, se analizaran sus condiciones de uso y se procederá al retiro del telescopio y el equipo, y cualquier remediación necesaria del sitio.

II.2.11 Programa de trabajo

Se presenta el programa de trabajo a 27 semanas. Previo al inicio de estos trabajos se requiere la delimitación precisa del polígono, la ejecución del programa de ahuyentamiento y rescate de fauna, rescate de flora y desmonte.

Tabla 11 Programa de Trabajo

	Construcción	Inicio	Término	Duración (semanas)
1	Camino	19/10/25	29/11/25	7
2	Obra Civil (terracerías, cimentación y muros de contención)	30/11/25	28/02/26	15
3	Estructura metálica y acabados	19/10/25	29/03/26	27
4	Instalación eléctrica	17/01/26	18/03/26	10
5	Fibra Óptica	19/03/26	29/03/26	2
6	Sistema de tierras	19/03/26	29/03/26	2
7	Instalaciones	17/01/26	22/01/26	1
8	Servicios especiales y montajes	30/03/26	10/05/26	7

II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Líquidos.- Durante la etapa de construcción se generarán aguas residuales como resultado de la obra civil (enjuague tanto del material de construcción, así como de los camiones revolvedores de cemento), por lo que la empresa contratista será responsable del manejo y disposición de este tipo de residuos.

Emisiones a la Atmosfera.- Las emisiones de gases de combustión y partículas, se presentarán en su mayoría durante la etapa de construcción debido al tráfico por los vehículos, maquinaria y equipos utilizados por parte de la empresa contratista, la cual será la encargada de que la maquinaria y equipos cumplan con la normatividad aplicable en materia de generación de ruido, gases de combustión y emisión de polvos.

II.2.13 Residuos

Los residuos separados, como papel, cartón y vidrio, serán trasladados por el contratista a lugares autorizados para su recepción y reciclaje.

La vegetación generada durante la preparación del sitio será triturada y esparcida sobre el suelo, reintegrándose así como materia orgánica. Una parte de ella se utilizará para las obras de conservación de suelo y agua.

El manejo y la disposición final de los residuos se llevarán a cabo de acuerdo con sus características y clasificación, mediante compañías especializadas que poseen las autorizaciones vigentes.

III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

III.1. Ordenamientos jurídicos federales

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Última reforma publicada DOF 28-05-2021)

De acuerdo con el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se menciona 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 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.

Vinculación.- El proyecto cumple con este artículo, al ser de visión integral y sustentable, que se demuestra mediante este documento

Artículo 3 .- *Fracción VII.-* Las universidades y las demás instituciones de educación superior a las que la ley otorgue autonomía, tendrán la facultad y la responsabilidad de gobernarse a sí mismas; realizarán sus fines de educar, investigar y difundir la cultura de acuerdo con los principios de este artículo, respetando la libertad de cátedra e investigación y de libre examen y discusión de las ideas; determinarán sus planes y programas; fijarán los términos de ingreso, promoción y permanencia de su personal académico; y administrarán su patrimonio.

Vinculación.- El proyecto al encontrarse ubicado dentro de las instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional de la UNAM cumplirá con los planes y programas establecidos por dicha institución.

Artículo 4 párrafo quinto.- 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.

Párrafo adicionado DOF 28-06-1999. Reformado DOF 08-02-2012III.2 Instrumentos de Planeación a Nivel Federal

III.1.2 Ley Federal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(Última reforma publicada DOF 11-04-2022)

SECCIÓN V

Evaluación de Impacto Ambiental

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 puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Párrafo reformado DOF 23-02-2005…

Vinculación.- Mediante este instrumento de gestión, se demuestra que se cumple con las disposiciones que buscan reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente.
VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
Fracción reformada DOF 23-02-2005

Vinculación.- El presente estudio técnico como instrumento preventivo, permitió la identificación de posibles impactos ambientales producidos por el desarrollo del proyecto y la estructuración de medidas que permitan prevenir o reducir el efecto de dichos impactos, ajustándose a la normatividad aplicable. De esta manera se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto ***"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"***

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación.- Ésta Manifestación de Impacto Ambiental contiene descripciones de posibles efectos sobre los ecosistemas que pudieran verse afectados por la Obra, así mismo se presentan una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

ARTÍCULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Vinculación.-El responsable de la realización de esta manifestación de impacto ambiental es consciente de la responsabilidad que implica el trabajo y protesta de decir verdad de que la información plasmada es verídica y se aplicaran las mejores medidas de prevención y mitigación a los impactos generados por las actividades del proyecto.

Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación.- Los niveles de emisión de los equipos que se emplean para realizar la construcción del proyecto deberán verificarse conforme a las disposiciones legales y deberá promoverse el

mantenimiento de los equipos periódicamente. Así mismo, se humedecerá el camino de terracería para prevenir el levantamiento de partículas a la atmosfera.

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.

Se señala que se producirán emisiones de tierra a la atmósfera en las etapas de preparación del sitio y construcción y las medidas de prevención a esta generación cumplirá con las NOM´s existentes en la materia, mismas que se mencionan dentro de este capítulo III.

Vinculación.-Se pretende minimizar la emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearán en las actividades de construcción del proyecto (subterráneo en el derecho de vía de la carretera federal, y el tendido aéreo de la línea) así como para las camionetas utilizados durante las etapas de preparación y construcción. El proyecto implementará una serie de medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos generados mediante el **Plan de Vigilancia Ambiental.**

CAPÍTULO 1
Áreas Naturales Protegidas
Sección II
Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas
Artículo 47.- - En el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos indígenas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Para tal efecto, la Secretaría podrá suscribir con los interesados los convenios de concertación o acuerdos de coordinación que correspondan.

Vinculación.- El proyecto es congruente con los principios establecidos en la LGEEPA; toda vez que la información incluida dentro de este Documento Técnico, en su modalidad particular cumple con lo establecido en los artículos 28, 30 y 35 BIS 1 de esta Ley.

III.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
(Última reforma publicada 28-04-2022)

Se entiende como cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

CAPÍTULO I
Objeto y Aplicación de la Ley
Artículo 1. La presente 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 el manejo integral y

sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Vinculación.- El presente Documento Técnico tiene la visión de contribuir a la conservación, protección y restauración del territorio forestal donde se ubica.

TÍTULO CUARTO
De los Procedimientos en Materia Forestal
Capítulo I
Disposiciones Comunes a los Procedimientos en Materia Forestal
Sección Séptima
Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de 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. *Párrafo reformado DOF 26-04-2021*
En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. *Párrafo adicionado DOF 11-04-2022*

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 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.

Vinculación. El proyecto no se contrapone con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su reglamento, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, ni con el Plan de Manejo de Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir. Además, asimismo es congruente con la legislación ambiental aplicable y en su momento será sometido a la aprobación del Consejo Estatal Forestal.

Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.

Vinculación.- Se cumplirá con la presentación de los informes solicitados con base en lo resuelto en el oficio de autorización emitido por la Secretaria.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en 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.

Vinculación.- El promovente se da por enterado y reafirma su compromiso ante el Fondo Forestal Mexicano.

III.1.4 Ley General de Vida Silvestre
(Última reforma publicada DOF 20-05-2021)
TÍTULO I
DISPOSICIONES PRELIMINARES
Artículo 4o. 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.

Vinculación. - Mediante este Documento Técnico la promovente se compromete a aplicar medidas adecuadas para la conservación de la vida silvestre en el área del proyecto.

TÍTULO VI
CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE
CAPÍTULO I. ESPECIES Y POBLACIONES EN RIESGO Y PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN
Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Vinculación. – En este Documento Técnico se consideran este tipo de poblaciones y se les da el tratamiento que corresponde.

TÍTULO VIII
MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES
CAPÍTULO II. DAÑOS
Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral 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

Vinculación.- El proyecto respetará lo establecido en la Ley de vida silvestre, no vulnerando con los lineamientos, políticas criterios y demás disposiciones que señala dicho instrumento de regulación, además de llevar a cabo las medidas de protección ambiental relacionadas con los factores de flora y fauna vinculados con la LGVS.

III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

De acuerdo con su artículo primero, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) es una ley 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 y su ámbito de aplicación es todo el territorio nacional.

Esta Ley tiene como 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.

Vinculación. – Este Estudio Técnico toma en cuenta este instrumento para el tratamiento que se requiere dar a los residuos de acuerdo a su clasificación.

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES
CAPÍTULO ÚNICO
OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA LEY
Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:
XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Vinculación.- La etapa de instalación del Proyecto generará residuos sólidos de: origen vegetal, cartón, papel, vidrio, metal, plástico, los cuales serán almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra, y serán clasificados de acuerdo con los artículos 18 y 20, y con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar alguno de los factores enmarcados en el Artículo 21 de la citada Ley.

En caso de que la construcción genere algún tipo de residuo considerado como peligroso (como colillas de soldadura, residuos de pintura, material impregnado con grasas y aceites, etc. Los cuáles serán manejados por una empresa especializada y autorizadas por la Secretaría; la empresa será la encargada de llevarlos a los sitios autorizados para su confinamiento y/o su posible reciclaje; sin embargo, con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar alguno de los factores enmarcados en el Artículo 21.

III.1.6 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

CAPÍTULO SEGUNDO/ DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

o) Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícola, 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.

Vinculación.- La superficie donde se pretende efectuar la remoción de la vegetación es un área forestal que requiere el cambio de uso de suelo por lo tanto se plantea es necesario elaborar el presente Estudio Técnico para solicitar a la autoridad su autorización correspondiente.

s) Obras en áreas naturales protegidas

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de:

a. Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos;

b. Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;

c. Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables;

d. Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.

Vinculación. – Este proyecto si requiere la autorización de la federación.

CAPÍTULO TERCERO
DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

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. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto

Vinculación.- Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se elaboró el presente Documento Técnico Unificado que integra la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, y el estudio técnico justificativo el cual solicita autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción del proyecto;

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

CAPÍTULO V
DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
Artículo 36.- Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.
Vinculación.- Se cumple.

III.1.7 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas
TÍTULO TERCERO
DEL SISTEMA Y DEL REGISTRO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
CAPÍTULO II DEL REGISTRO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
Artículo 41.- Se requerirá de la autorización correspondiente por parte de la autoridad competente, para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:
Fracción VII.- Obras, que en materia de impacto ambiental requieren de autorización de acuerdo al artículo 28 de la Ley General;
Artículo 43.-Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las Áreas Naturales Protegidas requerirán de autorización previa en materia de impacto ambiental.

Vinculación.- Este Documento es para solicitar la autorización correspondiente.

TÍTULO SEXTO
DE LOS USOS, APROVECHAMIENTOS Y AUTORIZACIONES CAPÍTULO II
DE LAS AUTORIZACIONES PARA EL DESARROLLO DE OBRAS Y ACTIVIDADES EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;

Vinculación. Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se elaboró el presente Documento Técnico Unificado mediante el cual se solicita autorización en materia de impacto ambiental.

III.1.8 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
TÍTULO TERCERO
De los Procedimientos en Materia Forestal
Capítulo II
Autorizaciones, Avisos y Registros
Sección VI
Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:
I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos de 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 identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:
I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
III. 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;
IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:
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 georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;
III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;
IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terreno s forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;

V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;
VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;
VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;
VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;
IX. 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;
X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;
XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;
XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;
XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;
XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y
XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.
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 georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas 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.
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.

Vinculación.- Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se elaboró el presente Documento Técnico Unificado que integra la información referente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, y al estudio técnico justificativo para cambio de uso de suelo forestal.

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

III.2.1Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California

Este es un programa fundamental para planear el desarrollo regional de manera compatible con las aptitudes y capacidades de un espacio regional buscando una distribución equitativa de los recursos

existentes en el entorno, sustentado en la LGEEPA y su Reglamento, dividiendo el territorio en Unidades de Gestión Ambiental (UGA).
Una UGA es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial, aunada con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientadas a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

El programa de ordenamiento ecológico establece que el Parque Nacional San Pedro Mártir (área en la que su ubica el proyecto) se encuentra dentro de las Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política ambiental de Protección (Figura 7).

Política de Protección
Aplica en unidades de gestión ambiental con ecosistemas de relevancia ecológica, que cuentan con recursos naturales únicos y de importancia económica regional que ameritan ser salvaguardados. El uso consuntivo y no consuntivo de los recursos naturales requieren contar con estudios técnicos, y realizarse bajo programas de manejo integral, y en las Áreas Naturales Protegidas de acuerdo a lo establecido en su declaratoria y en su Programa de Conservación y Manejo oficialmente decretado.
La política tiene por objeto resguardar aquellas unidades de gestión ambiental con ecosistemas que, dada su enorme riqueza biótica de especies endémicas de flora y fauna, su grado de fragilidad y conservación requieren contar con las medidas técnicas y normativas necesarias para asegurar la integridad de los sistemas naturales.

Se permite el uso y el manejo sustentable de los recursos naturales existentes, siempre y cuando se aplique la normatividad para prevenir el deterioro ambiental y se promueva la restauración de algunos sitios dañados. También puede aplicar en aquellas zonas con riesgos naturales altos y muy altos.

UGA-11 Área Natural Protegida Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
Cuenta con una superficie total de 66,307.422 hectáreas, con una cobertura vegetal que corresponde a matorral xerófilo, además de zona de protección se estableció como Región Terrestre Prioritaria (RTP: Sierra de San Pedro Mártir) por CONABIO y hay presencia de unidades de manejo para la conservación de vida silvestre de carácter cinegético.

Uso del Territorio	Superficie 73,348.50 ha Agricultura de Riego: 0% Agricultura temporal: 0% Vegetación Primaria y secundaria: 97.48 % Pastizales inducidos o cultivados: 2.37% Plantaciones forestales: 0% Acuícola: 0.15% Asentamientos humanos: 0%

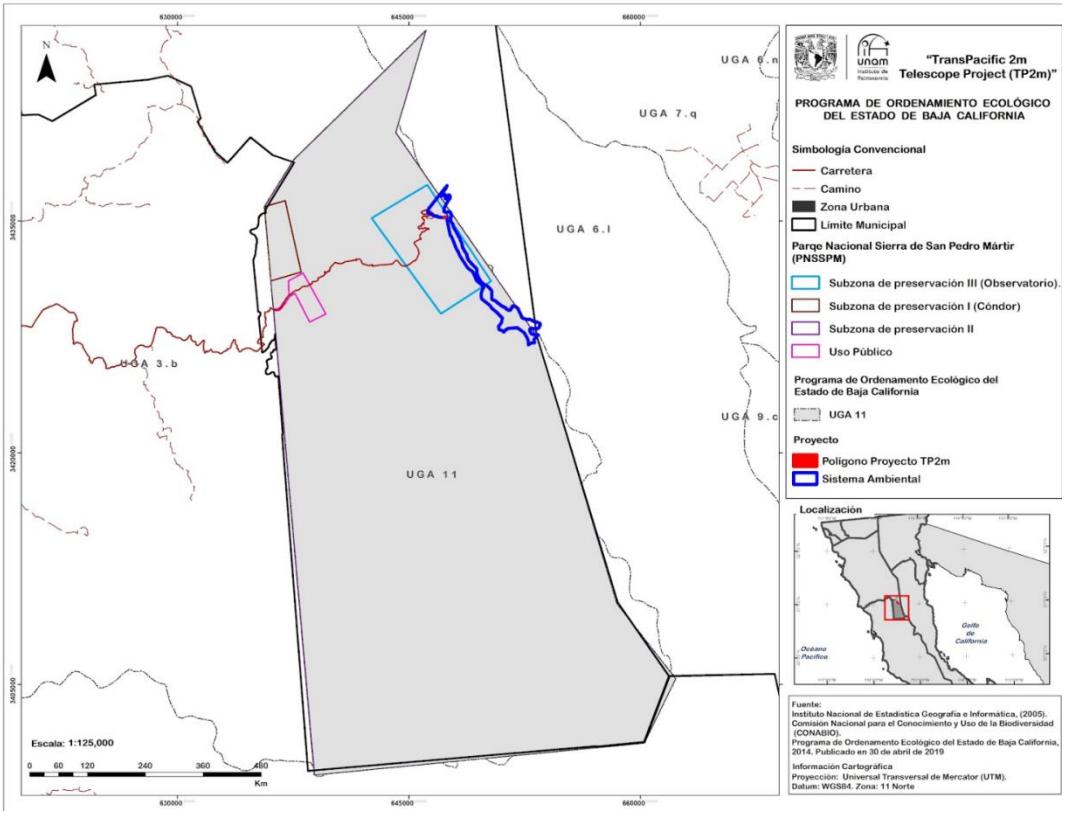


Figura 9 Ubicación de la UGA-11 en la cual se ubica el proyecto de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.

Criterio de Regulación Ecológica

Como criterio de regulación ecológica (UGA 11: PRO01), que indica que en las áreas naturales protegidas establecidas oficialmente, el desarrollo de obras y actividades se sujetarán al decreto de creación y al programa de manejo vigente.

CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
Clave	**Criterio**
PRO01	En las áreas naturales protegidas establecidas oficialmente, el desarrollo de obras y actividades se sujetarán al decreto de creación y al programa de manejo vigente.
Vinculación	La actividad es congruente con el Programa de Manejo del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir

Criterios de Regulación Ecológica Generales

Existe un listado por tema de criterios de regulación para toda el área del ordenamiento. En la siguiente tabla se describen los que inciden para el proyecto.

Desarrollo de Obras y Actividades	
Criterio	**Vinculación con el proyecto**
Se cumplirá con lo establecido en los programas de ordenamiento territorial y ecológico locales	Se cumplirá con este criterio durante todo el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las disposiciones establecidas en los ordenamientos aplicables
El desarrollo de cualquier tipo de obra y actividad, incluyendo el aprovechamiento de los recursos naturales, deberá cumplir con las disposiciones estipuladas en la legislación ambiental vigente, con los lineamientos ambientales establecidos en este ordenamiento y con planes y programas vigentes correspondientes.	Las actividades relacionadas con el proyecto se llevarán a cabo siguiendo la legislación ambiental aplicable.
El desarrollo de las actividades en la entidad se realizará de acuerdo con su vocación natural y ser compatible con las actividades colindantes en estricto apego a la normatividad aplicable.	Las actividades se desarrollarán dentro del polígono de preservación III dentro del área del Parque Nacional, y se realizarán de acuerdo a lo establecido en su programa de manejo, donde se autoriza la actividad de investigación.
En aquellas áreas donde no se cuente con programas de ordenamiento ecológico locales y con planes de manejo específicos, se deberán cumplir regulaciones específicas de acuerdo con la naturaleza de las actividades, debiendo elaborar estrictamente análisis de sitio, evaluaciones de impacto ambiental, declaratorias, normativas específicas de control y demás mecanismos que aseguren y garanticen la seguridad de las operaciones, el mantenimiento de las funciones y servicios ambientales.	Las actividades relacionadas con el proyecto se llevarán a cabo siguiendo la legislación ambiental y ordenamientos aplicables.
No se permiten los asentamientos humanos y edificaciones en zonas de riesgo como lechos y cauces de arroyos, zonas de alta pendiente, con fallas geológicas y susceptibles a deslizamientos, en zonas litorales expuestas a oleajes de tormenta y procesos de erosión.	NO APLICA, no se establecerán asentamientos humanos en este proyecto.
Las obras de infraestructura que sea necesario realizar en torno a cauces de ríos y arroyos estarán sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental que para tal efecto emita la autoridad competente.	NO APLICA, no se desarrollarán obras en torno a cauces de arroyos, ríos o ningún cuerpo de agua.
Las obras y actividades que se lleven a cabo en la entidad deberán considerar medidas adecuadas para la continuidad de los flujos de agua y corredores biológicos silvestres.	Las actividades del proyecto no afectaran la continuidad de escurrimientos de agua, ni los corredores biológicos dentro del Parque
Las actividades productivas permitidas en el Estado, deberán ponderar el uso de tecnologías limpias para prevenir el deterioro ambiental y la eficiencia energética.	NO APLICA, el proyecto no desarrollara energías
Las construcciones deberán establecerse en armonía con el medio circundante.	La zona donde se ubicará el proyecto ya cuenta con la presencia de telescopios, así como infraestructura para la investigación, por lo que no se romperá la armonía con el medio.
Manejo Integral de los Residuos	
Criterio	**Vinculación con el proyecto**

Toda obra de desarrollo y construcción deberá considerar las medidas de manejo integral y gestión de residuos.	El manejo de los residuos resultantes al proyecto se llevará a cabo tomando en cuenta las disposiciones correspondientes en la materia.
En el manejo y disposición final de los residuos generados en obras de construcción y en las actividades productivas y domésticas, se atenderá a las disposiciones legales establecidas para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, y residuos de manejo especial.	El manejo de los residuos resultantes al proyecto se llevará a cabo tomando en cuenta las disposiciones correspondientes en materia. Y se utilizarán las instalaciones del OAN para su disposición y manejo.
Los promoventes de obras y actividades de desarrollo deberán realizar planes y programas de manejo integral de residuos que atiendan a políticas de gestión integral de residuos a fin de promover el desarrollo sustentable a través de la disminución en la fuente de generación, la transformación, reutilización y valorización de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso.	No aplica
En sitios contaminados se aplicarán programas y medidas para su remediación, y deberán incluir campañas de concientización sobre el manejo adecuado de dichos sitios.	No aplica
Los generadores de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos deberán adecuar un sitio de acopio y almacenamiento temporal en sus instalaciones donde reciban, trasvasen y acumulen temporalmente los residuos para su posterior envío a las instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento y/o disposición final.	El manejo de los residuos resultantes al proyecto se llevará a cabo tomando en cuenta las disposiciones correspondientes en materia. Se utilizarán las instalaciones del OAN para su disposición y manejo.
Para la selección de sitio, construcción y operación de instalaciones para la disposición final de residuos peligrosos, se deberá cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia	El manejo de los residuos resultantes al proyecto se llevará a cabo tomando en cuenta las disposiciones correspondientes en materia. Se utilizarán las instalaciones del OAN para su disposición y manejo
Los residuos industriales, residuos peligrosos y residuos de manejo especial generados por la industria maquiladora asentada en la entidad, deberán ser retornados a su país de origen de acuerdo a la legislación ambiental, aduanera y de comercio exterior aplicables	No aplica
Los sitios de confinamiento controlado de residuos peligrosos, así como su almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, deberán cumplir con las disposiciones legales en la materia	No aplica
Es prioritario considerar el manejo de materiales y residuos peligrosos de acuerdo a los ordenamientos vigentes en la materia.	El manejo de los residuos resultantes al proyecto se llevará a cabo tomando en cuenta las disposiciones correspondientes en materia. Se utilizarán las instalaciones del OAN para su disposición y manejo
La construcción de infraestructura para la disposición de residuos no deberá realizarse en áreas de recarga de acuíferos, ni cerca de mantos acuíferos, ni sobre suelos muy	No aplica

permeables	
En la creación y ampliación de centros de población, asentamientos humanos y consolidación de zonas conurbadas, deberá promoverse la instalación de estaciones de transferencia que cumplan con las regulaciones técnicas y normativas establecidas en la materia	No aplica
La eliminación de desechos tales como PVC, PCP, agroquímicos y otros compuestos orgánicos, requerirá de un manejo adecuado para proteger a los usuarios, a la población y al ambiente, aplicando la normatividad vigente en la materia.	No aplica, no se generará ningún desecho de PVC, PCP, ni agroquímicos.
Queda prohibida la disposición de residuos industriales, residuos de manejo especial, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos y/o basura en sitios no autorizados.	No aplica, no se manejan residuos industriales en ninguna etapa del proyecto
Queda prohibida la quema de residuos de todo tipo y/o basura a cielo abierto. Las actividades agrícolas deberán capacitarse para la eliminación de prácticas de quema agrícola.	No aplica, no se realizará quema de ningún tipo de residuo
En el desarrollo de todo tipo de actividades públicas o privadas, deberán desarrollarse planes para la reducción, reúso y reciclaje de residuos.	No aplica, las actividades a desarrollarse están enfocadas a la investigación.
No podrán utilizarse desechos orgánicos que contengan sustancias tóxicas o contaminantes como abonos orgánicos.	No aplica
En las áreas conurbadas y rurales que no cuenten con servicio de drenaje sanitario, es prioritaria la instalación de fosas sépticas y/o sanitarios ecológicos que cumplan con las regulaciones vigentes en la materia.	No aplica
El transporte de materiales de construcción, pétreos y de residuos de obras y actividades se realizará evitando la emisión de polvos, así como daños a la salud pública, calles, caminos, servicios públicos, construcciones existentes, cultivos y cualquier tipo de bien público y privado.	Puede darse el caso de requerir de movimiento de materiales de construcción. En caso de que suceda como medida de prevención de levantamiento de partículas, se cuidará su debido transporte tapando el material y realizando el humedecimiento de camino.
Recurso Agua	
Criterio	**Vinculación con el proyecto**
Todas las actividades que se realicen en la entidad y que requieran de la utilización de agua, deberán cumplir con las disposiciones de la legislación vigente.	Se cumplirá con las disposiciones establecidas en todas las etapas del proyecto
Todas las actividades que generen aguas residuales, deberán cumplir con las disposiciones de la legislación vigente para el tratamiento adecuado de las mismas y posterior reúso.	No se generarán aguas residuales
Los desarrolladores de obras y actividades con grandes consumos de agua, deberán promover planes de manejo integral sustentable del agua, que incluyan pagos de derechos hídricos, instalación de infraestructura de tratamiento y reúso de agua, sistemas ahorradores de agua, entre otras medidas aplicables que permitan el uso sustentable del recurso.	No aplica, no se consumirán grandes cantidades de agua
Las actividades productivas que generen aguas residuales en	No aplica, no se generarán aguas residuales

sus procesos deberán de contar con un sistema de tratamiento previo a su disposición en cuerpos receptores incluyendo los sistemas de drenaje y saneamiento.	
Las aguas residuales de origen urbano deberán recibir tratamiento previo a su descarga a ríos, cuencas, vasos, aguas marinas, corrientes de agua y subsuelo	No aplica
Quienes realicen actividades de tratamiento de aguas residuales, deberán reutilizar las aguas tratadas para riego de áreas verdes.	No aplica
En el desarrollo de actividades en general, se promoverá el ahorro de agua potable y el reúso de aguas grises.	No aplica
No se permite la desecación de cuerpos de agua y la obstrucción de escurrimientos fluviales	No aplica
No se permiten edificaciones ni el establecimiento de asentamientos humanos en áreas de recarga de acuíferos	No aplica
Se prohíbe alterar áreas esenciales para los procesos de recarga de acuíferos, que incluye la presencia de vegetación riparia.	No aplica
En el desarrollo de obras y actividades cercanas a cauces, se evitará la afectación al lecho de ríos, arroyos y de los procesos de recarga acuífera, promoviendo la creación de corredores biológicos o parques lineales.	No aplica
Se deberá dar cumplimento a las vedas establecidas para la explotación de los mantos acuíferos	No aplica
Las fosas sépticas, pozos de absorción y lagunas de oxidación se deben ubicar y construir considerando el tipo y permeabilidad del suelo y la profundidad del manto freático a fin de evitar la contaminación de los acuíferos. Para la autorización de dichas obras, se evaluará el impacto ambiental, y se promoverá la sustitución de letrinas por baños secos	No aplica
El transporte de sustancias químicas peligrosas por vía marítima, se sujetará a las disposiciones establecidas por la Secretaría de Marina y el Derecho Marítimo Internacional.	No aplica
Manejo y Conservación de Recursos Naturales	
Criterio	**Vinculación con el proyecto**
En el desarrollo de actividades productivas que involucren el aprovechamiento de recursos naturales, se deberá cumplir con los lineamientos establecidos en el presente ordenamiento y demás legislación aplicable en la materia.	No aplica. El proyecto no se refiere a actividades productivas ni de aprovechamiento de recursos naturales.
No se permitirá la expansión de las áreas urbanas hacia zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal; zonas de amortiguamiento; zonas de recarga de acuíferos; zonas de riesgo; áreas naturales protegidas; ecosistemas frágiles, áreas de importancia ecológica y patrimonios culturales y naturales	No aplica
En desarrollo de obras y actividades, el cambio de uso de suelo forestal estará sujeto a la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad correspondiente.	Se cumplirá con este apartado. Se solicitará la autorización para cambio de uso de suelo mediante DTU a la autoridad

	correspondiente.
En la evaluación de los impactos ambientales de obras y actividades, se deberán considerar también impactos secundarios, sinérgicos y acumulativos regionales.	En cumplimiento con el presente DTU se describen en el Capítulo VI.
En los programas de ordenamiento ecológico regionales, locales y programas de desarrollo urbano de centros de población, se promoverá la declaratoria para el establecimiento de áreas naturales protegidas en aquellas zonas definidas como de preservación ecológica, áreas especiales de conservación y regiones prioritarias.	Es congruente
En los programas de conservación y manejo de Áreas Naturales Protegidas, se deberán definir la zona núcleo y la zona de amortiguamiento del área natural protegida correspondiente	No aplica
Los elementos naturales de valor ecológico que se encuentren en sitios turísticos deberán de ser contemplados para su protección.	No aplica
En el aprovechamiento de los recursos naturales se deberá prevenir el deterioro del suelo aplicando medidas de prevención, mitigación y restauración.	No se dará aprovechamiento a ningún tipo de recurso natural, sin embargo las actividades a desarrollar pudieran causar efectos en el deterioro del suelo. Se delimitarán las áreas a afectar teniendo cuidado a salvar las no necesarias.
Quienes realicen actividades en zonas con pendientes pronunciadas, y zonas vulnerables requieran, deberán aplicar técnicas mecánicas, de forestación y de estabilización de suelos.	Se tomó en cuenta
En obras de protección del suelo, prevención y control de la erosión, se establecerán obras de protección como zanjas, rampas contracorriente, rompevientos, así como forestación.	Se tomó en cuenta
En el desarrollo de los trabajos de limpieza de terrenos en cualquier tipo de obra o actividad industrial, comercial, de servicios o habitacional, se retirará solamente la capa mínima de terreno necesaria, promoviendo mantener el suelo y vegetación en los terrenos colindantes.	Las actividades de limpieza de terreno y preparación del sitio se llevarán a cabo conforme a lo descrito en el apartado de preparación del sitio, cuidando evitar la pérdida de suelo
Para la realización de carreras fuera de carretera u "off road" se requerirá de una manifestación de impacto ambiental, la cual será evaluada por la autoridad correspondiente	No aplica
La realización de carreras fuera de carretera u "off road", se sujetará a las rutas establecidas y a las disposiciones que establezcan las autoridades competentes	No aplica
Los organismos públicos que realicen actividades de forestación deberán establecer invernaderos para la producción de especies nativas.	No aplica
Los desarrolladores inmobiliarios deberán utilizar especies de flora nativa en la forestación de áreas verdes, parques y jardines	No aplica
Para la propuesta de cualquier área del territorio estatal como Área Natural Protegida se deberá cumplir con las	No aplica

disposiciones estipuladas en la Ley General y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, así como en la Ley.	
En materia de vida silvestre y su hábitat, así como en el aprovechamiento, posesión, administración, conservación, repoblación y desarrollo de la fauna y flora silvestre, se cumplirá con lo establecido en las leyes y demás disposiciones aplicables.	No aplica
Restauración	
Criterio	**Vinculación con el proyecto**
En las áreas que presenten deterioro ambiental se promoverá el establecimiento de zonas de restauración ecológica con el fin de permitir su recuperación.	La SEMARNAT y el ANP propondrán, de ser necesario, las obras que consideren prioritarias.
Se introducirán especies tolerantes a concentraciones salinas altas o sódicas en aquellos suelos donde sea necesario, para evitar la erosión.	No aplica
Los productos de desmonte serán utilizados para recuperar zonas erosionadas o pobres en nutrientes	Se ejecutarán obras de conservación de suelo y agua utilizando las ramas del desmonte.
Toda persona que contamine, deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales, estará obligada a reparar los daños y/o restaurar los componentes del ecosistema y el equilibrio ecológico.	Las actividades se llevarán a cabo conforme a los lineamientos de los programas de ordenamiento y desarrollo aplicables, así como con la normatividad ambiental vigente.

Vinculación. – Con este documento se demuestra que se consideraron y se cumple con dichos criterios.

III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.
III.3.1 Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.

El Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir representa un instrumento de planeación a partir del conocimiento de la problemática del área, sus recursos naturales y su aprovechamiento racional. Además, se establecen las Reglas Administrativas fundamentadas en la normatividad vigente en materia ambiental y en el uso de los Recursos Naturales, atendiendo las características propias del Parque Nacional y de la región donde se localiza.

Capítulo I
Disposiciones Generales
Regla 5. En el Parque las únicas actividades permitidas serán las relacionadas con la protección de sus recursos naturales, la preservación de los ecosistemas y sus elementos, el incremento de su flora y fauna, así como con la investigación, recreación, ecoturismo y educación ambiental.

Vinculación.- El presente documento presenta las medidas de mitigación y prevención para los impactos que generará el proyecto, para cumplir con la protección de los recursos naturales.

Regla 7. Para la construcción de infraestructura en las subzonas permitidas, se deberán emplear preferentemente ecotecnias, materiales tradicionales de construcción propios de la región, así como diseños que no destruyan ni modifiquen el paisaje, ni la vegetación. Para la infraestructura de apoyo a la investigación se cumplirán las condicionantes que fije la normatividad en la materia, evitando la dispersión de residuos y cualquier perturbación de áreas adyacentes.

Vinculación.- El presente documento presenta las medidas de mitigación y prevención para los impactos que generará el proyecto, para cumplir con la protección de los recursos naturales.

Capítulo VI.
De la subzonificación
Regla 34.- Con el objeto de que las actividades que se pretendan realizar en el Parque se lleven a cabo de acuerdo con los objetivos de conservación del Decreto, se estará a lo dispuesto en el presente apartado de subzonificación.

El Programa estable la zonificación en donde se determinan las limitaciones, condicionantes y modalidades de las actividades que se permiten en cada una de estas zonas. El proyecto se ubica dentro del área de Preservación III (Observatorio).

Sub-zona de preservación III (Observatorio).- La subzona tiene una superficie de 3,048.06 ha. Se establece para conservar las condiciones actuales de los ecosistemas y favorecer la investigación astronómica, el monitoreo de los ecosistemas y la educación ambiental. Se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica y el monitoreo al ambiente. Podrán realizarse actividades de conservación, colecta de flora y fauna con la autorización correspondiente, investigación científica y monitoreo, educación ambiental y ecoturismo (incluyendo ciclismo de montaña); se podrán efectuar actividades de mantenimiento y restauración de infraestructura ya existente y sólo podrá desarrollarse infraestructura para apoyo a la investigación científica.

Actividades Permitidas	Actividades No-permitidas
1. Conservación **2. Mantenimiento y restauración de infraestructura** 3. Colecta científica **4. Desarrollo de infraestructura para apoyo a la investigación científica** 5. Ecoturismo 6. Educación ambiental 7. Investigación científica 8. Monitoreo 9. Ciclismo de Montaña	1. Acampar con fines turísticos 2. Desarrollo de infraestructura para apoyo a las actividades recreativas 3. Establecimiento de campamentos permanentes 4. Fogatas 5.Transitar de noche con las luces encendidas

Vinculación.- El proyecto cumple con lo establecido en el Programa de Manejo del Parque Nacional, al ser infraestructura para el desarrollo de apoyo a la investigación y se lleva a cabo dentro del límite del área establecida para esto.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con el artículo 3º, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Conforme al artículo 37 de la LGEEPA, las NOM's en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional; existen diferentes NOM's que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, etc. Así como las que emanan del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, (RLGPyGIR) publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de noviembre de 2006 y que se refieren a las obligaciones relativas al manejo y disposición de los residuos peligrosos por parte del generador.

Vinculación.- El Proyecto denominado **"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m*)"***cumplirá desde el diseño y en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación) con la normatividad aplicable en materia ambiental con el fin de prevenir y controlar cualquier emisión contaminante. Para el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se han elaborado planes, programas y procedimientos que permitan desarrollar una cultura de protección ambiental, para todos los involucrados en las obras y actividades del proyecto. A continuación, se presenta una relación de Normas Oficiales Mexicanas vinculadas al proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas		
Instrumento Normativo	**Factor Ambiental que Considera**	**Vinculación con el proyecto**
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)		
NOM-041-SEMARNAT-2015 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Emisiones a la atmósfera	Se vincula porque se utilizarán vehículos automotores que consumen gasolina. Se cuidará que se cumpla la norma mediante inspecciones periódicas además los vehículos deberá contar con el documento que demuestre que los camiones de volteo utilizados reciben el mantenimiento de afinación de motores correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Establece los niveles máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos	Emisiones a la atmósfera	Se vincula porque se utilizarán vehículos automotores que consumen diesel. Se cuidará que se cumpla la norma mediante

automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible		inspecciones periódicas además los vehículos deberá contar con el documento que demuestre que los camiones de volteo utilizados reciben el mantenimiento de afinación de motores correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente
NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características de los residuos, el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente de residuos peligrosos.	Residuos peligrosos	Se vincula porque en caso de generarse residuos establecidos como peligrosos con base en esta Norma y la LGPGIR. Se deberá observar durante las etapas de etapa de instalación y aplicará para identificar los residuos peligrosos que eventualmente sean generados durante las obras, mismos que deberán ser tratados de acuerdo a la LGPGIR y su reglamento. La supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.
NOM-059- SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Biodiversidad (Flora y Fauna)	Se vincula con la elaboración del DTU y en su caso con el manejo de especies listadas en la misma Norma que pudieran en un momento dado estar presentes en el sitio del proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Emisiones de ruido	Se deberá contar de manera ineludible con los documentos y dictámenes probatorios que comprueben que la maquinaria y equipos empleados funcionan adecuadamente, dentro de los límites sonoros fijados en la Norma ambiental indicada.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Emisiones de ruido	Se deberá contar de manera ineludible con los documentos probatorios que comprueben que la maquinaria y equipos empleados funcionan adecuadamente, dentro de los límites sonoros fijados en la Norma ambiental indicada

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Hidrocarburos	Se deberá verificar que la maquinaria utilizada en todas las etapas del proyecto cumpla con la disposición de la norma, en lo referente a las especificaciones ambientales para la remediación de suelos, ante la eventual ocurrencia del derrame de hidrocarburos en las áreas adyacentes y/o los frentes de obra. La supervisión ambiental será la responsable de vigilar lo anterior.
Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS)		
NOM-006-STPS-2014 Manejo y almacenamiento de materiales – condiciones y procedimientos de seguridad	Seguridad	Se deberá verificar que todo trabajador cuente con el conocimiento de los procedimientos de seguridad y manejo de materiales.
NOM-011-STPS-2001 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Seguridad en centros de trabajo	Se vincula ya que durante la realización del proyecto se generará ruido al que estarán expuestos los trabajadores. Se debe de verificar que los trabajadores utilicen el equipo de trabajo reglamentario.
NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Seguridad en centros de trabajo	El proyecto cumplirá revisando que el personal cuente con su equipo de trabajo reglamentario por cuestiones de seguridad.
NOM-080-STPS-2008 Higiene industrial - Medio ambiente laboral - Determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.	Seguridad e higiene industrial	Se vincula ya que durante la realización del proyecto se generará ruido al que estarán expuestos los trabajadores durante las jornadas de trabajo.

Se reitera que se aplicará un Programa de Vigilancia Ambiental, que tiene por objeto evitar que se generen impactos no previstos o se corrijan las posibles afecciones no consideradas, cuidando siempre que se apliquen los instrumentos normativos.

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

NO APLICA. El proyecto se encuentra fuera de los centros de población y asentamientos humanos.

III.6. Otros instrumentos

III.6.1 Región Terrestre Prioritaria Sierra de San Pedro Mártir (RTP-11)

Se destaca esta región por su importancia biogeográfica, por las comunidades de chaparral, encino, coníferas y otras que presenta. Asimismo, están reportadas diversas subespecies de roedores con carácter de endémicas, además de otras especies de fauna. Parte de esta RTP corresponde al ANP Sierra de San Pedro Mártir, representa un refugio importante para muchas especies faunísticas (Figura 10).

CARACTERÍSTICA		VALOR PARA LA CONSERVACIÓN
	ASPECTOS BIÓTICOS	
Diversidad ecosistémica	Los ecosistemas de la región corresponden al desierto sonorense y a las sierras batolíticas de San Felipe y Santa Isabel. Tipo de vegetación: *Chaparral y Bosque de pino* (59%) y otros (13%).	**3 (alto)**
Integridad ecológica funcional	Probablemente fuera de los pastizales húmedos, la zona está razonablemente bien conservada.	**3 (medio)**
Función como corredor biológico	Posee una gran importancia como corredor para la biota de las sierras de California y de la península de Baja California.	**3 (alto)**
Fenómenos naturales extraordinarios	Es la única región, incluyendo la Sierra Juárez, en donde se presentan muchas especies de aves exclusivas de México como *Picoides pubescens.*	**2 (importante)**
Presencia de endemismos	Principalmente a nivel de subespecies.	**2 (medio)**
Riqueza específica	Para el caso de roedores y aves. Las principales especies vegetales son arbustos como el chamizo (*Adenostoma* sp.) y la manzanilla (*Arctostaphylos* sp.). En la sierra existen especies de pinos (*Pinus jeffreyi, P. ponderosa, P. contorta, P. lambertiana), Abies concolor, Calocedrus decurrens, Cupressus montana* y *Populus tremuloides.* En cuanto a la fauna, destacan el borrego cimarrón, el venado bura, el puma, la zorra, el mapache, el gato montés, la ardilla y el coyote.	**2 (medio)**
Función como centro de origen y diversificación natural	Sólo *Myotis* sp., a nivel de especies.	**1 (Poco importante)**
	CONSERVACIÓN	
Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado	Información no disponible.	**0 (no se conoce)**
Importancia de los servicios ambientales	Aporte de agua a varias cuencas hidrológicas.	**3 (alto)**
Presencia de grupos organizados	Un grupo de académicos que proponen que se decrete como RB.	**2 (medio)**
Políticas de conservación	Un grupo de investigadores está considerando proponer que se decrete como RB.	
Conocimiento	El estado del conocimiento es relativamente bueno, aunque se desconoce el status actual de la mayoría de los	

mamíferos endémicos.

Vinculación. - El presente documento presenta las medidas de mitigación y prevención para los impactos que generará el proyecto, para cumplir con la protección de los recursos naturales y se está ejecutando dentro de un polígono destinado para estas actividades, resaltando que los impactos serán muy puntuales por lo reducido de la superficie a afectar.

III.6.2. Región Hidrológica Prioritaria San Pedro Mártir (RHP-1)

El proyecto se incluye dentro de la Región Hidrológica Prioritaria RHP-1 San Pedro Mártir, también propuesta por CONABIO. Esta región incluye los poblados de San Pedro Mártir, Punta Colonet, y San Vicente. La zona cuenta con tres problemáticas principales: 1) Modificación del entorno (deforestación), 2) Contaminación principalmente atmosférica de Tijuana a San Diego y 3) Uso de recursos (carencia de técnicas silvícolas). Como medida de conservación esta dependencia propone planificar programas de manejo y conservación (Figura 10).

Vinculación. - El presente documento presenta las medidas de mitigación y prevención para los impactos que generará el proyecto, para cumplir con la protección de los recursos naturales. Y se está ejecutando dentro de un polígono destinado para estas actividades, resaltando que los impactos serán muy puntuales por lo reducido de la superficie a afectar.

III.6.3. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA No. 15)

El área del proyecto cae dentro del AICA No. 15 propuesta por CONABIO. El tipo de vegetación presente es principalmente matorral xerófilo, bosque de pino-encino y bosque mediterráneo (Bosque de Coníferas) (Figura 10). Se considera amenazada por caza furtiva y ganadería principalmente. Se pueden encontrar 77 especies de aves, varias de ellas endémicas. El uso de la tierra en su mayoría se destina a conservación y ganadería, además de que se encuentra el Observatorio Astronómico Nacional de la UNAM.

La zona donde se desarrollará el proyecto está comprendida dentro de un corredor de aves migratorias, y además, mantiene una gran riqueza de especies de aves residentes, la operación del proyecto puede tener un impacto negativo en la abundancia y potencialmente en la riqueza de este tipo de fauna por el riesgo asociado a colisiones contra las líneas, resultando la mayor preocupación en el cable de guarda.

Vinculación. - El presente documento presenta las medidas de mitigación y prevención para los impactos que generará el proyecto, para cumplir con la protección de los recursos naturales y se está ejecutando dentro de un polígono destinado para estas actividades, resaltando que los impactos serán muy puntuales por lo reducido de la superficie a afectar.

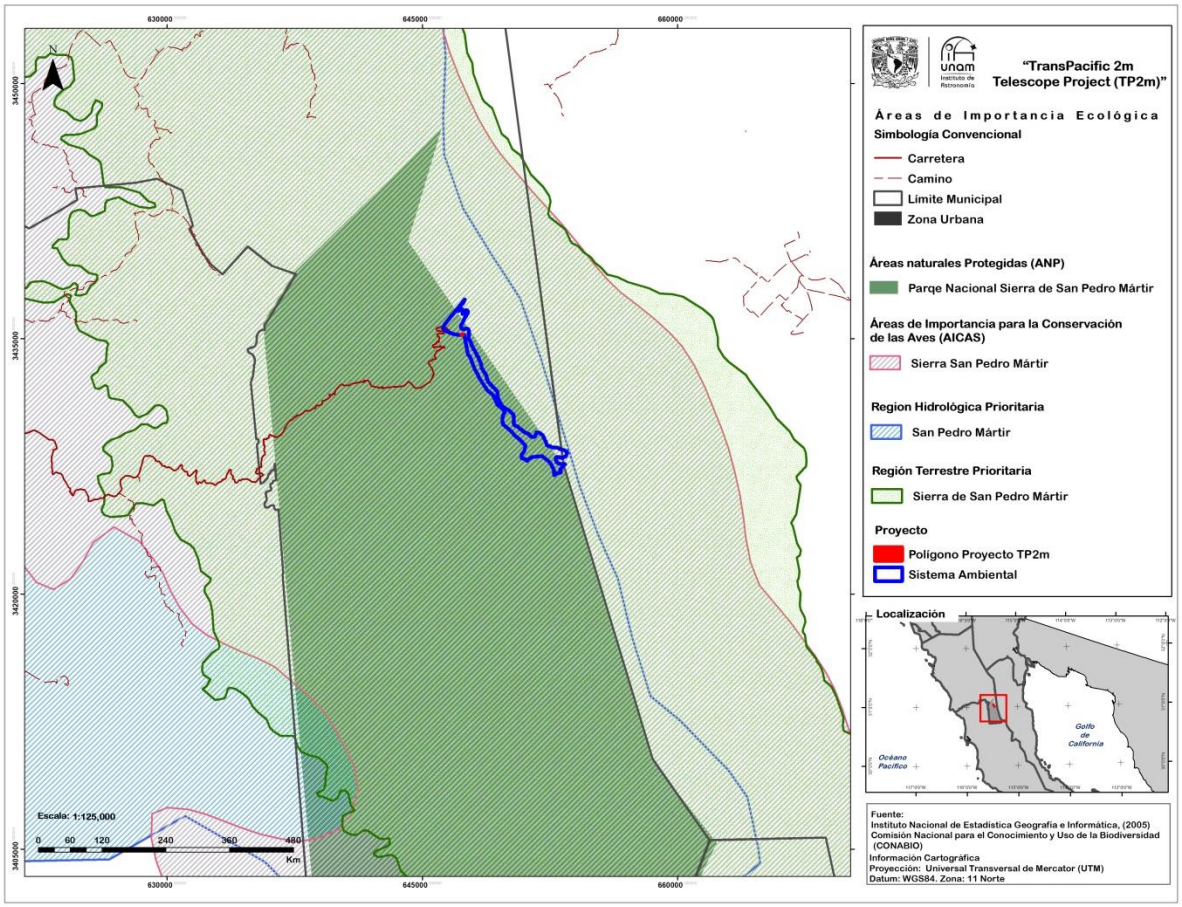


Figura 10 Áreas Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y de Conservación para las Aves decretadas por CONABIO en las que cae el proyecto. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Edición: 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2004).

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

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

En la zona de estudio se encuentra decretado el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, la Unidad de Gestión Ambiental 11 Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir con superficie total del 66,307.422 hectáreas, la cual representa una superficie muy grande con respecto a la superficie total del p r e s e n t e proyecto de 1,375.45 m² (0.1375452 ha) que representa el 0.0002074%.

Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11)

Tiene una extensión total de 66,307.422 hectáreas, con una vegetación predominante de matorral xerófilo. Además, se ha designado como Región Terrestre Prioritaria (RTP: Sierra de San Pedro Mártir) por la CONABIO y alberga unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre con fines cinegéticos.

De acuerdo con la regulación ecológica UGA 11: PRO01, toda obra o actividad dentro de un área natural protegida debe ajustarse estrictamente a su decreto de creación y programa de manejo vigente. La vinculación del proyecto con los lineamientos establecidos para esta UGA se desarrolla en el Capítulo III.

De acuerdo al Programa de Conservación y Manejo del Parque lo ubica dentro de la subzona de preservación III que corresponde al Observatorio Astronómico Nacional de la UNAM. Donde el uso de suelo está establecido para la investigación.

Para definir los límites del Sistema Ambiental (SA), se empleó el SIGEIA, Sistema de Información Geográfica (SIG) en línea de la SEMARNAT. Esta herramienta permitió delimitar el área de estudio considerando las dimensiones del proyecto y las características hidrológicas y forestales de la región.

El proyecto se ubicó en la Microcuenca Rancho La Esperanza, que forma parte de la Subcuenca Ejido San Matías y de la Cuenca Arroyo Agua Dulce - Santa Clara. El uso de suelo y la vegetación predominante en la zona es el bosque de pino. La extensión total de la Microcuenca "Rancho la Esperanza" es de 8,161.83 ha, mientras que el área cubierta por bosque de pino abarca 40,878.6 ha. La intersección entre la microcuenca y el tipo de suelo y vegetación tiene una superficie total de 702.37 ha y da lugar al SA o CHF (Figura 11).

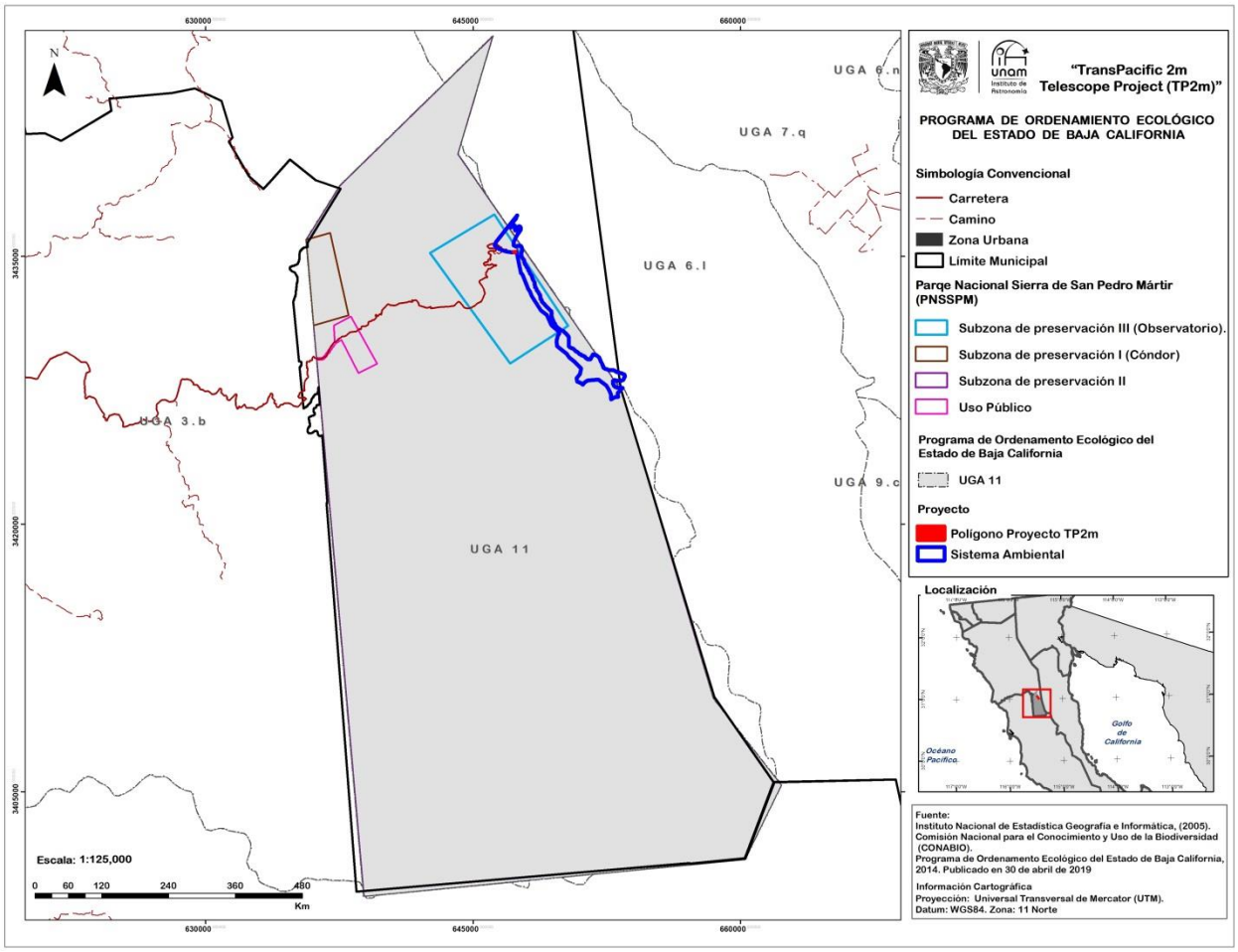


Figura 11 Ubicación del proyecto a nivel regional de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico para el estado de Baja California (Unidad de Gestión Ambiental 11).

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

Utilizando el SIGEIA de la SEMARNAT, se determinó que el proyecto TP2m se ubica en el parteaguas de las cuencas "Arroyo Las Animas-Arroyo Santo Domingo" y "Arroyo Agua Dulce-Santa Clara"; por el lado de la primera cuenca, el proyecto pertenece a la Subcuenca Río San Rafael y, por el otro lado, pertenece a la Subcuenca Ejido San Matías, más específicamente, en la Microcuenca Rancho La Esperanza.

Utilizando la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI a escala 1:250,000, se delimitó el Sistema Ambiental para el proyecto. Al superponer esta información con los límites de la microcuenca, se obtuvo un área de estudio de 7.023 km^2, que corresponde a bosques de pino. Esta área será el foco de la evaluación (Figura 12).

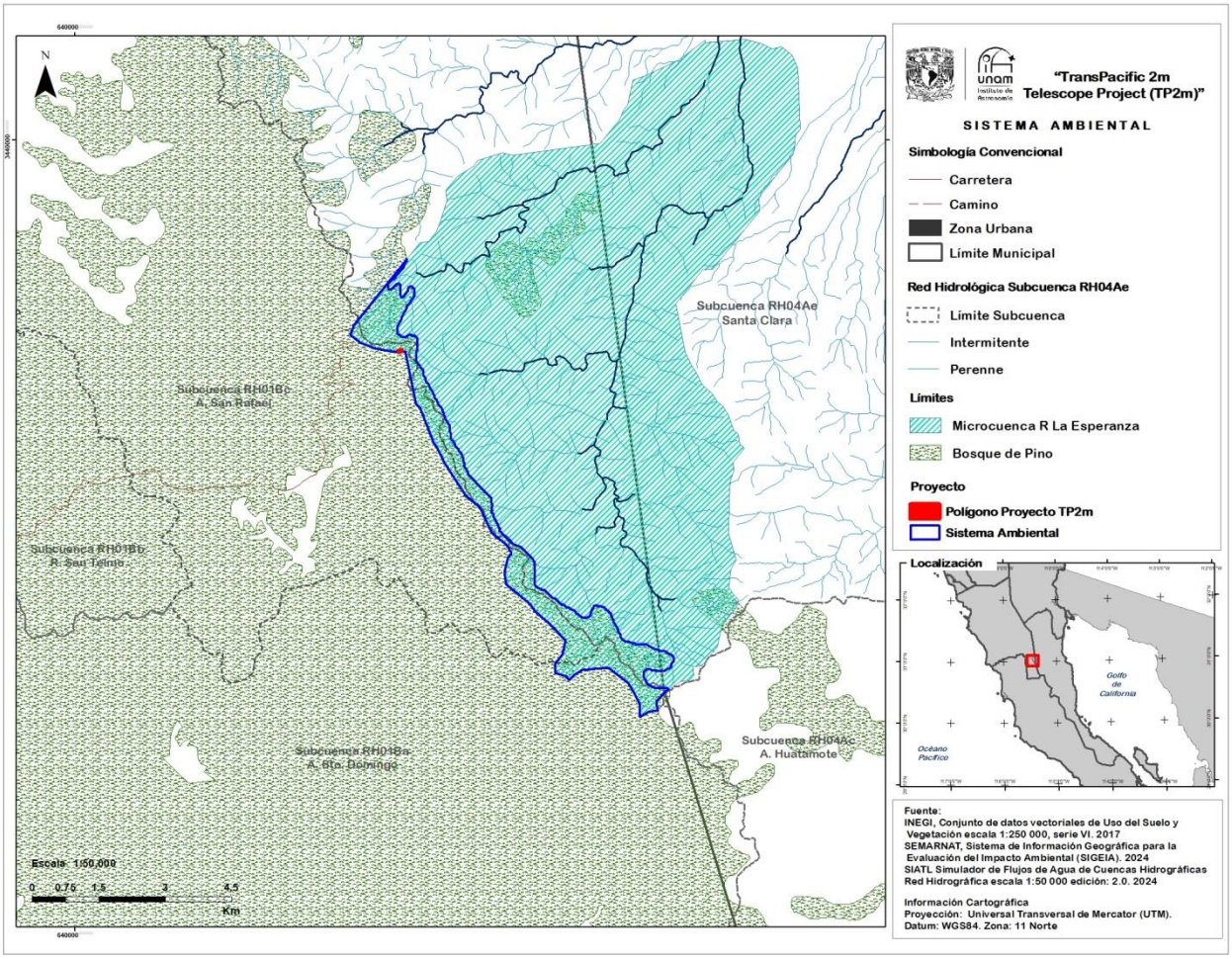


Figura 12. Mapa Microcuenca y Cuenca Hidrológico-Forestal en que se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)/ Carta conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000, Serie VI (2017, INEGI).

IV.2.2.1 Medio abiótico

a. Clima

El clima del Parque está influenciado de manera asimétrica por las vertientes occidental y oriental de la sierra; la vertiente del Pacífico presenta clima mediterráneo de veranos secos y calientes e inviernos relativamente húmedos y fríos mientras que la vertiente del Golfo está expuesta a un clima árido, con diagramas ombrotérmicos típicamente tropical-desérticos (Peinado, 1994).

Adicionalmente, el área del Parque se encuentra en un gradiente térmico latitudinal y altitudinal que se caracteriza por los pisos bioclimáticos Mesomediterráneo y Supramediterráneo; los pisos bioclimáticos se distinguen en el terreno por las comunidades vegetales que presentan correlaciones con determinados intervalos termoclimáticos (Peinado, 1994).

Las lluvias más abundantes en Baja California ocurren en la Sierra de San Pedro Mártir, y la altura de la sierra influye tanto en la cantidad como en la distribución de la precipitación, afectando también la estacionalidad. En invierno, cuando la humedad fluye del noroeste, se registra mayor precipitación en las partes altas debido al efecto orográfico. En cambio, en las partes bajas y sobre la vertiente oeste se forma una sombra de lluvia. En verano, se produce el proceso contrario: la humedad que llega desde el sureste, proveniente del Golfo de California, origina lluvias convectivas en las montañas. Sin embargo, en la vertiente occidental no ocurre convección debido a la influencia de los vientos ascendentes del Pacífico. De este modo, las lluvias invernales predominan en la vertiente oeste, mientras que las lluvias estivales son más comunes en la vertiente este.

Durante el verano (julio-septiembre), la influencia del monzón norteamericano provoca la incursión de masas de aire húmedo tropical hacia las sierras de Baja California (Minnich et al., 1993). Estas condiciones generan aguaceros intensos y tormentas eléctricas, a pesar de esto, la humedad relativa generalmente se mantiene baja (<40%), por lo que el chaparral y los bosques de pino permanecen secos. El promedio de precipitación en el verano sobre el Parque Nacional es de 100 a 150 mm.

En invierno, las temperaturas en las partes altas de la Sierra de San Pedro Mártir son muy bajas. Por ejemplo, en el Observatorio Astronómico Nacional, la temperatura media anual es de 7.3 °C. El mes más frío es marzo, con una temperatura promedio de -1.5 °C, mientras que el mes más cálido es julio, con un promedio de 16.3 °C (Álvarez y Maisterrena, 1977). Debido a las bajas temperaturas invernales, la precipitación en la Sierra de San Pedro Mártir se presenta en forma de nieve, generalmente moderada pero continua, y puede durar varios días. Además, las sierras son responsables de las altas temperaturas registradas en la costa del Golfo de Baja California, ya que bloquean el paso del aire frío proveniente del Pacífico.

Durante las tormentas de invierno, la proporción de precipitación de nieve aumenta desde 15 % a los 1,700 m de altura, hasta 80 % a los 2,600 m (Minnich, 1986). La alta densidad de la nieve pesada refleja temperaturas relativamente altas (0°C) durante las tormentas de invierno. El contenido de agua en la nieve tuvo una variación de 70 a 700 mm, y por arriba de los 2,200 m, la nieve excede 50% de la precipitación anual (Minnich y Franco, 1997).

La clasificación de Köppen modificado por García (1973), indica que el Parque se ubica en los siguientes tipos de clima (Figura 13):

- Clima templado semifrío subhúmedo con lluvias en invierno **C(E)s(x'),** con verano cálido y fresco, respectivamente y algo extremoso; este tipo se presenta por encima de los 1,800 msnm y abarca la mayor parte del Parque.

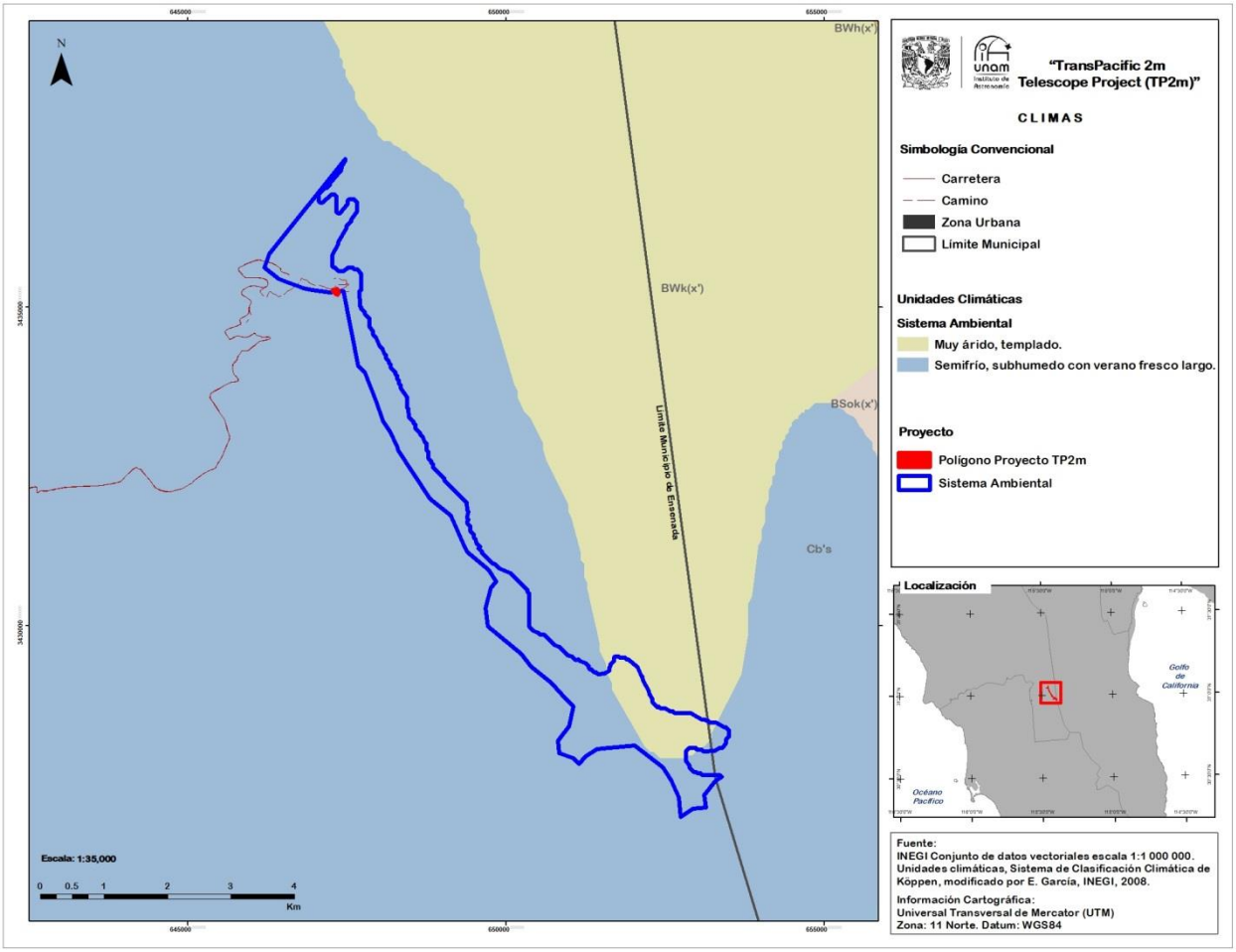


Figura 13 Mapa de Clima. Fuente: Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García, Climas escala 1:1 000 000.

La descripción de las variables climáticas para el sitio del proyecto corresponde a la misma descripción que se hizo para el SA, donde se utilizó la información de la estación meteorológica "Telescopio 1.5 m" que se encuentra aproximadamente a 2800 m de altura, que al ser la más cercana al sitio del proyecto se consideró como la mejor fuente de datos para describir el clima del SA.

Temperatura

En la estación meteorológica Telescopio 1.5m la temperatura máxima registrada en el periodo 2006-2013 se presenta en el mes de junio (23°C), y la temperatura mínima promedio se presenta en el mes de febrero (-13°C). Los meses más fríos son enero y febrero, y los meses más cálidos son junio y julio.

Precipitación

La precipitación promedio se registró con base al sistema de monitoreo meteorológico del OAN-SPM, los cuales cubren un período de 15 años (2006-2021). Este sistema de monitoreo registra datos de las variables cada 5 min, precipitación promedio para este periodo de tiempo es 259.23 mm.

b. Geología y geomorfología

El Parque se encuentra en la parte más elevada del complejo batolítico que se formó hace entre 105 y 80 millones de años, dando lugar a la Sierra de San Pedro Mártir.

En la geología del lugar predominan las rocas ígneas intrusivas principalmente dioritas, granitos, granodioritas y en menor proporción el gabro y la andesita. El plutón de Sierra San Pedro Mártir es uno de los varios que conforman el batolito Peninsular. Las rocas que lo constituyen son tonalita y granodiorita y dominan la mayor parte de la sierra, sobre todo hacia el norte (Gastil *et al.,* 1975; Delgado, 1991).

La intrusión magmática metamorfizó rocas prebatoliticas, por lo que hay tocas metamórficas en varias partes de la sierra. Hacia el sur de SSPM, más allá de la Grulla, las rocas más singulares son gneis y esquisto. En los alrededores del Observatorio Astronómico Nacional la roca predominante es gneis, sobre todo al oeste.

El Sistema Ambiental está dominado por extensas áreas de granodiorita, una roca ígnea intrusiva del Batolito Peninsular. Esta roca presenta estructuras características como fracturas por enfriamiento y posibles pulsos magmáticos semicirculares. También se presentan en el área pequeños cuerpos plutónicos de composición diorítica; en las partes centrales se pueden apreciar parches de roca metamórfica y en la zona occidental baja, predominan rocas metasedimentarias prebatolíticas.

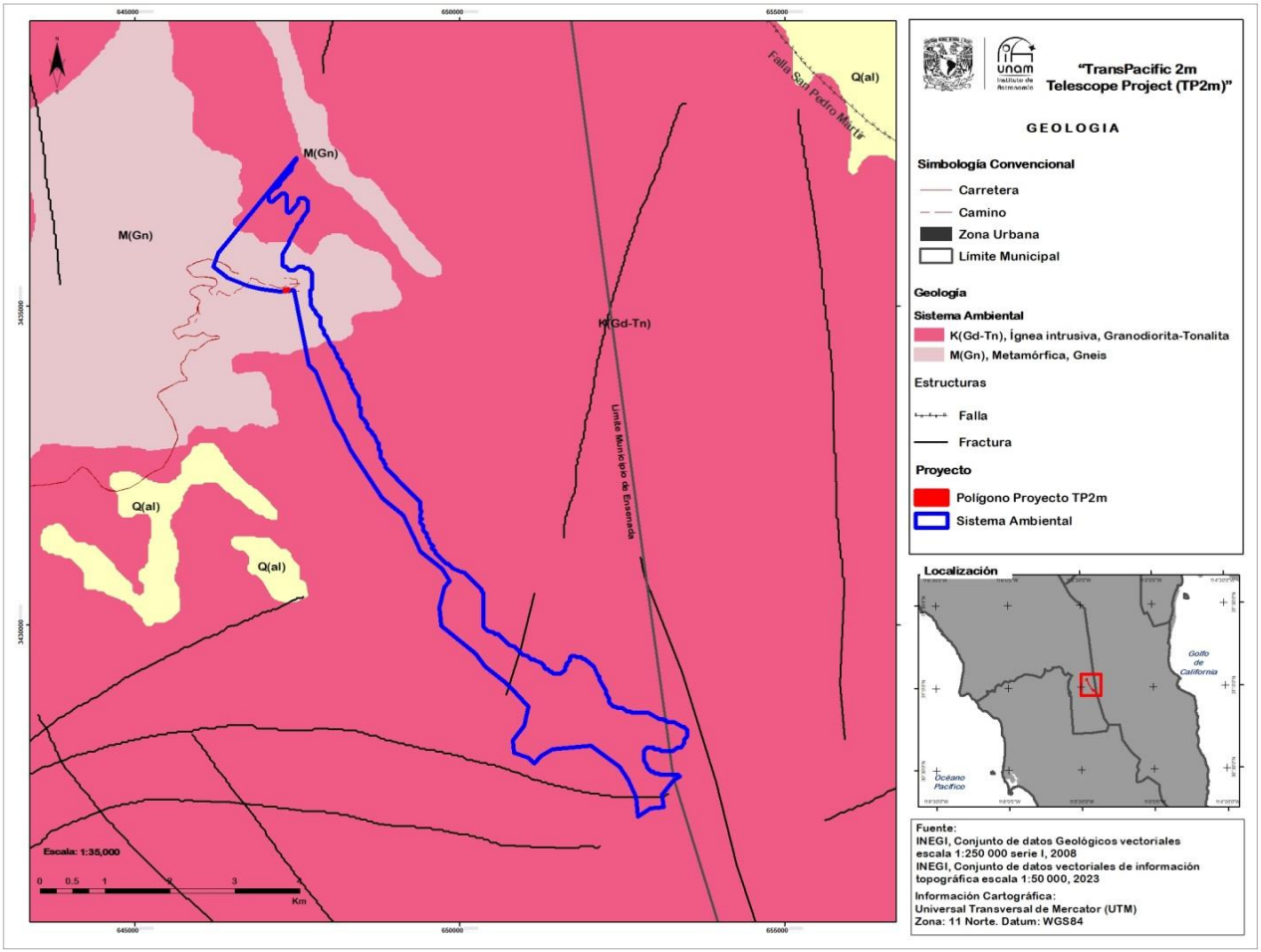


Figura 14 Mapa Geológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Conjunto de datos Geológicos vectoriales escala 1:250 000 serie I.

- **Características geomorfológicas y de relieve**

La Sierra de San Pedro Mártir está constituida por montañas, laderas y valles (Delgadillo & Rodríguez, 2004), se destaca por sus pronunciados desniveles, que van desde los 3,100 m del Picacho del Diablo hasta los 600 m de la Laguna del Diablo (Delgadillo & Rodríguez, 2004) y se caracteriza por sus grandes cañones y paredes de difícil acceso, así como algunos arroyos perennes (Delgadillo & Rodríguez, 2004).

El Sistema Ambiental donde se ubica el polígono para el proyecto tiene una superficie de 702.37 ha, a una altura de 2,800 m, está asentado sobre un cuerpo de roca granítica de composición tonalítica con presencia de hornblenda. La meteorización de esta roca ha generado abundantes materiales sueltos, y es común observar exoluciones félsicas y diques pegmatíticos con turmalina. En la zona se pueden observar varias familias de fallas con una actitud estructural generalizada con dirección NNW-SSE.

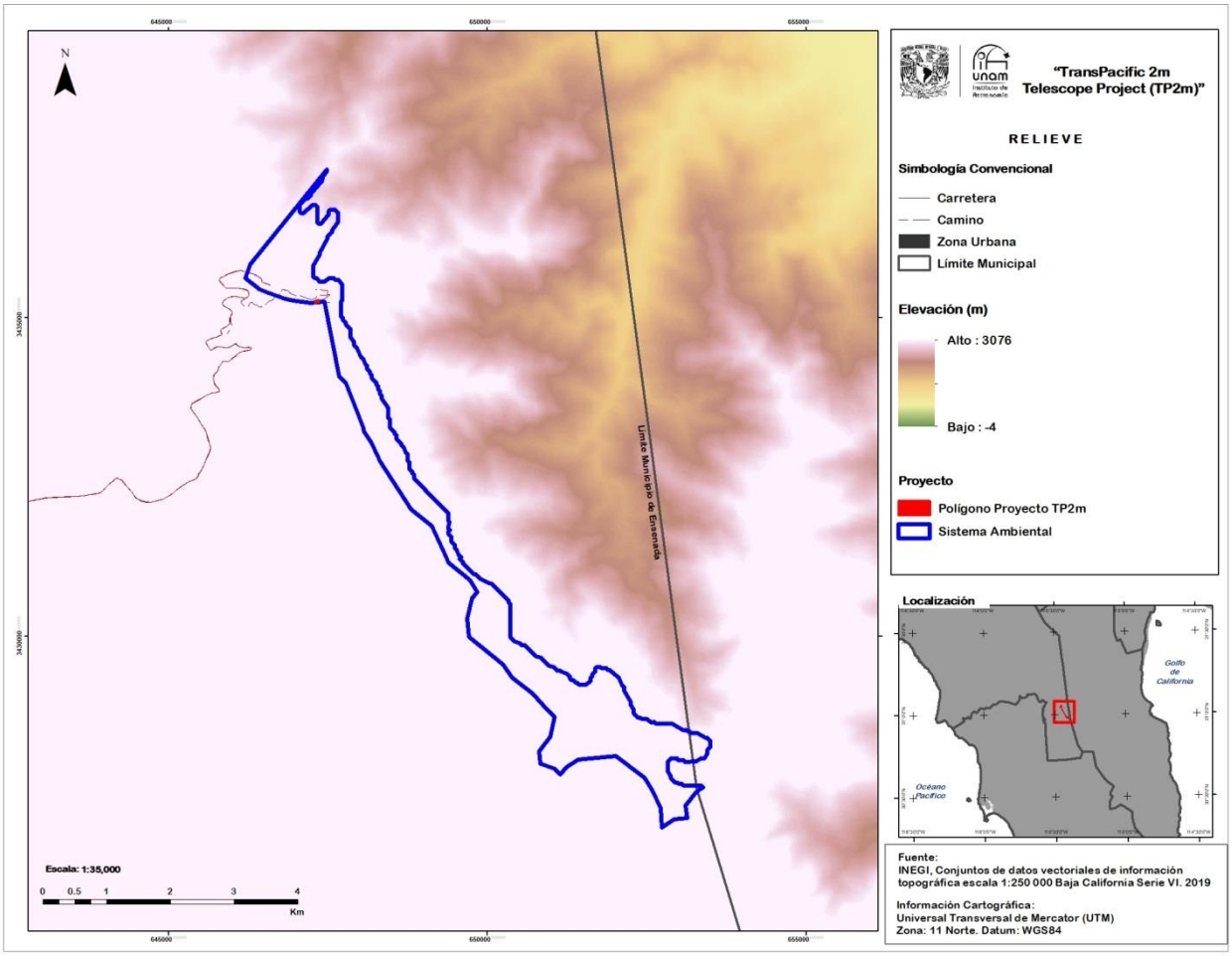


Figura 15 Modelo Digital de Elevación. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III (2018). Modelo Digital de Elevación generado a partir de curvas de nivel cada 5 metros de (INEGI 2018).

La pendiente media en el sitio del proyecto se calculó en el apartado de Erosión, con base a la longitud y la diferencia de altura del punto más alto y más bajo. La pendiente se representa por S% y se calcula dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto que del terreno, 2,776 m, al más bajo, 2,762 m, entre la longitud del mismo, donde la longitud para nuestro caso es de 90.500 m. Una vez calculada S que para el caso del proyecto es, **S=14.917%.**

- **Fallas geológicas**

El límite oriental de la SSPM está definido por un escarpe costero, resultado de una falla normal con orientación NNW-SSE y que se extiende hacia la Sierra Juárez.

El resto de las familias de fallas que se han reportado en la región tienen una orientación preferencial parecido a la orientación principal (NNW-SSE) por lo cual se presume que sean

consecuencia del esfuerzo principal que provocó el escarpe. Las fracturas que se observan tienen geometrías semicirculares (Delgado Argote *et al.,* 2004).

c. Tipo de suelo

Los suelos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir se derivan de rocas ígneas intrusivas, este proceso ha originado suelos arenosos, pobres en materia orgánica (del orden del 1%) y con un pH ligeramente ácido (6.04), esto hace que los sean susceptibles a la erosión laminar y presentan un buen drenaje.

Los arenosoles, según la clasificación de la IUSS (2007), pueden estar asociados con casi cualquier tipo de vegetación, encontrándose tanto en superficies antiguas como en geoformas recientes. Los calcisoles, caracterizados por la acumulación de carbonatos, son típicos de ambientes áridos y semiáridos.

Las pequeñas acumulaciones de calcáreo observadas en la parte NE de la imagen sugieren procesos de evaporación y precipitación (IUSS, 2007). Otro de los materiales que se encuentran en la zona y con muy escasa representación son los cambisoles, con horizontes subsuperficiales incipientes (IUSS, 2007).

En la parte suroeste de la zona se observa un pequeño horizonte de planosol, y le sobreyace un subsuelo denso poco permeable con presencia de arcillas. Estos suelos, se forman a partir de depósitos aluviales y coluviales (IUSS, 2007).

Otro tipo de suelos muy abundantes en la región son los regosoles. Estos suelos minerales, carecen de horizontes mólicos o úmbricos, lo que indica una evolución limitada. Son típicos de zonas erosionadas, áridas y semiáridas, así como de áreas montañosas (IUSS, 2007).

En el extremo oriental del mapa, se observa un pequeño afloramiento alargado clasificado como solonchak. Estos suelos, caracterizados por su alta concentración de sales solubles, son típicos de zonas áridas y semiáridas, así como de regiones costeras en todos los climas. Frecuentemente se trata de sales que se originan por evaporación (IUSS, 2007).

Con menor presencia, también se encuentran vertisoles; son suelos arcillosos que se originan por la descomposición de rocas preexistentes. En tiempo de sequías, estos suelos forman grietas de desecación (IUSS, 2007).

Por último, en la parte norte y oriente de la zona encontramos suelos clasificados como fluvisoles, son suelos jóvenes depositados por fenómenos aluviales, también pueden ser de origen lacustres y marinos (IUSS, 2007).

- **Tipo de suelo en el Sistema Ambiental**

Con base a la carta edafológica publicada por INEGI, el suelo que mayor área cubre y el de mayor interés en este documento por tratarse del suelo que cubre casi en su mayoría la zona de estudio es el Leptosol. Este tipo de suelo es somero, depositado sobre roca o suelos de grava o pedregoso, y es común en regiones montañosas. Además, hacia el sur del polígono, se puede encontrar un parche de suelo tipo phaeozem, que corresponde a suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima continental. Presentan coloraciones oscuras en su superficie y pueden o no tener carbonatos secundarios (IUSS, 2007) (Figura 16).

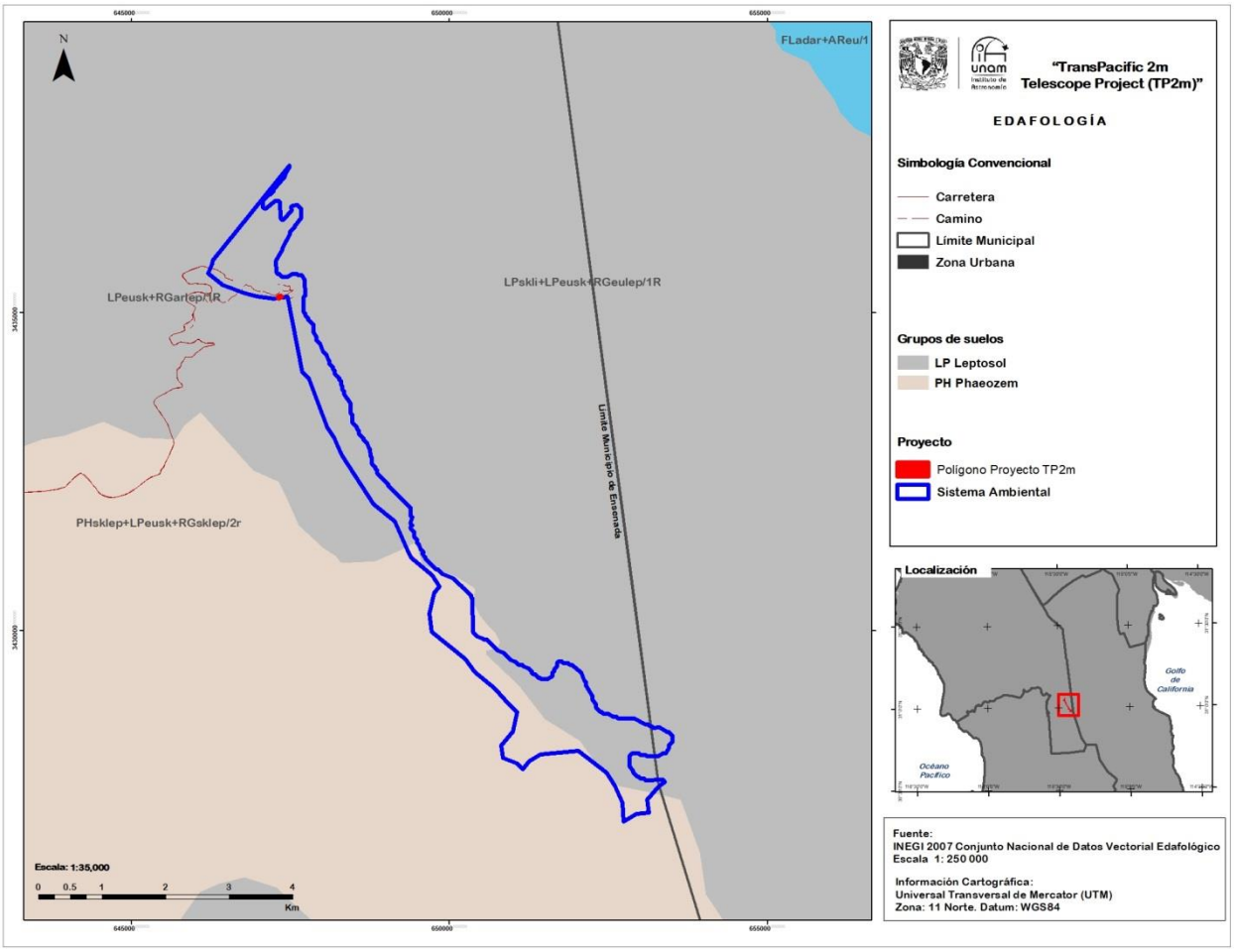
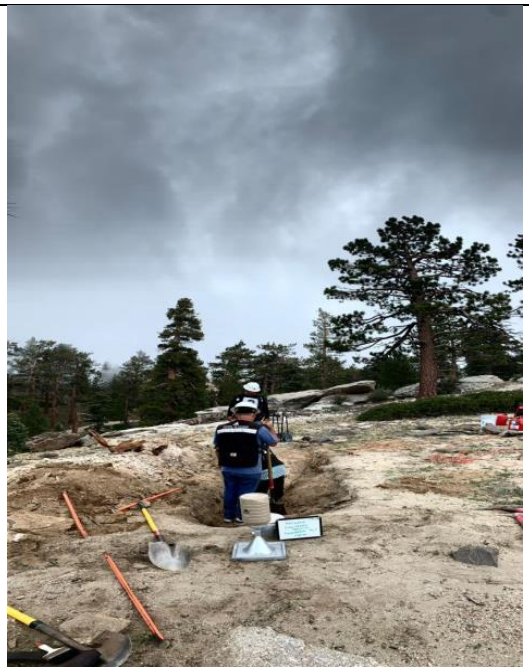


Figura 16. Mapa Edafológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250 000.

Para conoce el tipo de suelo estrictamente en el área propuesta para CUSTF, se realizó un análisis granulométrico y de mecánica de suelo, indispensable por las cargas a las que estará sometido.



TELESCOPIO
SAN PEDRO
MARTIR
ENSENADA B.C
0.00 m

Estudio de mecánica y muestreo de suelo. Tipo de sustrato que puede observarse en el área sujeta a CUSTF.

Los resultados de los análisis con base a las características del terreno y resultados obtenidos en campo y laboratorio indica que está conformado generalmente por **Arenas bien graduadas (SW)** con 19.77 % de grava, 75.47 % de arena, 4.76 % de finos (Anexo 6).

Análisis de Erosión

Para el análisis de erosión hídrica en el sitio del proyecto se utilizó la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (EUPS) (Wischmeier & Smith, 1978). Se estima la pérdida de suelo anual, que se producen en una parcela o superficie de terreno debidas a la erosión superficial, laminar, ante unas determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos de suelo (González, 1991).

La ecuación se expresa de la siguiente manera (Ec. 1):

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Dónde:

A=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr)
K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha.Mj*ha/mm/hr)
LS=Longitud y grado de pendiente
L=Longitud (m)
S=Grado de la pendiente (%)
C=Factor de vegetación
P=Factor de prácticas mecánicas de control de erosión.

Se describe de manera breve el cálculo de las variables antes mencionadas para la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (Ec.1)

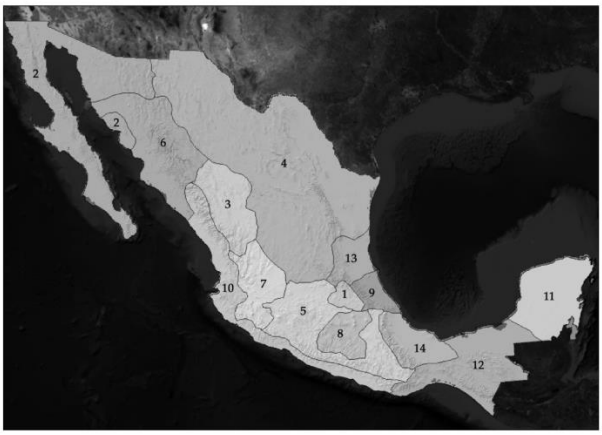
- **Erosividad (R)**

El factor R indica el potencial erosivo de las precipitaciones y se determina con los datos de lluvia. Y se define como la capacidad potencial de la lluvia para provocar erosión. Es una función de dos características de las lluvias intensas: la energía cinética y la intensidad máxima durante 30 minutos (Cisneros *et al.* 2012). Define los efectos en conjunto del impacto de las gotas de lluvia y la turbulencia de la escorrentía.

A partir de las Precipitación Media Anual (PMA) se aplicó la ecuación de erosividad propuesta para la región a la que corresponde el proyecto, el dato de precipitación media anual para el sitio del proyecto se obtuvo de información de 15 años registrada por la estación meteorológica del OAN (259.23 mm).

Cuadro 2. Ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R^2
1	1.2078*P + 0.002276*P²	0.92
2	3.4555*P + 0.006470*P²	0.93
3	3.6752*P – 0.001720*P²	0.94
4	2.8959*P + 0.002983*P²	0.92
5	3.4880*P – 0.000188*P²	0.94
6	6.6847*P + 0.001680*P²	0.90
7	(-0.0334)*P + 0.0061*P²	0.98
8	1.9967*P + 0.003270*P²	0.98
9	7.0458*P – 0.002096*P²	0.97
10	6.8938*P + 0.000442*P²	0.95
11	3.7745*P + 0.004540*P²	0.98
12	2.4619*P + 0.006067*P²	0.96
13	10.7427*P – 0.001008*P²	0.97
14	1.5005*P + 0.002640*P²	0.95



Fuente: (Montes-León *et al,* Mapa Nacional de Erosión Potencial)

Este factor se calculó con base a ecuaciones regionalizadas para la república mexicana, donde la región que corresponde al proyecto es la 2 y la ecuación es la siguiente (Ec. 2):

Región	Ecuación	R^2
2	3.4555*P + 0.006470*P ^{2}	0.93

P= Precipitación media anual

La precipitación media anual utilizada para este cálculo en el sitio es un promedio 259.23 mm. Sustituyendo este valor en la ecuación anterior, resulta un valor:

R= 1,330.55 Mj/ha mm/hr.

- **Erosionabilidad (K)**

Representa la tasa de erosión del suelo por unidad de índice de erosión pluvial, es decir la vulnerabilidad de un suelo a sufrir erosión, que es mayor a suelos con texturas intermedias, suelos con baja materia orgánica y con degradación estructural. Es una función de 5 parámetros del suelo: porcentaje de limo más arena fina, porcentaje de arena, contenido de materia orgánica, estructura y permeabilidad (Cisneros *et al.* 2012).

Para la estimación de este factor se utilizó el cuadro de valores estimados por Morgan, 1985. En él se muestran los valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y contenido de materia orgánica.

Justificación del valor de K

Con base a la carta edafológica publicada por INEGI, el suelo que mayor área cubre y el de mayor interés en este documento por tratarse del suelo que cubre casi en su mayoría la zona de estudio es el Leptosol. Estos son suelos someros depositados sobre roca y suelos de grava o pedregoso, son comunes en regiones montañosas, y puede encontrarse un parche de suelo tipo phaeozem hacia el sur del polígono, que se refieren a suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima continental. Presentan coloraciones oscuras en su superficie y pueden o no tener carbonatos secundarios (IUSS, 2007).

Para conoce el tipo de suelo estrictamente en el área propuesta para CUSTF, se mandaron a analizar unas muestras. Los resultados de los análisis para la composición granulométrica, nos indican **Arenas bien graduadas (SW)** con 19.77 % de grava, 75.47 % de arena, 4.76 % de finos (Anexo 6).

Suelos arenosos, tienen contenidos bajos de M.O. debido al escurrimiento. Para el área del sitio se reporta un suelo de tipo arenoso con un porcentaje de M.O. de 0.5-2.0. Con base en todo lo anterior se seleccionó un factor K correspondiente a Arenas para la fracción de (Valores promedio de tablas (Tabla 12):

$$\mathbf{K_{arena}=0.005}$$

Tabla 12 Valores de erosionabilidad del suelo (K) con base a textura y contenido de M.O.

	Porcentaje de materia orgánica		
Textura	**0.0-0.5**	**0.5-2.0**	**2.0-4.0**
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	**0.005**	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026

Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla		0.013-.029	

Fuente: (Morgan, 1985; en Montes-León, 2011)

- **Longitud y grado de pendiente (LS)**

Estas dos variables influyen considerablemente en las tasas de erosión de un suelo, siendo el relieve uno de los principales factores que determinan la emisión de sedimentos de las cuencas. El efecto de la pendiente sobre la erosión es directamente proporcional a la cantidad de escorrentía que se genera en una ladera por unidad de superficie y determina la velocidad del agua y su fuerza de arrastre (González del Tánago, 1991).

La pendiente media se representa por S % y se calcula dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto que del terreno, 2,776, al más bajo, 2,762.5 m, entre la longitud del mismo, donde la longitud para nuestro caso es de 90.500 m. Una vez calculada S que para el caso del proyecto es, S=14.917%.

$$S = \frac{2{,}776 - 2{,}762.5}{90.500} \times 100 = \mathbf{14.917\%}$$

Para determinar el valor de LS (longitud y grado de pendiente), se aplicó la siguiente fórmula (Ec. 4):

$$LS = (\lambda)^m(0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2$$

Dónde:
LS=Factor de grado y longitud de pendiente
λ = Longitud de la pendiente= 90.500 m
S=Pendiente media del terreno= 14.917 %

Tabla 13 Valores del coeficiente m para la obtención del factor LS.

Valores del parámetro m en función de la pendiente (S)	
S (%)	m
≥5	0.5
3-5	0.4
1-3	0.3
≤1	0.2

Wischimeier & Smith (1978)

El factor de grado y la longitud de la pendiente para el sitio es de:

LS= 4.4219857

- **Factor de vegetación (C)**

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que, a medida que aumenta la cobertura de la vegetación, el valor de C se reduce (es decir, las pérdidas de suelo son menores siempre que exista algún tipo de cubierta vegetal), y puede alcanzar valores similares a 0. El valor de C, se obtiene de tablas.

Como el área de proyecto actualmente tiene cobertura vegetal del orden de **40-45%** consistente en bosque natural de manzanita, (*Arctostaphylos patula*), por lo que se podría considerar como bosque de **Baja Productividad**. Con esta información se hace uso de la tabla anterior y se obtienen valor correspondiente al factor cobertura vegetal (C), el cual será considerado para estimar la perdida de suelo en condiciones actuales (Tabla 14):

C= 0.10

Tabla 14 Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdida de suelos.

Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.540	0.620	0.800
Maíz labranza cero	0.050	0.100	0.150
Maíz rastrojo	0.100	0.150	0.200
Algodón	0.300	0.420	0.490
Pastizal	0.004	0.010	0.100
Alfalfa	0.020	0.050	0.100
Trébol	0.025	0.050	0.100
Sorgo grano	0.430	0.550	0.700
Sorgo grano rastrojo	0.110	0.180	0.250
Soya	0.480		
Soya después de maíz con rastrojo	0.180		
Trigo	0.150	0.380	0.530
Trigo rastrojo	0.100	0.180	0.250
Bosque natural	0.001	0.010	0.100
Sabana en buenas condiciones	0.010	0.540	
Sabana sobrepastoreada	0.100	0.220	
Maíz-sorgo, Mijo	0.4 a0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Fuente: (PROCYMAF, 2010. CONAFOR)

- **Factor de prácticas mecánicas (P) de conservación de suelos**

Este factor involucra la influencia que tienen las prácticas de conservación de suelo sobre las tasas de erosión de una parcela y se les asigna un valor en tablas dependiendo el manejo que se haga.
Para este caso las obras de conservación propuestas corresponden a cordones de materia vegetal acomodado. No se encontraron valores específicos para este tipo de obra, por lo que se utilizó el valor de P de la obra más similar, que corresponden a un factor P=0.7, con base a lo propuesto por Wischmeier y Smith (1979; Tabla 15).

Tabla 15 Factor P para las distintas prácticas de conservación de suelos.

Pendiente (%)	Trabajos a nivel		Trabajos en Fajas			Trabajos en Terrazas (2)	
	Factor	Máxima longitud del declive (m)	Factor (1)	Anchura de Faja (m)	Máxima longitud del declive (m)	Desagües en canales encespados	Desagüe subterráneo en contrapendiente
1-2	0.60	130	0.30-0.60	43	260	0.12	0.05
3-5	0.50	100	0.25-0.50	33	200	0.1	0.05
6-8	0.50	65	0.25-0.50	33	130	0.1	0.05
9-12	0.60	40	0.30-0.60	26	80	0.12	0.05
13-16	0.70	26	0.35-0.70	26	55	0.14	0.05
17-20	0.80	20	0.40-0.80	20	40	0.16	0.06
21-25	0.90	16	0.45-0.90	16	33	0.18	0.06

Fuente: Wischmeier y Smith (1979).

P=0.7

El material utilizado para el acordonamiento de material vegetal muerto en curvas de nivel se obtendrá de la vegetación a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo

a. Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales

Con base a la Ec. 1, los resultados de la estimación de la pérdida de suelo, resulta en una tasa de erosión en una hectárea es de 2.941847 Ton/ha/año en su estado actual. La pérdida de suelo actual en el área de CUS (0.1375452 ha) es de 0.404637 Ton/año.

Recordando la ecuación modificada que no incluye el factor (P) correspondiente a las obras de protección, sin embargo si se toma en cuenta el factor (C) correspondiente al grado de protección de la vegetación presente en el sitio:

$$A=R*K*LS*C$$

Dónde:
A=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr) = 1,330.55
K= Erosionabilidad del suelo (constante)= 0.005.
LS=Longitud y grado de pendiente= 4.4219857
C=Factor de protección de la vegetación= 0.10

Sustituyendo en la Ecuación los resultados quedan como siguen:

Tabla 16. Tasa de erosión y perdida de suelo actual en el sitio sujeto a CUSTF.

Tipo suelo	Erosión actual	Pérdida actual de suelo en el sitio sujeto a CUSTF (0.1375452 ha)
	Ton/ha/Año	Ton/Año
Arena	**2.94184**	**0.404637**

b. Tasa de erosión que se presenta una vez eliminada la vegetación forestal

Supone el territorio desprovisto de cubierta vegetal protectora homogénea (Factor C), sin embargo, se incluye el Factor P, que corresponde a las obras de mitigación (conservación) que en este caso y con base en el Manual de Obras Prácticas: Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR (2007), las características del sitio y la opinión de técnico forestal, para este proyecto se propone aplicar como medida de Conservación de suelos: **ACOMODO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO** en una área adyacente desprovista de vegetación.

La ecuación para la estimación de la erosión potencial eliminando la vegetación **(Factor C)** queda como sigue:

$$Ep=R*K*LS$$

La ecuación para la estimación de la erosión potencial modificada con prácticas de conservación **(Factor P)** queda como sigue:

$$Ep=R*K*LS*P$$

Dónde:
Ep=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr) = 1,330.55
K= Erosionabilidad del suelo (constante)= 0.005
LS=Longitud y grado de pendiente= 4.4219857
P=Obras de manejo/medida de mitigación = 0.7

Los factores obtenidos para la ecuación se mantienen por lo que no es necesario describir el cálculo de nuevo.

Tabla 17 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida la vegetación.

Tipo suelo	Erosión Potencial (Ton/Ha/Año)	Perdida de suelo en el (Ton/Año) (0.1375452 ha)
	Sin vegetación	Sin vegetación en el CUSTF
Arena	**29.418465**	**4.04637**

Una vez aplicando el **Factor P**, referente al as obras de conservación:

Tabla 18 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida la vegetación y aplicando las obras de conservación.

Tipo de suelo	Erosión Potencial (Ton/Ha/Año)	Perdida de suelo en el (Ton/Año) (0.1375452 ha)
	Con obras de conservación	Con obras de conservación en el CUSTF
Arena	**20.592926**	**2.832458**

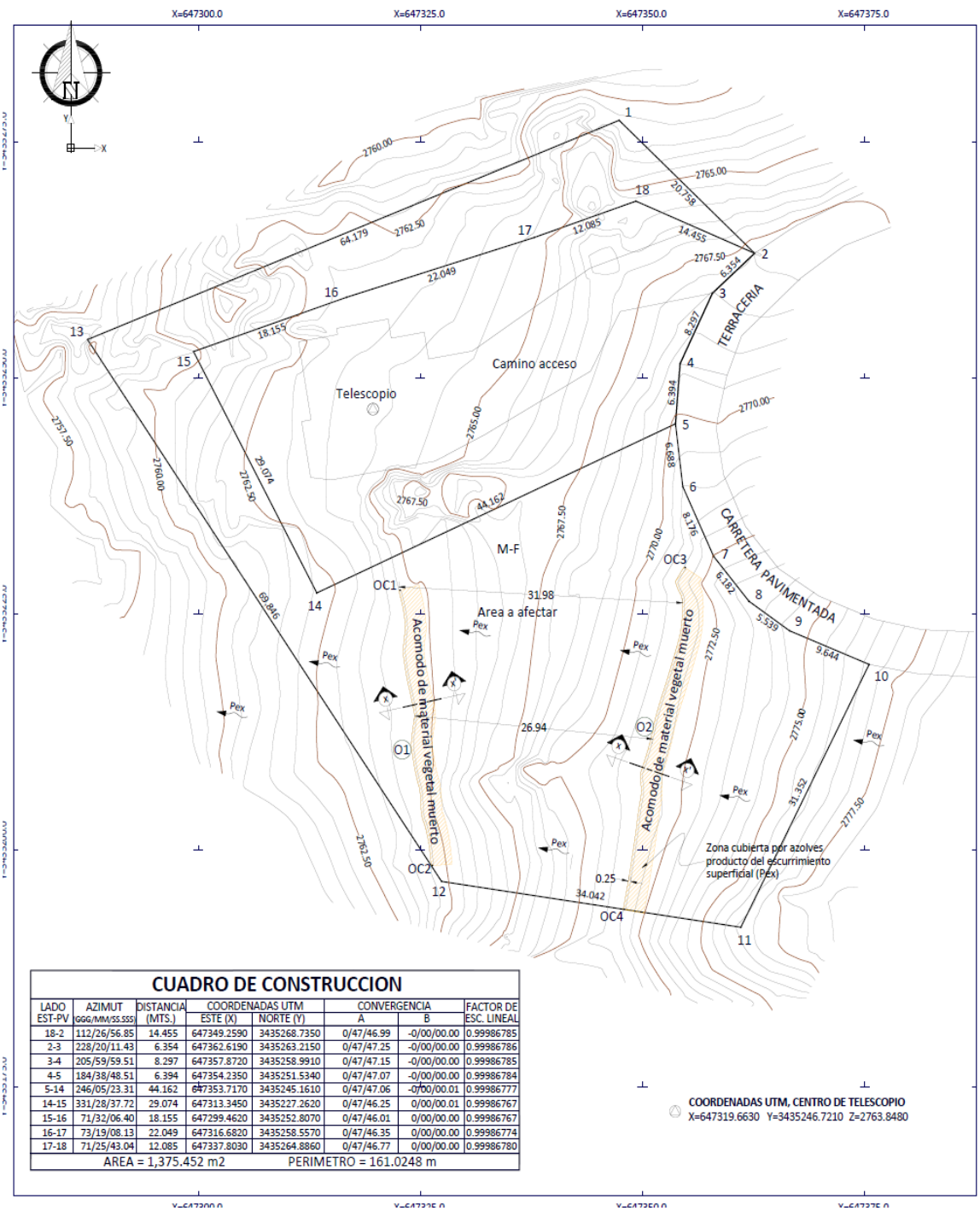
Se estimó que la perdida de suelo actual del sitio propuesto a CUSTF (1,375.45 m^2) es de 0.404637 Ton/Año, sin embargo, el remover el componente de cobertura vegetal (C), se incrementa considerablemente a 4.04637Ton/Año, sin embargo, con la aplicación de las prácticas de conservación en el sitio externo seleccionado, se compensará el suelo erosionado.

Como obras de conservación se eligieron cordones de material vegetal resultante de las actividades del desmonte. Este tipo de obra evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Se colocarán dos cordones por fuera del área de CUSTF, siguiendo la curva de nivel uno en la elevación 2,764.50 y el otro en la elevación 2,771.50, estos deberán colocarse perpendicular a la pendiente para disminuir la velocidad y captar el agua de lluvia generada por el escurrimiento (Pex) del área afectada por CUSTF. Se adjunta plano en el Anexo 7.

Tabla 19 Coordenadas de ubicación de las obras de conservación de suelo y agua.

COORDENADAS DE LAS OBRAS UTM WGS84 11R				
OBRA	LADO EST-PV	LONGITUD (MTS)	ESTE (X)	NORTE (Y)
01	OC1-OC2	29.60	647322.693	3435227.553
	OC2		647326.332	3435198.404
02	OC3-OC4	37.50	647354.782	3435229.939
	OC4		647347.951	3435193.757

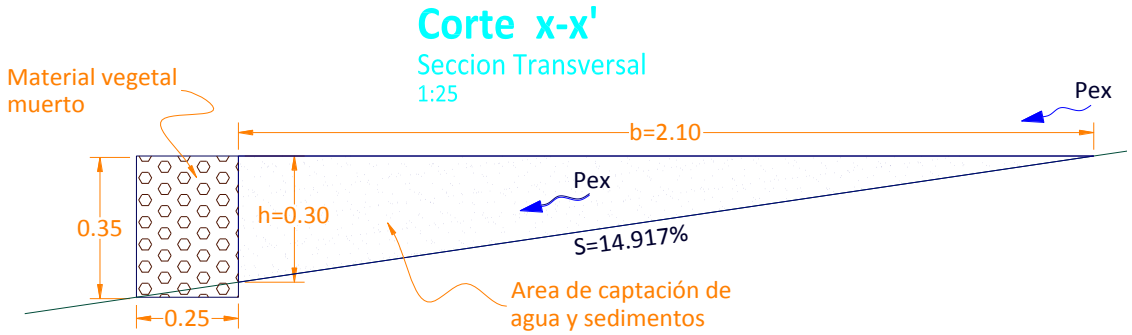


CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PV	AZIMUT (GGG/MM/SS.SSS)	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)	CONVERGENCIA A	CONVERGENCIA B	FACTOR DE ESC. LINEAL
18-2	112/26/56.85	14.455	647349.2590	3435268.7350	0/47/46.99	-0/00/00.00	0.99986785
2-3	228/20/11.43	6.354	647362.6190	3435263.2150	0/47/47.25	-0/00/00.00	0.99986786
3-4	205/59/59.51	8.297	647357.8720	3435258.9910	0/47/47.15	-0/00/00.00	0.99986785
4-5	184/38/48.51	6.394	647354.2350	3435251.5340	0/47/47.07	-0/00/00.00	0.99986784
5-14	246/05/23.31	44.162	647353.7170	3435245.1610	0/47/47.06	-0/00/00.01	0.99986777
14-15	331/28/37.72	29.074	647313.3450	3435227.2620	0/47/46.25	0/00/00.01	0.99986767
15-16	71/32/06.40	18.155	647299.4620	3435252.8070	0/47/46.01	0/00/00.00	0.99986767
16-17	73/19/08.13	22.049	647316.6820	3435258.5570	0/47/46.35	0/00/00.00	0.99986774
17-18	71/25/43.04	12.085	647337.8030	3435264.8860	0/47/46.77	0/00/00.00	0.99986780
AREA = 1,375.452 m2			PERIMETRO = 161.0248 m				

Figura 17 Ubicación de las obras de conservación de suelos (se dibujan en color amarillo).

La longitud total de ambos cordones será de 67.00 metros, (uno de 29.60 m y otro de 37.50 m) y en atención a las recomendaciones del Manual de Obras de la Comisión Nacional Forestal en su edición 2017, al sección transversal de los cordones será de 25.0 cm de ancho y 35.0 cm de alto,



Sección transversal del cordón de material vegetal muerto, producto del desmonte del área sujeta a CUSTF.

El suelo retenido por metro lineal de obra es de 0.617 Ton, lo que indica que en conjunto retendrán 41.366 Ton.

$$Vu=SR/PSCUSTF$$

Dónde:

Vu=	Vida útil de las obras de mitigación, en años	
SR=	Suelo recuperado por las obras de mitigación, en Ton=	41.366 Ton
PSCUSTF=	Perdida de suelo en el área sujeta a CUSTF, en Ton/Año=	4.046 Ton/año

Vu= 41.366 Ton /(4.046 ton/año)= 10 años

Los cálculos de las estimaciones se presentan en la memoria de cálculo en Excel en el Anexo 8.

Erosión Eólica

En comparación con la erosión hídrica que de acuerdo con la SEMARNAT, la erosión hídrica constituye el principal problema en las zonas montañosas, debido a la vulnerabilidad y arrastre de sedimentos por escorrentías, la erosión eólica es uno de los principales problemas de degradación del suelo en las zonas áridas y semiáridas.

La erosión eólica, por su parte, afecta en mayor medida a los suelos del matorral xerófilo, los pastizales naturales, así como terrenos agrícolas, lo cual es consecuente con la poca protección que estos tipos de vegetación brindan al suelo (Capitulo 3, Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, SEMARNAT). Este tipo de erosión se debe principalmente al sobrepastoreo que destruye o altera a la vegetación natural, a la tala y a prácticas agrícolas inadecuadas (PNUMA 2003d) (http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/geo2004/9.pdf).

El proyecto se ubica en una zona de bosque de pino el cual se ve mayormente afectado por la erosión hídrica ya que se encuentra en una zona donde la pendiente incrementa el efecto de las escorrentías originadas por la precipitación y la nieve que se acumula y derrite.

Por lo tanto, dadas las condiciones litológicas y climatológicas del sitio, no se contempla un impacto significativo en términos de erosión eólica, y en el caso de tal suceso, las medidas mecánicas de mitigación propuestas para compensar dichas acciones prevén un escenario de sobrecompensación.

En el proyecto que nos ocupa no se manifiestan estas condiciones, motivo por el cual no se reportan fenómenos ligados a este agente, en el ejercicio que aquí se cursa únicamente se valorará el proceso erosivo motivado por la lluvia.

Con base al nivel de clasificacion propuesta por la FAO (Figura 18), el nivel de degradación para el proyecto tomando en cuenta el resultado de erosión potencial una vez removida la vegetacion=29.41 Ton/ha/año y la resultante una vez implementadas las prácticas de conservación=20.59 Ton/ha/año, es MODERADA.

Clasificación de los niveles de degradación	Valor de la erosión laminar
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Figura 18 Clasificación de niveles de degradación del suelo según la FAO.

d. Hidrología superficial y subterránea
d.1 Hidrología Superficial
El sistema hidrológico en Baja California está constituido por dos vertientes, la del Golfo de California y la del océano Pacífico (Figura 18). En la Sierra de San Pedro Mártir, la vertiente del Golfo de California presenta caídas muy abruptas en sus arroyos debido a su orografía, donde todos sus arroyos terminan en la Laguna del Diablo. En la vertiente del océano Pacífico, algunos arroyos llevan agua durante todo el año, aumentando su caudal durante los periodos de lluvia invernal, aportando también grandes cantidades de agua a partir de los deshielos (Delgadillo & Rodríguez, 2004). Las cinco Regiones Hidrológicas existentes en el estado son: Baja California Noroeste (RH4), Baja California Centro-Oeste, Baja California Centro-Este, Baja California Noreste y Río Colorado. El proyecto se localiza en la Región Hidrológica Baja California Noroeste (RH4), es una de las entidades más áridas del país y en consecuencia la necesidad del recurso hídrico es mayor.

Región Hidrológica Baja California Noroeste (RH4).
Esta región hidrológica queda limitada al norte por la bifurcación que tiene la sierra de Juárez, a partir del cerro de Tres Pinos (1,516 m snm.). El parteaguas occidental está constituido por las crestas de una serranía, de menor importancia que la sierra oriental; sierra Los Cucapah y sierra El Mayor. En la parte centro-este está limitada por el Golfo de California y en la centro-oeste por la sierra San Pedro Mártir hasta unirse con las sierras de San Felipe y Santa Isabel. Esta región está integrada por dos cuencas. Cuenca Arroyo Agua Dulce-Sta. Clara y Cuenca Laguna Salada-Arroyo Del Diablo.

- **Cuenca Arroyo Agua Dulce-Sta. Clara**

Esta cuenca tiene como corriente principal el Arroyo Agua Dulce, que no posee un cauce bien definido porque las lluvias son ocasionales y no corren siempre por el mismo sitio. Sin embargo, su desembocadura es invariablemente frente a la isla Miramar. Las subcuencas intermedias que la forman son: Arroyo Agua Dulce, Arroyo San Fermín, Arroyo Huatamote, San Felipe y Santa Clara.
El arroyo El Taraíso representa uno de los escurrimientos más relevantes de la cuenca, nace entre los límites de las sierras Juárez y San Pedro Mártir; en su trayectoria recorre 40 km hasta verter sus aguas en la depresión Laguna Salada. La disponibilidad de este líquido es reducida y difícilmente aprovechable.

En el extremo norte algunos arroyos escurren hacia el Valle de la Trinidad. El lado oriental de la sierra posee numerosos arroyos, que al descender por la escarpada sierra, han excavado profundas cañadas (del Diablo, del Diablito, El Cajón, Providencia y La Gringa). Aunque algunos de estos arroyos llevan agua durante todo el año, la mayor parte se pierde por infiltración o evaporación en las tierras bajas, como en Valle Chico y más específicamente en la Laguna del Diablo, antes de llegar al océano. Algunos de los arroyos más importantes que se originan dentro del Parque son: San Rafael en Vallecitos, San Telmo en La Corona, Santo Domingo en Vallecitos, Los Pinos, La Tasajera, La Grulla, Alcatraz, San Ramón, Santa Rosa, San Antonio y El Horno; los cuales escurren hacia el sureste hasta confluir en el arroyo Matomí (Espinoza, 1983; Escoto,1994).
Aproximadamente el 60% de la precipitación de invierno drena y escurre. La mayoría de esta agua se incorpora al flujo de los arroyos en las partes más bajas de la cuenca, el resto se almacena en el suelo y se moviliza después en el verano. La diferencia del promedio de la precipitación entre invierno y verano es de 40 mm en los bosques y aproximadamente 300 mm en la pradera húmeda. Por lo tanto, el manto freático superficial debe aportar humedad a la vegetación de la pradera, particularmente en los años húmedos.

Dentro del SA la longitud lineal del arroyo principal de la subcuenca (RH01Bc) conocido como San Rafael es de 13 km, siendo la longitud media de la microcuenca de aprox. 42 km lineales, con respecto a la microcuenca determinada dentro de la subcuenca (RH04Ae) suma una longitud lineal de 19 km aproximadamente, los afluentes principales son: El copal, el Copalito, el Diablo y la Providencia (Figura 19).

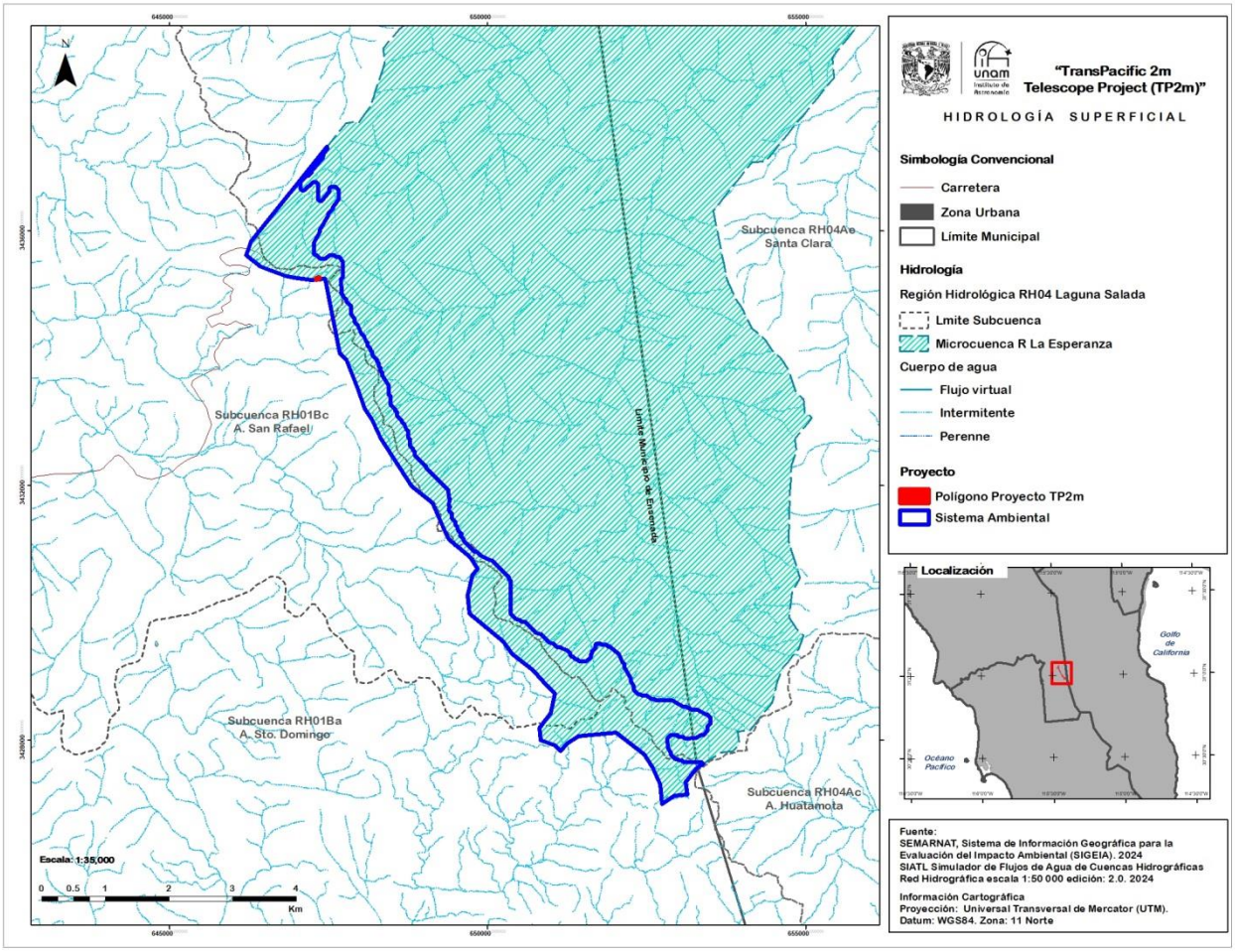


Figura 19 Mapa Hidrológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010). SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición: 2.0

Captación e infiltración del agua

La estimación de la captación de agua, en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estimó en metros cúbicos, considerando dos escenarios:

1) El volumen de agua que se capta en las condiciones actuales.
2) El volumen de agua que se captaría con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

Se tomaron en cuenta los aspectos particulares del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, como son: precipitación, temperatura ambiental, pendiente del terreno, tipo de suelo, cobertura vegetal y de otros, que se considera que influyen en este proceso natural, con base a la siguiente expresión:

$$F=(P - L - Pex - Vs - ETP) \times A$$

F = volumen infiltrado, en m3/año
P = lluvia total ocurrida durante la tormenta, en mm/año
L = intercepción, en mm/año
Pex = lluvia en exceso o escurrimientos, en mm/año
Vs = volumen almacenado en depresiones, en mm/año
ETP = evapotranspiración, en mm/año
A = Área sujeta CUSTF, en m^2

A continuación se presentara la metodología para la estimación de los principales parámetros que influyen en el proceso de infiltración (intercepción, almacenamiento de depresiones, escurrimiento o lluvia en exceso, y evapotranspiración).

La precipitación **(P)** promedio se obtuvo del sistema de monitoreo meteorológico del OAN-SPM, los cuales cubren un período de quince años (2006 a 2021), teniendo un valor de: **259.23 mm/año.**

a. Intercepción. En un bosque de varios niveles de vegetación, las hojas de árboles, arbustos y hierbas sirven de obstáculo a las gotas de lluvia antes de llegar al suelo. Parte del agua se queda en ellas y se evapora, con lo cual es menor la cantidad de agua que puede llegar al suelo. Otra parte del agua, es retenida temporalmente hasta que gotea, tarda más en caer al suelo. Esto disminuye su intensidad, con lo que se facilita la infiltración. Al mismo tiempo, la vegetación boscosa protege al suelo en contra del golpe violento de las gotas de lluvia, y evita que se desagregue y se selle en la superficie. También se mantiene al suelo con buena estructura, con suficientes espacios para que el agua penetre al suelo.

La estimación del proceso de intercepción contempla la evaluación de los términos de la siguiente ecuación:

$$L = P - Th - Sf$$

Dónde:
L = pérdida bruta por intercepción (mm)
P = precipitación sobre la cubierta vegetal (mm)
Th = precipitación no interceptada (mm)
Sf = cantidad de agua que alcanza el terreno, bajando por tallos y troncos (mm)

La Precipitación no interceptada (Th) está dada por: **Th= (100 – Pb) x P**
Dónde: Pb= Perdida bruta por intercepción en % (obtenida de tablas)

La cantidad de agua que alcanza el terreno bajando por los tallos y troncos (Sf) se calcula con:

Sf=ft x P.

Dónde: ft=Porcentaje del agua interceptada que fluye por los tallos (admin, tablas)

Sin embargo, tener disponible los valores de los parámetros de **Pb** y **ft**, no siempre es posible para todos los tipos de vegetación, razón por lo que algunos autores, por medio de experimentación han desarrollado modelos matemáticos que dependen únicamente de la precipitación, así como el que proponen R.A. Merrim y M.R. Collings (citadas por D.F. Campos Aranda en su libro "Procesos del ciclo hidrológico", 1998), quienes después de realizar ajustes minuciosos a datos obtenidos por diversos autores proponen una ecuación que se puede aplicar a bosques de pino y chaparral de

hojas perenes y de hojas caducas del estado de California USA, dicho modelo es el que se muestra a continuación:

$$L=2.1082\ (1-e^{(-0.4743\ P)})+0.062\ P$$

La precipitación se obtuvo del sistema de monitoreo meteorológico del OAN-SPM, los cuales cubren un período de ocho años (2006 a 2013), teniendo un valor de P = 259.23 mm/año.
Finalmente, la **Intercepción en condiciones actuales**:

L = 18.18046 mm

Una vez que se remueva la vegetación en toda la superficie del área sujeta a CUSTF (1,375.4516 m²), para fines de estimación de la intercepción del agua, esta será considerada como área urbana. De acuerdo a lo citado por D.F. Campos Aranda (1998), las pérdidas por intercepción puede llegar a ser del 100%, por lo que se tiene lo siguiente:

Tipo de cobertura	Superficie (m²)	Intercepción (L), en mm		
		Actual	Con CUSTF	Con CUSTF Ponderado
Bosque natural	869.4121	18.18	18.18	11.49
Área urbana	506.4516		259.23	95.37
	1,375.4516	**18.18**		**47.69**

b) Escurrimiento o lluvia en exceso (Pex). Algunas lluvias de larga duración generan un incremento en el escurrimiento, mientas que otras lluvias producen avenidas importantes. Al conocer la lluvia en exceso, se puede calcular la proporción de la precipitación que puede producir un escurrimiento directo, es decir, lluvia en exceso (Campos-Aranda, 1992).

Para estimar la escorrentía, se utilizó el método del U.S: Soil Conservation Service, el cual supone que el escurrimiento superficial acumulado (Q) en mm es igual a la lluvia en exceso (Pex) y tiene la expresión siguiente:

$$Q = Pex = \frac{Pe^2}{Pe + S}$$

Dónde:
Pex = lluvia en exceso, en mm
S = Infiltración potencial, en mm. Esta se calcula con la ecuación

$$S = \frac{25{,}400.0}{N} - 254.0$$

Pe= Precipitación en exceso acumulada, Pe = P – la
N = Numero de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo cobertura, admin de tablas
P= precipitación acumulada en mm = 259.23 mm
la= Abstracción inicial, mm.
La Abstracción inicial (la), toma un valor, según sea el caso de:

la = 0.20 S Para tormentas grandes o

la = 0.10 S Para tormentas medianas y pequeñas

Fuente: (G. Aron. A.C. Miller y D.F. Lakatos, 1977)

Para el caso que nos ocupa, considerando que en la zona de estudio se presentan tormentas de medianas a pequeñas, entonces la=0.10 S y la ecuación para calcular Pex queda como sigue:

$$Q = Pex = \frac{\left(P - \frac{2{,}540}{N} + 25.4\right)^2}{P + \frac{22{,}860}{N} - 228.6}$$

En esta ecuación, para el cálculo de la variable "N", se consideran factores tales como tipo de suelo, cobertura vegetal y condición hidrológica, de acuerdo con el siguiente procedimiento.

El valor del parámetro N

La metodología del número de curva (N) elaborada por el Soil Conservation Service SCS de Estados Unidos, que se utiliza para determinar la escorrentía superficial, es un método aplicado cuando se desea obtener una adecuada aproximación (Kent, 1968; SCS, 1972), el valor de N, depende de varios factores (Villarroya *et. al.,* 2013):

1. Permeabilidad o Grupo Hidrológico de Suelo (tipo de suelo y capacidad de infiltración)
2. Uso de suelo o tipo de cubierta vegetal,
3. Prácticas de manejo

- **Suelo/Grupo Hidrológico**

El Suelo es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración, el USDA-SCS tomo en cuenta la clase textural y su infiltración básica, de acuerdo con la siguiente tabla:

Grupos de suelos de acuerdo con sus características

Grupo de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil Infiltración básica 8–12 mm / hr
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplo: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones Infiltración básica 4-8 mm / hr
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una menor infiltración que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos Infiltración básica de 1–4 mm / hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm / hr.

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Para conoce el tipo de suelo estrictamente en el área propuesta para CUSTF, se mandaron a analizar unas muestras. Los resultados de los análisis para la composición granulométrica, nos indican **Arenas bien graduadas (SW)** con 19.77 % de grava, 75.47 % de arena, 4.76 % de finos.

Con relación a la clasificación de los tipos de suelo, corresponde a, Tipo C es el tipo de suelo menos estable. El tipo C incluye suelos granulares en los que las partículas no se adhieren y los suelos cohesivos con una baja fuerza de compresión (0.5 toneladas por pie cuadrado o menos).

Entre los ejemplos de suelos Tipo C encontramos la grava y la arena. Debido a que no es estable, el suelo que presenta filtraciones de agua es automáticamente clasificado como suelo Tipo C, independientemente de sus otras características.

- **Cobertura vegetal / Uso de suelo**

La condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno, es un factor que considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno.

Clases de cobertura vegetal

Clase	% de cobertura
Buena	> de 75%
Regular	Entre 50-75%
Mala	< de 50%

Fuente: Manual de obras y prácticas, CONAFOR, 2016.

La cobertura de vegetación dentro del área de CUSTF (1,375.4516 m^2), en situación actual se estimó en 40%-50% por lo que con base en dicho cálculo y a la tabla anterior, le corresponde una cobertura vegetal de clase: **MALA**

El tipo de vegetación y la condición hidrológica juegan un papel fundamental en el proceso infiltración-escurrimiento, por lo que es de suma importancia realizar una buena clasificación de las condiciones del área de interés en base a la tabla que se muestra a continuación

	Vegetación y condición hidrológica
Vegetación	**Condición hidrológica**
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados, sin crecimiento rastrero. En condiciones regulares: moderadamente pastoreadas y con algo de crecimiento. En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobrepastoreado. En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos. En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

- **Prácticas de manejo**

El uso del suelo, es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por tal motivo se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este parámetro se compone el último cuadro para obtener la curva numérica "N", la cual se utilizará en la fórmula.

Tabla 20 Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo

Uso del Suelo	Tratamiento o practica	Condición hidrológica	Curvas numéricas			
			A	B	C	D
Suelo en descanso	Surcos rectos		77	86	91	94
Cultivos de escarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva de nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva de nivel	Buena	95	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva de nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva de nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva de nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva de nivel	Buena	55	60	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	79	86	99
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva de nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva de nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva de nivel	Buena	20	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Camino de tierra		Buena	72	82	87	89
Caminos pavimentados		Buena	90	90	90	90

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Con esta información se concluye que el área de interés actualmente tiene los siguientes parámetros

Tipo de suelo:	Corresponde al grupo C, suelos someros con moderadamente alto potencial de escurrimiento
Condición hidrológica:	Regular 40%-45% de cobertura vegetal
Uso del suelo:	Bosque regular de baja transpiración, no existe manejo implementado en el área

Una vez que se realice la remoción de la vegetación por CUSTF, los parámetros del área serán los siguientes

Tipo de suelo:	Corresponde al grupo C, suelos someros con moderadamente alto potencial de escurrimiento
Condición hidrológica:	Mala 0%-40% de cobertura vegetal
Uso del suelo:	Bosque malo de baja transpiración, no existe manejo implementado en el área

Con esta descripción del área de proyecto, se entra en la última tabla para obtener el valor de la curva de escurrimiento "N", realizando una ponderación en función de la superficie para su posterior utilización en la fórmula para el cálculo del escurrimiento superficial acumulado (Q) o también conocido como precipitación en exceso (Pex).

N en función del tipo de suelo, cobertura vegetal y condición hidrológica

Tipo de suelo	Tipo de Vegetación		Área	No. de Escurrimiento (N)		No de Escurrimiento Ponderado
	Actual	Con CUSTF		Actual	Con CUSTF	
Tipo C	Bosque regular de baja transpiración	Bosque regular de baja transpiración	869.412	73.0000	73.0000	46.1427
	---	Bosque malo de baja transpiración	506.040	---	77.0000	28.3289
		Total	**1,375.4516**	**73.0000**		**74.4716**

Con el valor de "N" ponderado y considerando que **P = 259.23 mm**, se obtiene el calor de Pex.

Finalmente, el valor de la lluvia en exceso (Pex) en condiciones actuales y con CUSTF es

Factor	Actual		Con CUSTF	
Pex=	**18.1563**	mm/año	**18.591**	mm/año

c) Almacenamiento en depresiones (Vs). Es el volumen de agua necesario para llenar las pequeñas depresiones naturales del terreno, a cotas superiores a las de derrame. Este volumen de agua se genera por la precipitación que llega al suelo, tan pronto como la intensidad de lluvia excede a su capacidad de infiltración, por lo que representa, el volumen de la precipitación que no se infiltra, ni se evapora, y empieza a llenar los huecos, zanjas y otras depresiones del terreno. En el caso de que exista una precipitación continua, este volumen comienza a cubrir la superficie del suelo con una delgada capa de agua conocida como detención superficial, el inicio del escurrimiento superficial, sin embargo, no se considera dentro de la escorrentía.
Conforme a Linsley, Kohler y Paulhus, la velocidad de almacenamiento en depresiones se relaciona a la lluvia en exceso, en función del volumen en exceso, de tal manera que el incremento inicial de la lluvia en exceso es casi siempre el absorbido en depresiones y cuando se generan cantidades mayores en los instantes subsiguientes se contribuye al escurrimiento. Por lo que el volumen almacenado en depresiones en algún tiempo, se expresa en forma aproximada por la siguiente ecuación:

$$Vs = Sd\left(1 - e^{-k\,Pe}\right)$$

Dónde:
Vs = volumen almacenado en depresiones (mm/anual)
Pe = lluvia en exceso acumulada (mm/anual) Pe=P-la = P-0.10 S
Sd = capacidad de almacenamiento de depresiones de la cuenca (entre 12 y 50 mm)
k = constante (k=1/Sd)

La capacidad de almacenamiento se encuentra entre 12 y 50 mm. W.J. Hicks (1944) durante un periodo de lluvia reporta distintas pérdidas por almacenamiento en depresiones como se observa en la siguiente Tabla.

Valor de Sd para distintas texturas del suelo (Hicks, 1994)

Tipo de Suelo	Sd (mm)
Suelos arenosos	**5.0**
Suelos Francos	3.8
Suelos arcillosos	2.5
Áreas urbanas*	**6.4**
Pavimentos*	1.6

*A.L. Tholin y C.J. Kiefer (1960)

El valor de Sd se determinó conforme a las características de la capa superficial de suelo (15 cm) en el área sujeta a CUSTF (1,375.4516 m^2), tomando como área urbana una superficie de 506.040 m2 correspondientes al área de instalación del telescopio y el camino de acceso.

El cálculo de infiltración para el escenario de cambio de uso de suelo se definió en Sd = 5.0 mm para el área arenosa y 6.4 mm para la zona descubierta de vegetación que corresponde a zona urbana. Para la parte arenosa del terreno con un valor de k = 3165 y para la zona urbana k=0.4255, con exceso de lluvias acumuladas (Pe) de 226.9755 mm en la situación actual y 227.6631 mm en la situación de CUSTF y una infiltración potencial (S) de 322.5452 mm en situación actual y 315.5595 mm con el CUSTF.

Factor	Actual	Con CUSTF
Vs, en mm	**5.0000**	**5.5100**

d. Evapotranspiración. La evapotranspiración es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. La evaporación es el proceso por el cual el agua cambia del estado líquido a gaseoso, mientras que la transpiración es el resultado de un proceso físico y biológico, mediante el cual el agua cambio del estado líquido a gaseoso, a través del metabolismo de la vegetación y pasa a la atmosfera en forma de vapor.

Para estimar la evapotranspiración se utilizó el método de Thornthwaite (1948) que correlaciona la temperatura media mensual con la evapotranspiración determinada por medio de balances hídricos, en los valles del Centro y Este de U.S.A. Este autor definió la evapotranspiración potencial como la cantidad de agua que será consumida por una superficie completamente cubierta de vegetación, cuando existe suficiente agua en el suelo. La evapotranspiración se expresa con la siguiente ecuación:

$$ETP' = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

Dónde:
ETP' = Evapotranspiración potencial mensual, en mm, para meses teóricos de 30 días con 12 horas diarias de insolación. También conocida como evapotranspiración sin corregir
T= temperatura media mensual del aire, en ºC
I = Índice de calor anual, igual a la suma de los 12 índices mensuales del año en análisis

$$I = \sum_{1}^{12} i \qquad\qquad i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

a= exponente calculado con la expresión siguiente

$$a = 6.75x10^{-7}\, I^3 - 7.71x10^{-5}\, I^2 + 1.792x10^{-2}\, I + 0.49239$$

Al tener en cuenta la duración real del mes (d) y el número de horas de sol (N), según la latitud del lugar (ver tabla), con esto se obtiene la evapotranspiración corregida, misma que se calcula con la ecuación: $ETP = ETP'\left(\frac{d}{30}\right)\left(\frac{N}{12}\right)$

El valor del índice de calor anual (I) es **24.277,** según cálculos indicados en siguiente tabla

Sustituyendo este valor, en la ecuación para el cálculo del exponente se tiene que **a= -0.093100.** La evapotranspiración mensual sin corregir (ETP')

Mes	Temp prom Máx (°C)	i
Enero	1.55	0.17
Febrero	2.29	0.307
Marzo	3.8	0.66
Abril	4.95	0.985
Mayo	7.97	2.026
Junio	13.15	4.323
Julio	13.63	4.564
Agosto	13.03	4.264
Septiembre	11.24	3.409
Octubre	8.35	2.174
Noviembre	5.18	1.055
Diciembre	2.45	0.34
	I=	**24.277**

Mes	Temp prom Máx (°C)	ETP'
Enero	1.5500	16.6825
Febrero	2.2900	16.0872
Marzo	3.8000	15.3463
Abril	4.9500	14.9732
Mayo	7.9700	14.3237
Junio	13.1500	13.6713
Julio	13.6300	13.6257
Agosto	13.0300	13.6830
Septiembre	11.2400	13.8725
Octubre	8.3500	14.2617
Noviembre	5.1800	14.9100
Diciembre	2.4500	15.9864
	ETP'=	**177.424**

Para el cálculo de la evapotranspiración real se considera la duración de cada mes en días (d), así como la duración de horas de sol según la latitud del sitio de proyecto (N).
Sabiendo que el área propuesta para llevar a cabo el CUSTF se localiza en la latitud 31.044º, con este valor se obtiene el valor de N, tal como se muestra a continuación:

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
30°	10.5	11.1	12.0	12.9	13.7	14.1	13.9	13.2	12.4	11.5	10.7	10.2
35°	10.2	10.9	12.0	13.1	14.1	14.6	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30° - 35°	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4
	0.06264	0.04176	0.00000	-0.04176	-0.08352	-0.10440	-0.08352	-0.06264	0.00000	0.04176	0.08352	0.08352
N	***10.43736***	***11.05824***	***12.00000***	***12.94176***	***13.78352***	***14.20440***	***13.98352***	***13.26264***	***12.40000***	***11.45824***	***10.61648***	***10.11648***

Por último se calcula la evapotranspiración real (ETP):

Mes	Duración en días	N	ETP
Enero	31	10.4374	14.9938
Febrero	28	11.0582	13.8364
Marzo	31	12.0000	15.8578
Abril	30	12.9418	16.1483
Mayo	31	13.7835	17.0010
Junio	30	14.2044	16.1827
Julio	31	13.9835	16.4072
Agosto	31	13.2626	15.6268
Septiembre	30	12.4000	14.3349
Octubre	31	11.4582	14.0718
Noviembre	30	10.6165	13.1910
Diciembre	31	10.1165	13.9264
		ETP=	**181.5781**

e. Infiltración. El valor de la infiltración se obtuvo por medio de la aplicación de un índice, en donde se toman en cuenta las distintas pérdidas del agua durante la precipitación. El índice de infiltración es un valor estimado de la capacidad de infiltración y de cómo ésta es decreciente en el tiempo. En este caso se utilizó el índice W (Musgrave y Holtan, 1964), que representa la intensidad media de la infiltración que se encuentra influenciada por: intercepción (L), precipitación o lluvia en exceso (Pex), almacenamiento en depresiones (Vs), evapotranspiración (ETP).

$$F= (P - L - Pex - Vs - ETP) \times A$$

F = volumen infiltrado, en m^3/año
P = lluvia total ocurrida durante la tormenta, en mm/año
L = intercepción, en mm/año
Pex = lluvia en exceso o escurrimientos, en mm/año
Vs = volumen almacenado en depresiones, en mm/año
ETP = evapotranspiración, en mm/año
A = Área sujeta CUSTF, en m^2

Los resultados con la metodología se resumen en la siguiente tabla en donde se observan variaciones importantes de los factores, antes y después del CUSTF (Tabla 21).

Volumen de infiltración de agua en condiciones actuales y después del CUSTF.

Tabla 21. Volumen de infiltración de agua en condiciones actuales y después del CUSTF.

Factor	Condición	
	Actual	**Con CUSTF**
A = área sujeta CUSTF, en m^2	1,375.4516	1,375.4516
P = lluvia total ocurrida durante la tormenta, en mm/año	259.2300	259.2300
L = intercepción, en mm/año	18.1805	47.6850
Pex = lluvia en exceso o escurrimientos, en mm/año	18.1563	18.5910
Vs = volumen almacenado en depresiones, en mm/año	5.0000	5.5100
ETP = evapotranspiración, en mm/año	181.5781	181.5781
F = volumen infiltrado, en m^3/año	**49.9497**	**8.0683**
Volumen que se dejaría de filtrar con el CUSTF	**41.8814 m^3/año**	

De la tabla anterior, se observa que se incrementa la perdida de agua después de realizar el CUSTF, sin embargo, este valor se verá compensado por las obras de mitigación propuestas las cuales contribuirán a una mayor captura, garantizando que no se comprometerá la captación de agua (infiltración).

Obras de conservación y captación de agua

Se propone la construcción de 2 obras de captación de agua de lluvia y retención de sedimentos. La longitud total de ambos cordones será de 67.00 metros, (uno de 29 m y otro de 38 m) y en atención a las recomendaciones del Manual de Obras de la Comisión Nacional Forestal en su edición 2017, al sección transversal de los cordones será de 25.0 cm de ancho y 35.0 cm de alto, colocados siguiendo las curvas de nivel (2,764.50 m y 2,771.50 m)

Las **dos obras** propuestas tienen una capacidad máxima conjunta de **21.105 m^3**, volumen que se captaría en un evento de lluvia, sin embargo si se considera que la precipitación está distribuida al menos en 2 meses, estas obras se llenaran a su máxima capacidad de dos veces por año, y se estimó una **vida útil de 10 años.**

De acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior, el volumen total de agua captada e infiltrado para dos eventos de lluvia:

Volumen total infiltrado = (21.105 m^3/evento) X (2 eventos/año)=

Volumen total infiltrado = 42.21 m^3/año

Este volumen es ligeramente mayor al que se dejaría de infiltrar en el área sujeta a CUSTF (41.8814 m^3/año), por lo que se considera que este tipo de obra y la cantidad propuesta será suficiente para mitigar el impacto provocado por la construcción de la infraestructura consistente en telescopio y camino de acceso.

Se adjunta como anexo la memoria de cálculo Excel (Anexo 9), Cálculo de Infiltración.

d.2 Hidrología Subterránea

El polígono del SA que comprende el proyecto se localiza en el acuífero Valle Chico-San Pedro Mártir y colinda con San Rafael.

- **A. Valle Chico-San Pedro Mártir**

El acuífero de Valle Chico-San Pedro Mártir se localiza en la porción nor-oriental del estado de Baja California, cubre una superficie de 3,459 km^2, que representa aproximadamente 3.9% del territorio estatal, de este porcentaje el 51.6% corresponde con la superficie acuífera. Geográficamente queda encuadrado dentro de las siguientes coordenadas geográficas 114º 45'00" y 115º 30'00" de longitud Oeste y 30º 20'00" y 31º 15'00" de latitud Norte. Geopolíticamente, comprende la superficie total del municipio de Mexicali. El Acuífero pertenece a la Región Hidrológica No. 4 "Baja California Noreste" y a la Subregión denominada Laguna Salada. El área está localizada dentro de la Cuenca Arroyo Agua Dulce-Santa Clara (CONAGUA, 2024).

La recarga natural del acuífero corresponde básicamente a los volúmenes infiltrados por agua de lluvia y recarga horizontal proveniente de las zonas de recarga. La recarga por lluvia es de 2.9 Mm^3 /año, al considerar un área de 159 km^2, una precipitación media entre los años de 1981 y 1982 de 184.6 mm/año y un coeficiente de recarga 0.1. Respecto a la recarga por infiltración de agua de escurrimientos superficiales naturales, no existen corrientes importantes y permanentes que se generen en la cuenca o que provengan de otras cuencas vecinas y que contribuyan a la recarga del acuífero (CONAGUA, 2024).

El censo de aprovechamientos hidráulicos subterráneos, reportado por TMI (1982), reveló la existencia de 83 aprovechamientos, de los cuales 35 son inactivos. De los 58 aprovechamientos activos 8 son utilizados para riego, 1 doméstico, 1 abrevadero, 1 de agua potable, 8 para abrevadero y doméstico, 6 para riego y doméstico, y 1 para riego, abrevadero y doméstico. De acuerdo a este estudio, se reporta la existencia de 41 obras de aprovechamiento hidráulico, mediante los cuales se extrae un volumen mayor a los 12.976 hm^3/año (CONAGUA, 2024).

- **A. San Rafael**

El acuífero San Rafael geográficamente se ubica en la porción noroccidental del estado de Baja California, cubriendo una superficie aproximadamente de 1,261 km^2. Se encuentra delimitado por los paralelos 31º 08' y 31º 19' de latitud Norte y los meridianos 115º 26' y 116º 20' de longitud Oeste.

Se encuentra enmarcado por montañas constituidas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que conforman un gran bloque con pendiente suave hacia el occidente y con un frente oriental abrupto. Está constituido en su porción superior, por depósitos aluviales de granulometría variada (gravas, arenas, limos y localmente arcillas), en general de alta permeabilidad y conglomerados de permeabilidad media. La parte inferior se aloja en rocas sedimentarias (areniscas) y volcánicas (andesitas y tobas) que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

Los últimos datos que se publicaron en 2015 por la CNA, indican que para el año 1997, el volumen de extracción de agua subterránea era de 7.0 hm^3/año, destinados casi en su totalidad a la agricultura; en tanto que su recarga se estimó en 6.4 hm^3 anuales. En cuanto a la familia de agua predominante, se determinó la mixta-clorurada, con problemas de salinidad para el uso agrícola. La concentración de sólidos totales disueltos, oscilaba entre los 900 y 5800 ppm. De manera general,

los pozos presentaron mejores condiciones de calidad que las norias. Para datos publicados al 30 de junio de 2014, el volumen de extracción de agua subterránea consignada en estudios técnicos se modificó a 18.6 hm^3, esto se debe a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida.

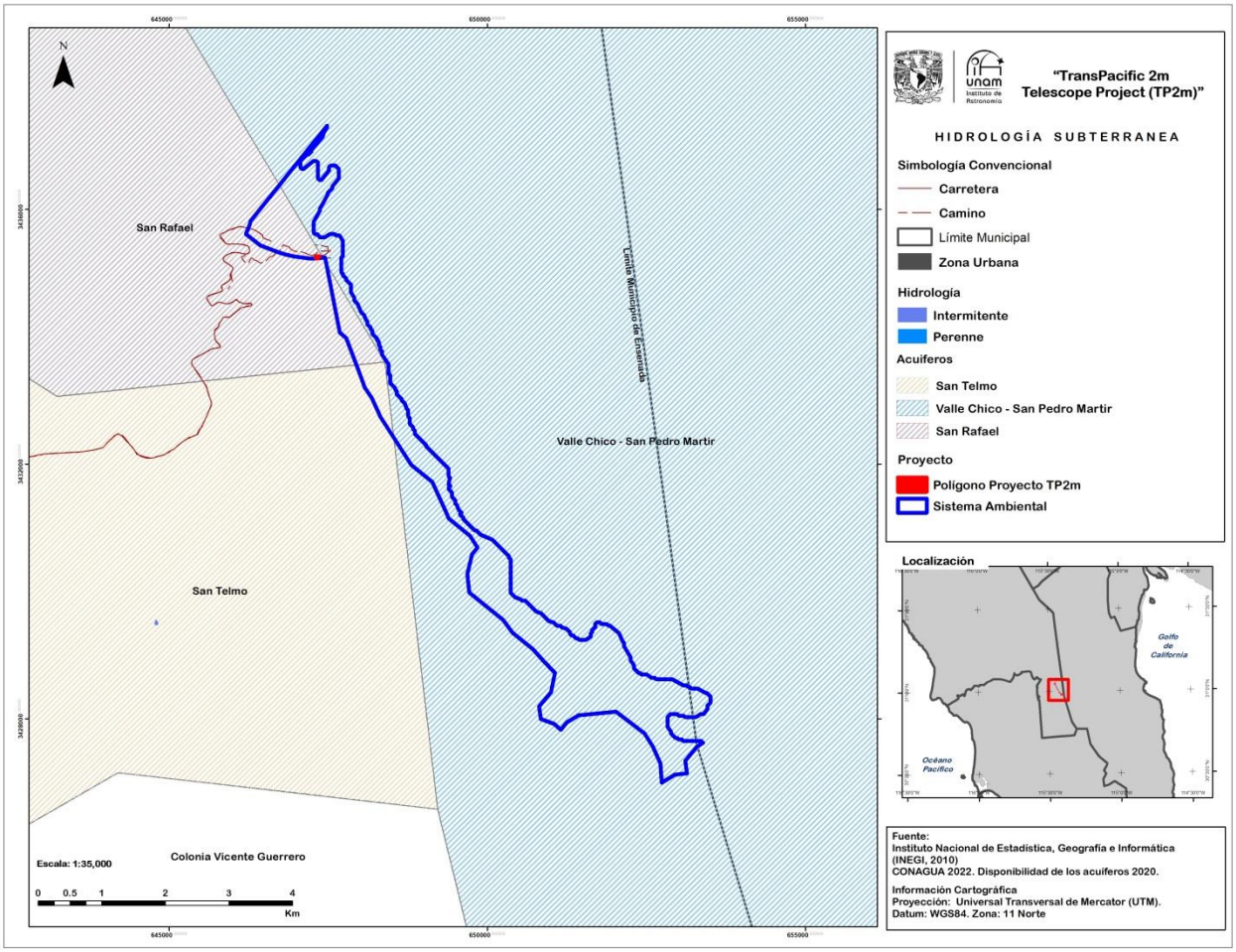


Figura 20 Mapa Hidrológico. Fuente: CONAGUA Subdirección Técnica. Disponibilidad de los acuíferos 2020.

IV.2.2.2 Medio biótico

a. Vegetación

El clima, el sustrato geológico y el suelo son factores que condicionan la adaptabilidad y distribución de las comunidades vegetales en una región. En las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, la temperatura es más fría y con mayor cantidad de lluvia, por lo cual se desarrollan comunidades adaptadas a estas condiciones como los chaparrales, bosques de táscate y bosques de pino.

Esta región está determinada por la existencia de un macizo montañoso, a cuya altimetría corresponde la presencia de pino por arriba de los 2,000 msnm (algunos casos, de los 1800m),

mientras que en la parte baja se presenta chaparral como tipo de vegetación dominante. Destaca esta región por su importancia biogeográfica, al contener comunidades de chaparral, encino, coníferas y otras comunidades templadas con su área de distribución más meridional.

La flora vascular de la SSPM cuenta con 500 especies de 251 géneros y 78 familias; de éstas, 453 especies de 236 géneros son nativas y 23 especies más una variedad se consideran como endémicas de la SSPM (Thorne, 2010). El principal tipo de vegetación asignado por el uso de suelo y porcentaje de superficie es el chaparral con el 59%, asociación de encinos bajos y vegetación arbustiva, con el 28 % está dado por el bosque de pinos y el restante 13% por otras comunidades vegetales (CONABIO, 2017).

Los bosques de pino de Baja California, se localizan principalmente en la porción norte de la península. Estas coníferas se encuentran típicamente por arriba de los 1,050 msnm, difiriendo en estructura y composición de especies de un área a otra (Delgadillo, 2004).

La variación en la composición de especies y la distribución de los bosques mixtos de coníferas, son el resultado de las variaciones en la topografía de la altiplanicie de la cresta. Las altiplanicies más bajas, entre 1,500 y 2,100 msnm están cubiertas por bosques monotípicos de *Pinus jeffreyi*, con mayores concentraciones en las partes bajas de las cuencas y en los márgenes de las praderas. Arriba de los 2,100 msnm, el bosque de *P. jeffreyi* da lugar a una franja de mayor riqueza florística de bosque mixto de coníferas que cubre los declives de las colinas, así como los pisos de las cuencas, de manera similar a los bosques de California (SEMARNAT, 2006).

Las laderas orientadas al sur están dominadas por *P. jeffreyi*, en conjunto con *Abies concolor*, *P. lambertiana*. y *A. concolor* este último dominante en las exposiciones septentrionales, pero *P. lambertiana* domina localmente en las pendientes húmedas y despeñaderos. El ciprés de la sierra, *Cupressus montana,* especie endémica de San Pedro Mártir, se encuentra frecuentemente en bosques de *A. concolor* y *P. lambertiana*, en la parte superior del acantilado oriental; *P. contorta* es abundante localmente en las praderas altas como Vallecitos; mientras que *Calocedrus decurrens* se encuentra en los arroyos y en algunas pendientes orientadas hacia el norte, principalmente sobre la ladera occidental de la altiplanicie (SEMARNAT, 2006).

Para 2016 se reportaron 11 nuevos registros taxonómicos en el sur del polígono del PNSSPM. Destacan algunas especies endémicas como *Calyptridium parryi* var. martirensey, C*. parryi nevadense, Astragalus gruinus*, *Echinocereus mombergerianus*, *Ericameria martirensis*, *E. pasishii* var. *peninsularis*, *Eriogonum wrightii* var. *oresbio*, *Galium wigginsii*, *Heterotheca brandegeei*, *Poa bajaesis*, *Xanthisma wigginsii* y *Trifolium wigginsii* para la cual se registró su población más meridional (Vanderplank *et.al.,* 2017).

La flora es uno de los factores esenciales para el hábitat ya que de manera indirecta mantienen la vida al proporcionar refugio a numerosas especies de vertebrados como invertebrados, ayudan a la captación de agua y evitan la erosión del suelo.

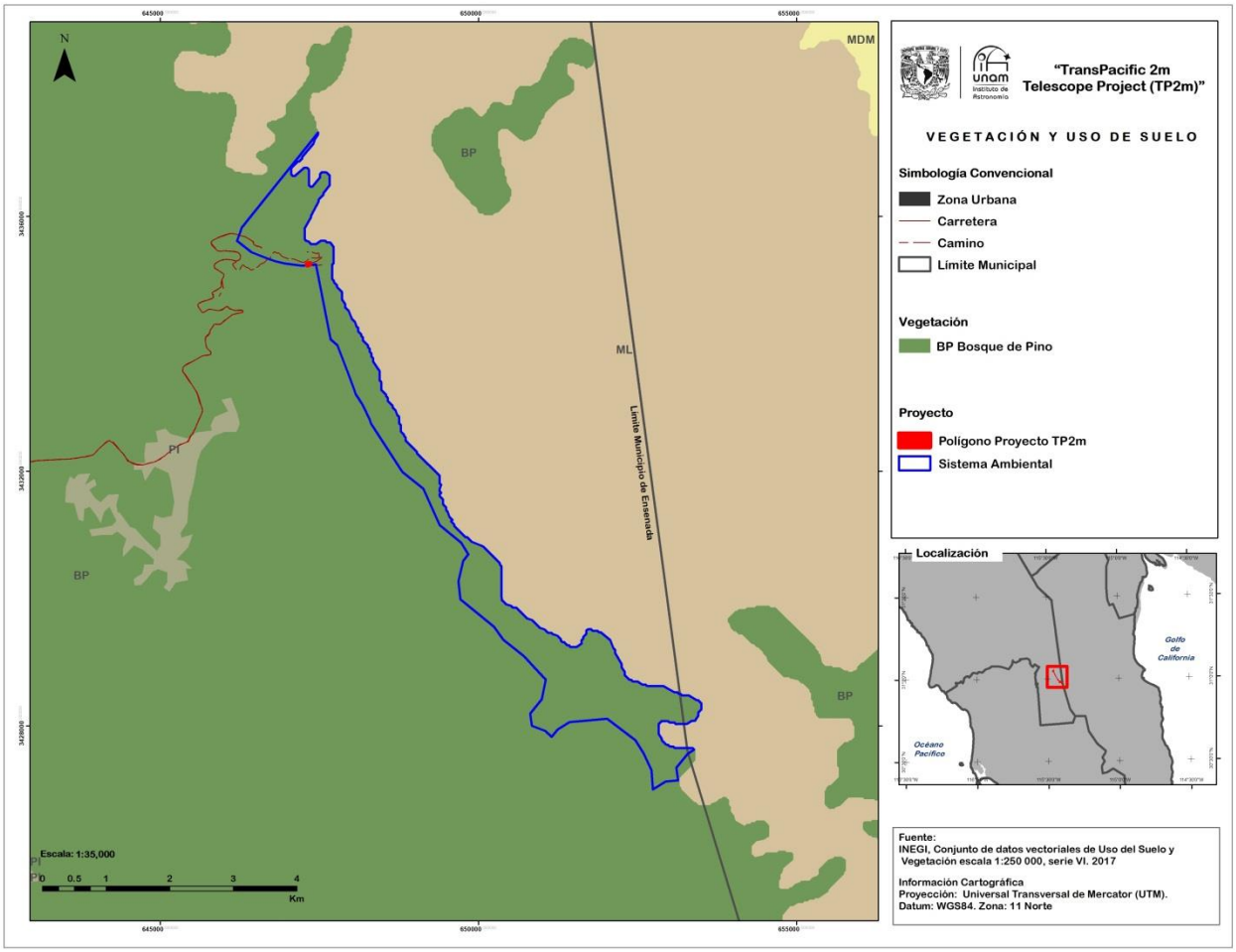


Figura 21 Mapa Uso de Suelo y Vegetación. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie V

Los listados de flora y fauna fueron tomados del borrador del Programa de Manejo del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir que se encuentra en proceso de revisión para su actualización y publicación. El listado completo de flora se presenta en el Anexo 10.

El estado de conservación de la vegetación dentro del polígono para el que se solicita el CUSTF, se puede definir como bueno ya que no se ha intervenido en ningún momento. A pesar de que el polígono de cambio de uso de suelo, se ubica según las cartas de vegetación en tipo de vegetación de bosque de pino, y la vegetación a remover para este proyecto corresponde principalmente a ecotono entre bosque de pino y chaparral, la cual será removida permanentemente para la construcción del telescopio y la infraestructura de apoyo que se describe en este documento. Por las dimensiones del instrumento, se prevé que algunas de las áreas a las que no se les de uso, presenten revegetación natural.

a.1 Muestreo de vegetación en el Sistema Ambiental

De acuerdo con la bibliografía consultada, el tipo de vegetación presente en la totalidad del sistema ambiental regional es el bosque de pino, el cual se encuentra sobre las sierras altas con declives escarpados, en las sierras Juárez y San Pedro Mártir. En Baja California se desarrolla por arriba de las zonas de chaparral y bosque de táscate, a partir de los 1,000 msnm. Su estructura es abierta y se caracteriza por presentar poco sotobosque. Las especies más representativas del bosque de pino son: *Pinus coulteri*, *P. jeffreyi*, *P. lambertiana* y *P. murrayana*, el abeto blanco *Abies concolor*, los cipreses *Cupressus montana* y *Calocedrus decurrens*, y el alamillo *Populus tremuloides* (INEGI, 2001).

El bosque de pino está bien conservado debido a que se encuentra en las áreas de influencia de los parques naturales, a pesar de que, en las zonas de amortiguamiento de estos parques, el bosque se encuentra sometido al pastoreo de bovinos (INEGI, 2001). En la zona, el tipo de vegetación de manera general corresponde al bosque de pino mixto, debido a que es una mezcla de elementos del bosque de pino y del chaparral.

Para la caracterización de la vegetación del sistema ambiental regional se llevó a cabo la siguiente metodología:

Metodología de muestreo de campo

Puntos de muestreo

En gabinete fueron definidos los puntos de muestreo y cada uno fue ubicado en campo con ayuda de un sistema de geoposicionamiento global satelital (GPS), estos puntos se seleccionaron empleando el Datum horizontal WGS84.

Una vez en el sitio de muestreo se prosiguió a identificar las especies presentes dentro de un círculo de 17.84 m que comprende al área de muestreo tomando como centro del círculo el punto georreferido aleatoriamente, cubriendo así un total de 1,000 m^2 en cada punto de censo.

1) Datos de control: número de sitio, fecha, persona responsable del registro de datos.
2) Información de los ejemplares: especie, altura y diámetro.
3) Características del sitio: tipo de asociación vegetal, altura sobre el nivel del mar y evidencia de fauna silvestre (observación directa, huellas, excretas, nidos, madrigueras).

Datos de campo

Las herramientas utilizadas para la toma de datos fueron: un geoposicionador satelital, una cinta métrica de 5 metros y de 30 metros, cinta diamétrica de 8 metros, un clinómetro marca Sunnto, un medidor de distancias láser y formatos.

Para los árboles, la altura se midió utilizando un clinómetro marca Sunnto, para el diámetro de los árboles, se utilizó una cinta diamétrica de 8 m, el diámetro se midió a la altura del pecho (DAP).
Para los organismos que no entraron en la categoría de árbol medible, aquellos que tenían un DAP menor a 10 cm o una altura menor a 160 cm, el diámetro de copa o cobertura foliar y la altura se midió con cinta flexible común.

Análisis de datos

Los datos obtenidos en el muestreo fueron capturados en una hoja de cálculo del programa Excel para posteriormente estimar el índice de valor de importancia (*IVI*), que se define mediante la ecuación (1):

(1)

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3} +$$

Dónde:

AR_i : abundancia relativa de la especie *i* respecto a la abundancia total
DR_i : área de copa relativa de la especie *i* respecto al área de copa total
FR_i : frecuencia relativa de la especie *i* respecto a la suma de las frecuencias

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef y para la diversidad alfa el índice de Shannon-Wiener, mediante las ecuaciones (2) y (3); este último es un logaritmo que describe la diversidad de especies independientes de la distancia. Con este índice se conoce la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (*Vista de Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México |Madera y Bosques*, s. f.)

(2)

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

(3)

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \times \ln(p_i)$$

Dónde:

S : número de especies presentes
N : número total de individuos
pi : proporción de individuos de la especie *i*

Datos de muestreo de campo

Dentro del SA, existen muchos áreas que son inaccesibles para que los técnicos encargados de realizar el muestreo por lo que no se pudieron tomar datos. Para las áreas en las que sí se pudo accesar, se muestrearon 16 sitios donde se registraron 2,758 ejemplares de 18 especies de plantas pertenecientes a 15 géneros: 7 arbóreas, 11 arbustivas (Tabla 22).

Tabla 22. Coordenadas de los puntos muestreados.

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Long X	Lat Y	N	E
1	-115.4504	31.03262	3434248.23	647892.338
2	-115.43068	30.9982	3430459.36	649828.475
3	-115.45076	31.03174	3434150.2	647859.336

4	-115.45309	31.04244	3435333.14	647620.421
5	-115.40428	30.97788	3428243.74	652381.574
6	-115.4651	31.04573	3435681.92	646469.147
7	-115.43435	31.0046	3431163.83	649468.059
8	-115.43445	31.00462	3431165.91	649458.48
9	-115.4366	31.00824	3431564.28	649247.56
10	-115.4083	30.9792	3428383.67	651995.562
11	-115.3939	30.9784	3428314.75	653372.105
12	-115.40206	30.97686	3428132.83	652595.233
13	-115.43141	30.99832	3430471.68	649758.584
14	-115.40248	30.97488	3427912.78	652558.271
15	-115.43097	31.00008	3430667.36	649797.845
16	-115.41401	30.98085	3428558.77	651447.626

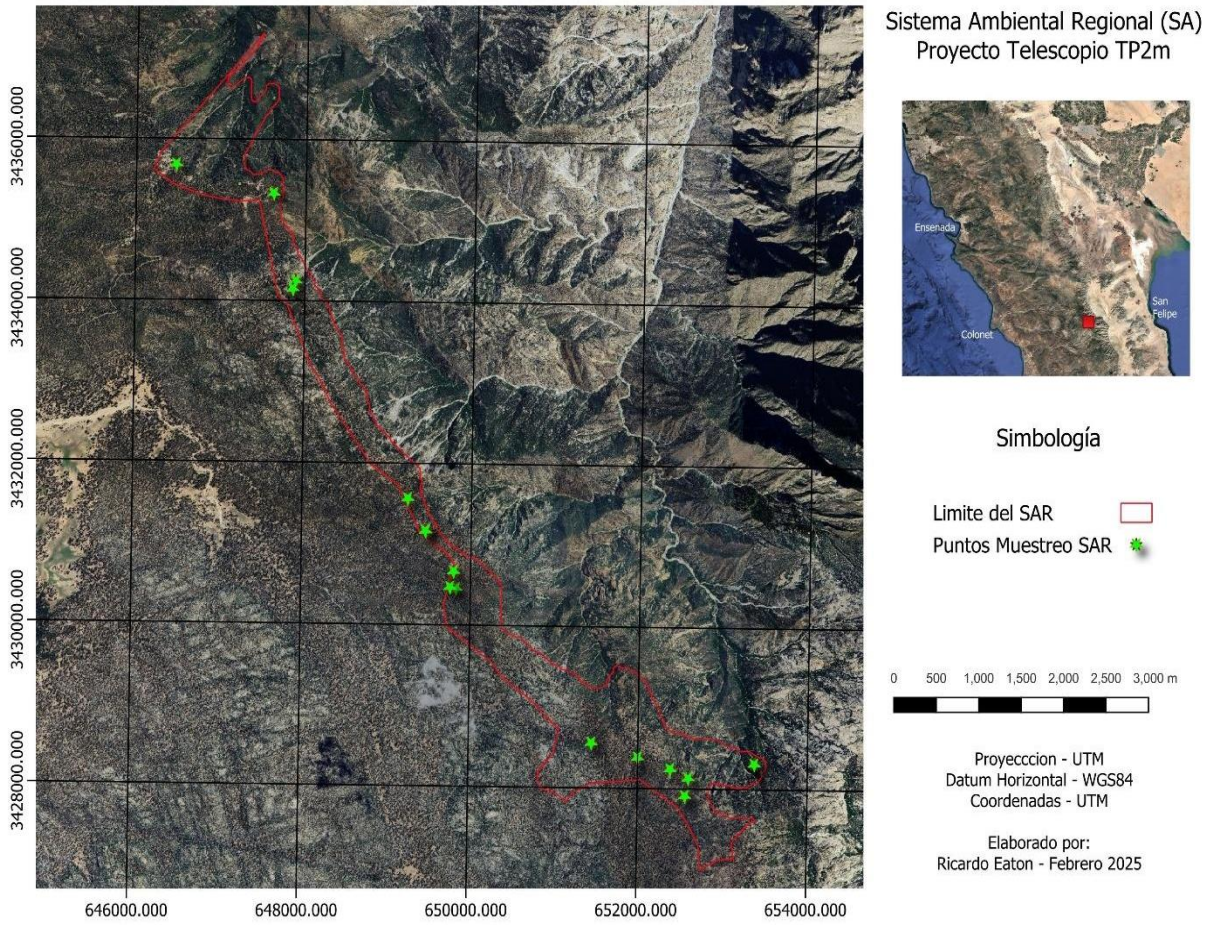


Figura 22. Punto de muestreo de vegetación para el Sistema Ambiental.

Tabla 23 Vegetación identificada en el SA

Nombre científico	Nombre común	Estrato	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	Total por especie
Abies concolor	Abeto del Noroeste	Arbóreo	0	15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	200
Arctostaphylos patula	Manzanita	Arbustivo	0	3	33	23	2	1	1	0	16	1	0	0	97	79	24	0	280
Astragalus grinus	Garbancillo	Arbustivo	0	0	4	0	0	7	22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	49
Ceanothus cordulatus	Cuerniblanco	Arbustivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	7
Eriogonium wrightii	Flor de borrego	Arbustivo	0	30	22	125	0	247	104	56	12	34	38	0	60	0	23	0	751
Hesperocyparis montana	Ciprés	Arbóreo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Heuchera rubescenns	Raíz de alumbre rosa	Arbustivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Holodiscus discolor	Llovizna	Arbustivo	0	0	4	1	8	24	0	8	0	1	29	5	0	0	0	1	81
Philadelphus microphyllus	Siringa de hoja pequeña	Arbustivo	10	0	1	0	0	4	0	14	0	4	11	23	3	0	0	1	71
Pinus jeffreyi	Pino Negro	Arbóreo	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24	0	98
Pinus lambertiana	Pino de azúcar	Arbóreo	2	0	0	0	2	1	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	13
Pinus quadrifolia	Piñón de California	Arbóreo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Populus tremuloides	Álamo temblón	Arbóreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	137
Quercus chrysolepis	Encino	Arbóreo	19	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	28
Quercus tormentella	Encino isleño	Arbóreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ribes cereum	Grosella de cera	Arbustivo	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Salvia pachyphylla	Salvia rosa	Arbustivo	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	1	0	83	0	163
Symphoricarpos rotundifolius	Baya de nieve	Arbustivo	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	872
Total por sitio			**38**	**127**	**96**	**260**	**74**	**379**	**297**	**163**	**225**	**87**	**257**	**74**	**204**	**89**	**184**	**204**	**2,758**

Referente a la vegetación identificada en el SA y su relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 24. Vegetación identificada y su relación con la NOM- 059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. Individuos	Estrato
Abies concolor	Abeto del Noroeste	Pr	200	Arbóreo
Arctostaphylos patula	Manzanita	-	280	Arbustivo
Astragalus grinus	Garbancillo	-	49	Arbustivo
Ceanothus cordulatus	Cuerniblanco	-	7	Arbustivo
Eriogonium wrightii	Flor de borrego	-	752	Arbustivo
Hesperocyparis montana	Ciprés	-	1	Arbóreo
Heuchera rubescenns	Raíz de alumbre rosa	-	2	Arbustivo
Holodiscus discolor	Llovizna	-	81	Arbustivo
Philadelphus microphyllus	Siringa de hoja pequeña	-	71	Arbustivo
Pinus jeffreyi	Pino Negro	Pr	98	Arbóreo
Pinus lambertiana	Pino de azúcar	-	13	Arbóreo
Pinus quadrifolia	Piñón de California	Pr	1	Arbóreo
Populus tremuloides	Álamo temblón	-	137	Arbóreo
Quercus chrysolepis	Encino	-	28	Arbóreo
Quercus tormentella	Encino isleño	-	1	Arbóreo
Ribes cereum	Grosella de cera	-	2	Arbustivo
Salvia pachyphylla	Salvia rosa	-	163	Arbustivo
Symphoricarpos rotundifolius	Baya de nieve	-	872	Arbustivo
Ejemplares totales censados en el SAR			**2,758**	

Pr=Sujeta a Protección Especia/ Nombre común, Fuente: www.naturalista.mx

Durante los recorridos de campo se observaron 5 especies que no se registraron dentro de los puntos de muestreo, probablemente esto se deba a que su número de ejemplares en la zona es bajo, y tampoco se encuentran citadas bajo algún estatus de protección en la NOM-0259.

Las especies son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común
Arctostaphylos pringlei	Manzanita
Dudleya pauciflora	Siempreviva
Echinocereus mombergerianus	Alicoche de San Pedro Mártir
Nolina palmeri	Soyate
Frangula califórnica	Cambronera

Se adjunta datos del muestreo de campo en el Anexo 11.

a.2 Censo de vegetación en el sitio sujeto a CUSTF (TP2m).

El trabajo de campo relativo al censo de vegetación se dividió en dos etapas; elaboración de un listado florístico y censo de vegetación.

Listado *in situ*

El listado se realizó mediante identificación *in situ* con base en conocimiento de la flora de la región y con apoyo de guías de campo (Rebman & Roberts, 2012). Se presenta dicho listado y se anexan evidencias fotográficas de algunas de las plantas.

Censo de vegetación

Para el censo se utilizó el polígono completo del área a CUS previamente delimitado en sitio por personal técnico de la UNAM empleando estación total. Las herramientas utilizadas para la toma de datos fueron: un geoposicionador satelital, cintas métricas de 5 metros y de 30 metros, cinta diamétrica de 8 metros, un clinómetro marca Sunnto, un medidor de distancias y formatos.

Para el censo, se registraron todos los individuos en la totalidad del polígono propuesto para cambio de uso de suelo (1,375.4615m^2). Las plantas fueron clasificadas por forma de vida; herbáceas, arbustivas y arbóreas.

Las herbáceas fueron cuantificadas y se tomó la altura de cada individuo con el flexómetro de 5 metros. Para los arbustos se midió la altura desde la base y dos diámetros con ayuda del flexómetro de 5 metros y/o de 30 metros. Para los árboles se registró la altura con base en ángulo y distancia. Es decir, se registró el ángulo a la copa desde una distancia determinada para con base en el teorema de Pitágoras para determinar la altura. Esto se llevó a cabo con telémetro para distancia y clinómetro de marca Suunto que permitió registrar los ángulos. Además, se registró el diámetro a altura al pecho (DAP) con la cinta diamétrica de 8 metros. Para los organismos que no entraron en la categoría de árbol medible (aquellos que tenían un DAP menor a 10 cm o una altura menor a 160 cm), el diámetro de copa o cobertura foliar y la altura se midió con flexómetro común de 5 metros.

Las variables se capturaron en formatos diseñados para este fin y se tomaron los siguientes datos:

1) Datos de control: número de sitio, fecha, persona responsable del registro de datos.
2) Información de los ejemplares: especie, altura y diámetro.
3) Características del sitio: tipo de asociación vegetal, altura sobre el nivel del mar y evidencia de fauna silvestre (observación directa, huellas, excretas, nidos, madrigueras).

Figura 23. Sitio de censo para el área de CUSTF, proyecto.

Se identificaron 9 especies vegetales correspondientes a 7 familias de las cuales 2 están sujetas a protección especial.

Tabla 25 Relación de especies censadas dentro del área de CUSTF y su relación con la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM - 059	No. Individuos	Tipo de vegetación
Pinaceae	*Abies concolor*	Abeto	Pr	1**	BPM
Poaceae	*Agrostis scabra*	Pasto		87	BPM
Ericaceae	*Arctosthaphylos patula*	Manzanita de hoja verde		10	BPM
Fabaceae	*Astragalus circumdatus*	Garbancillo		1	BPM
Montiaceae	*Calyptridium parryi*	Gatitos de Parry		13	BPM
Rosaceae	*Holodiscus discolor*	Rocío oceánico		11	BPM
Rubiaceae	*Gallium wigginsi*	Galio		36	BPM
Pinaceae	*Pinus jeffreyi*	Pino amarillo	Pr	10*	BPM
Poaceae	*Piptochaetium sp*	Pasto		160	BPM
TOTAL				**329**	

Pr Sujetas a protección especial/ BPM=Bosque de pino mixto
*Total de individuos presentes, 7 vivos y 3 muertos

**Individuo muerto

Es importante mencionar que, de estas 329 plantas, 260 son individuos que pertenecen al grupo de los pastos, que, por su temporalidad estacional, pueden ya no estar presentes cuando se ejecute el CUTSF. En total se calcula que se removerán 325 individuos, de los cuales cuatro están ya muertos, y se pretende rescatar a 4 individuos: 3 ejemplares de manzanita de hoja verde y 1 ejemplar de pino amarillo, debido a su tamaño que asegura sobrevivencia, a su estatus de protección e importancia en la zona.

Tabla 26 Número de ejemplares a remover por especie del área sujeta a CUSTF.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. Individuos	Tipo de vegetación
Pinaceae	*Abies concolor*	Abeto	Pr	1*	BPM
Poaceae	*Agrostis scabra*	Pasto		87	BPM
Ericaceae	*Arctosthaphylos patula*	Manzanita de hoja verde		7	BPM
Fabaceae	*Astragalus circumdatus*	Garbancillo		1	BPM
Montiaceae	*Calyptridium parryi*	Gatitos de Parry		13	BPM
Rosaceae	*Holodiscus discolor*	Rocío oceánico		11	BPM
Rubiaceae	*Gallium wigginsi*	Galio		36	BPM
Pinaceae	*Pinus jeffreyi*	Pino negro	Pr	9**	BPM
Poaceae	*Piptochaetium sp.*	Pasto		160	BPM
TOTAL				**325**	

Pr Sujetas a protección especial/ BPM=Bosque de pino mixto
*Total de individuos presentes, 7 vivos y 3 muertos
**Individuo muerto

Esta vegetación por su tamaño será removida con herramientas de mano para evitar que ejemplares de fauna sean dañados.

Se adjunta Censo de vegetación en el sitio del TP2m (Anexo 12).

a.3 Análisis de riqueza y diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental y Sitio TP2m.

No se incluye en el siguiente análisis comparativo de diversidad el estrato de herbáceas, debido a que los individuos en el sitio y en el SA son fútiles debido a su talla pequeña, baja cobertura y biomasa.

En el SA su presencia es menor y en los sitios de muestreo, por la época de muestreo, se encontraban cubiertos de nieve y no fue posible si quiera registrar su frecuencia. Por lo anterior no es posible determinar su volumen, calcular índices de diversidad y determinar su importancia, por lo que el análisis lo centramos en estratos arbóreo y arbustivo exclusivamente.

Tabla 27 Riqueza de especies e índices de diversidad de flora por sitio de muestreo y estrato en el SA y sitio TP2m.

Sitio	Estrato de vegetación	Número de individuos	Riqueza (Número de especies)	Riqueza específica (Margalef)	Índice de Shannon	Dominancia de Simpson	Índice de Simpson
1	Arbóreo	25	4	0.932	0.794	0.6	0.4
	Arbustivo	13	2	0.3898712	0.5402041	0.645	0.355
2	Arbóreo	23	2	0.319	0.646	0.5463138	0.4536862
	Arbustivo	104	3	0.430627	0.7214868	0.550	0.450
3	Arbóreo	11	3	0.834	1.067	0.3553719	0.6446281
	Arbustivo	85	6	1.1254541	1.4024982	0.283	0.717
4	Arbóreo	6	2	0.558	0.451	0.7222222	0.2777778
	Arbustivo	254	4	0.5417769	0.9533917	0.421	0.579
5	Arbóreo	53	4	0.756	0.726	0.6069776	0.3930224
	Arbustivo	21	4	0.9853762	0.9448939	0.383	0.617
6	Arbóreo	6	3	1.116	0.868	0.5	0.5
	Arbustivo	373	7	1.0132434	0.9573674	0.499	0.501
7	Arbóreo	14	3	0.758	0.759	0.5612245	0.4387755
	Arbustivo	283	4	0.5314017	0.914715	0.445	0.555
8	Arbóreo	25	3	0.621	0.635	0.6608	0.3392
	Arbustivo	138	4	0.6088584	1.12535	0.367	0.633
9	Arbóreo	5	2	0.621	0.500	0.68	0.32
	Arbustivo	220	5	0.7416159	1.2687409	0.337	0.663
10	Arbóreo	33	4	0.858	0.817	0.5665748	0.4334252
	Arbustivo	54	5	1.0027616	0.9817945	0.470	0.530
11	Arbóreo	25	4	0.932	0.971	0.4272	0.5728
	Arbustivo	232	4	0.5507884	0.9728262	0.485	0.515
12	Arbóreo	32	4	0.866	0.892	0.5449219	0.4550781
	Arbustivo	42	5	1.0701855	1.1190402	0.397	0.603
13	Arbóreo	23	3	0.638	0.838	0.463138	0.536862
	Arbustivo	181	6	0.9618165	1.0870941	0.406	0.594
14	Arbóreo	7	2	0.514	0.598	0.5918367	0.4081633
	Arbustivo	82	3	0.4538524	0.1802232	0.929	0.071
15	Arbóreo	25	2	0.311	0.168	0.9232	0.0768
	Arbustivo	159	5	0.7891252	1.2605563	0.345	0.655
16	Arbóreo	166	3	0.391	0.459	0.7096095	0.2903905
	Arbustivo	38	3	0.5498152	0.2426735	0.899	0.101
Sitio	**Estrato de vegetación**	**Número de individuos**	**Riqueza (Número de especies)**	**Riqueza específica (Margalef)**	**Índice de Shannon**	**Dominancia de Simpson**	**Índice de Simpson**
TP2m	Arbóreo	7	1	0.000	0.000	1	0
	Arbustivo	71	5	0.938378	1.2802331	0.335	0.665

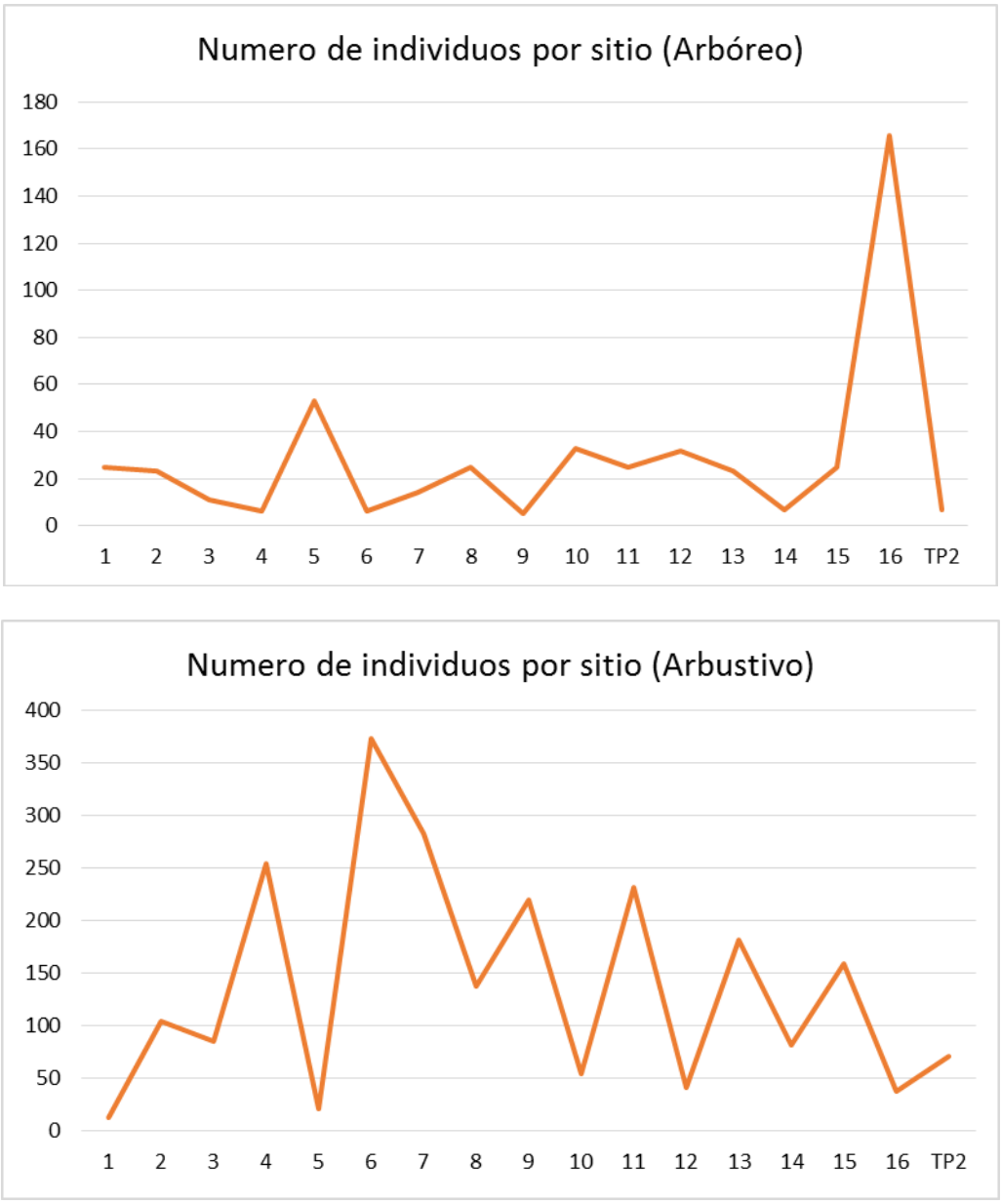


Figura 24 Número de individuos por sitio de muestreo y por estrato de vegetación.

El sitio TP2m es en donde se pretende realizar el proyecto. Se observa que el sitio con más individuos para el estrato arbóreo es el 16, en donde se localiza un bosquecillo de la especie *Populus tremuloides*, los sitios con menor cantidad de árboles son 4, 6, 9, 14 y TP2m. Para el estrato

arbustivo es el sitio 6 en donde hay una gran cantidad de individuos de la especie *Eriogonium wrightii,* mientras que los sitios 1 y 5 son los que tienen una menor cantidad de individuos.

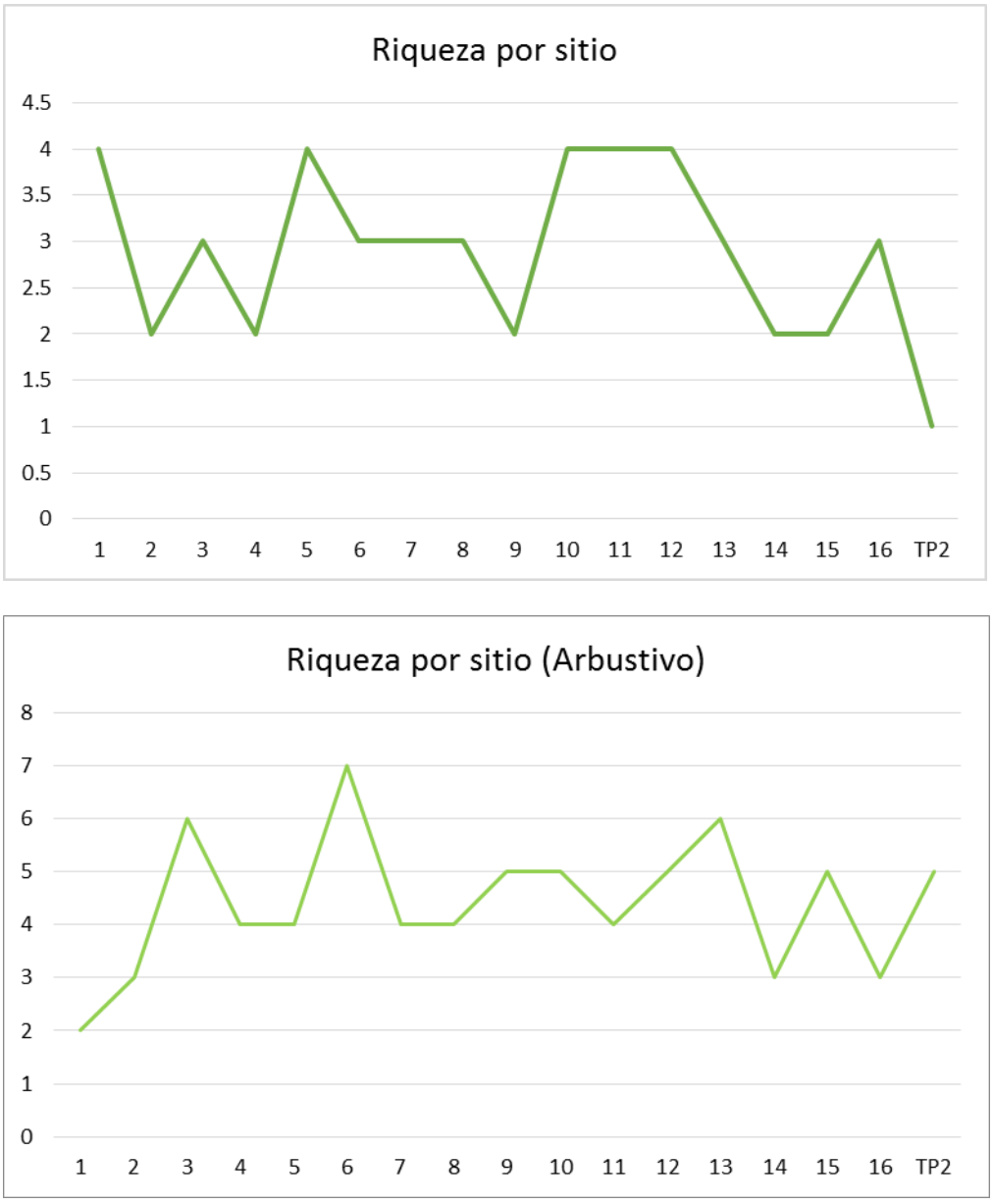
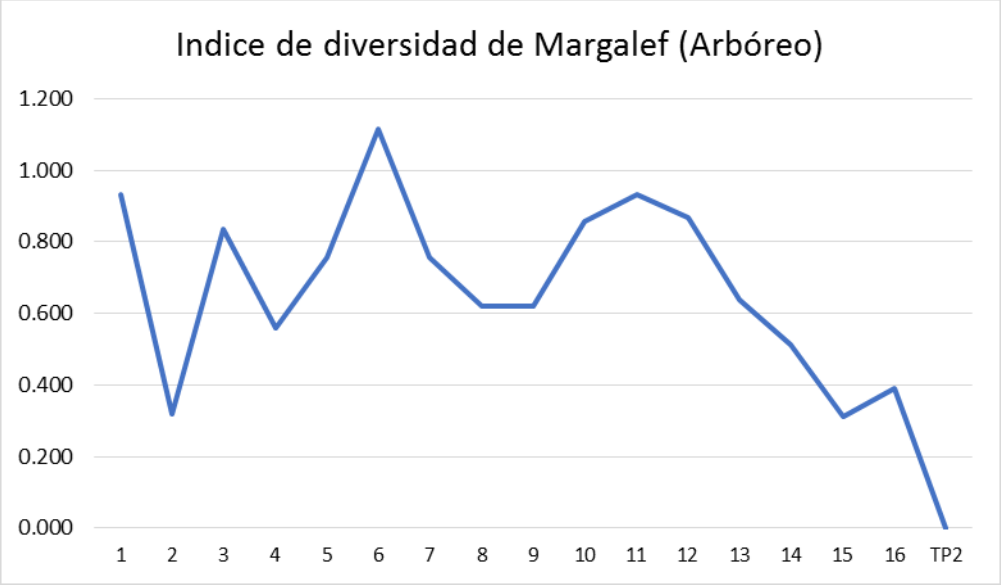


Figura 25 Riqueza por sitio y por estrato de vegetación.

Se observa que la riqueza máxima para el estrato arbóreo es de 4, presentándose en los sitios 1, 5, 10, 11 y 12; el sitio con menor riqueza es el TP2m con valor de uno. Para el estrato arbustivo la riqueza máxima se presentó en el sitio 6, en donde se registraron 7 especies; el sitio 1 tiene menor riqueza con 2 especies.



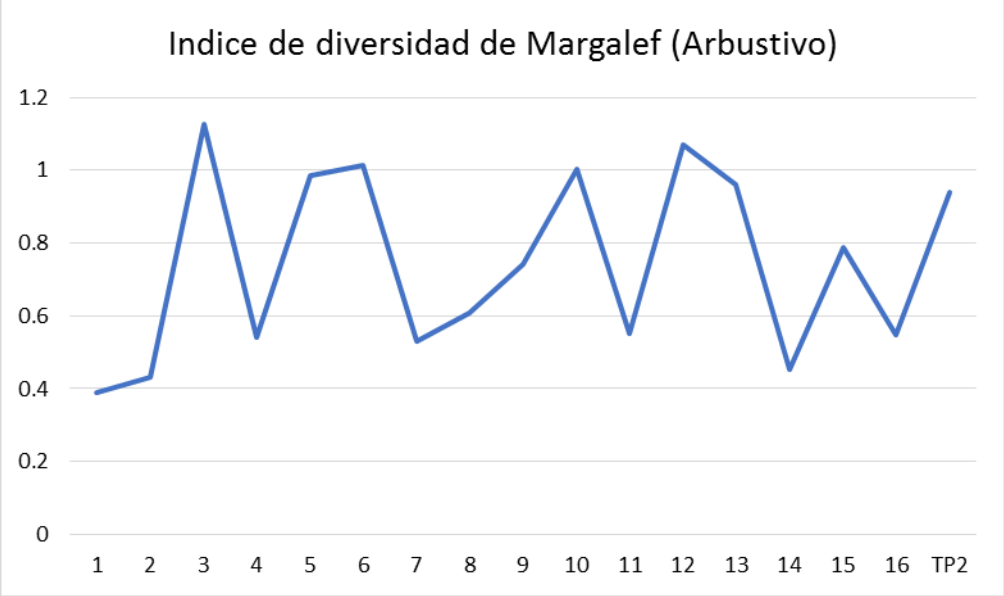
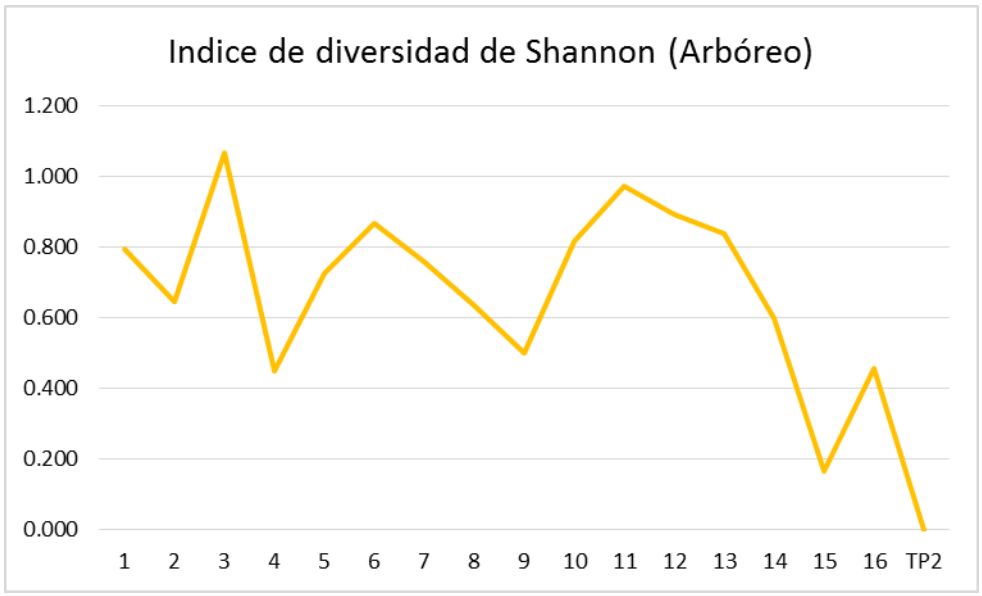


Figura 26 Índice de diversidad de Margalef por sitio y por estrato de vegetación.

Los sitios que presentaron un índice de riqueza de Margalef alto para el estrato arbóreo fueron 1, 6 y 11; el sitio TP2m fue el que presentó menor riqueza. Para el estrato arbustivo el sitio ng es el que tiene el valor de riqueza más alto, seguido de los sitios 3 y 12, mientras que el de valor más bajo fue el sitio 1.



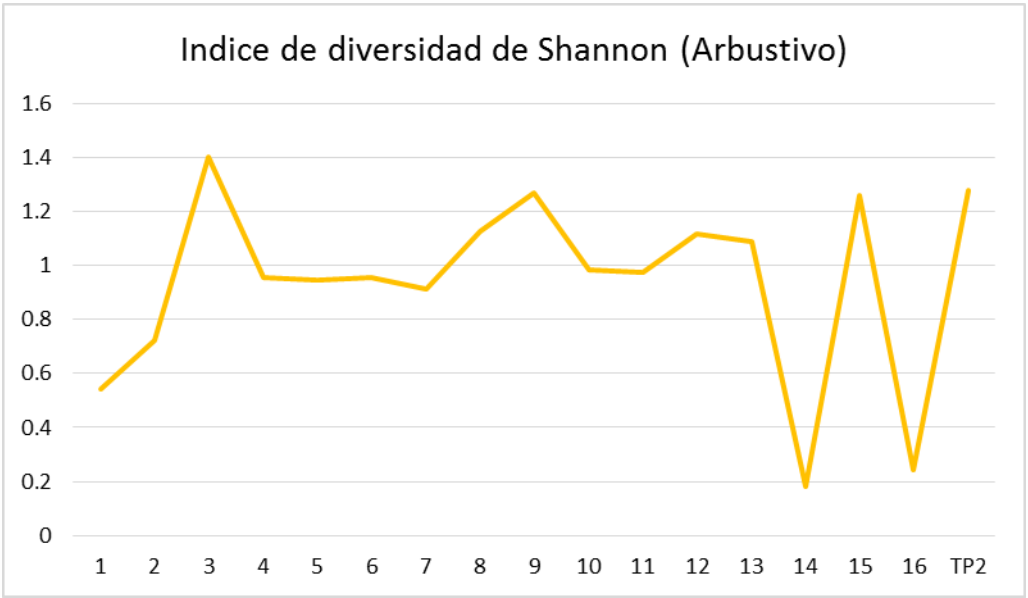


Figura 27 Índice de diversidad de Shannon por sitio y por estrato de vegetación.

Para el estrato arbóreo y el estrato arbustivo el sitio 3 es el que presentó el índice de diversidad de Shannon más alto. Los valores más bajos los tuvieron, el sitio TP2m para el estrato arbóreo y el sitio 14 para el estrato arbustivo.

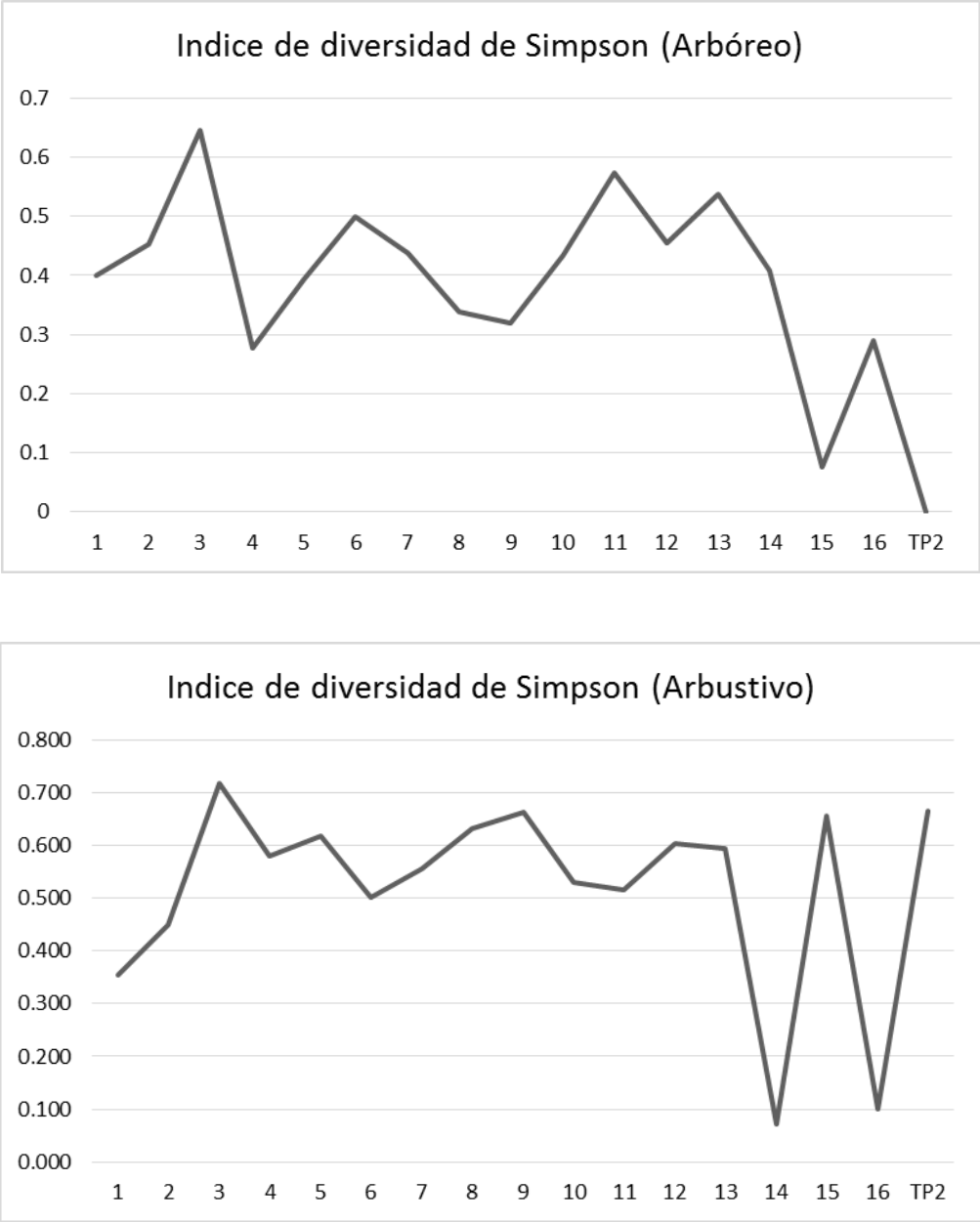


Figura 28 Índice de diversidad de Simpson por sitio y por estrato de vegetación.

El sitio 3 es el sitio con el valor más alto para el índice de diversidad de Simpson para ambos estratos. El índice de diversidad de Simpson al igual que el índice de Shannon, coloca al sitio 3 como el segundo sitio con los valores más altos para ambos estratos. Los valores más bajos los tuvieron el sitio TP2m para el estrato arbóreo y el sitio 14 para el estrato arbustivo

El estado de conservación de la vegetación dentro del polígono para el que se solicita el CUSTF, se puede definir como bueno ya que no se ha intervenido en ningún momento, está dentro del área natural protegida y dentro del Observatorio Astronómico Nacional, en un lugar al que no tienen acceso los visitantes al área.

Los resultados totales indican que el sitio TP2m presenta una menor riqueza de especies en comparación con el sistema ambiental. En el sitio TP2m se registraron 2 especies de arbustos, 1 de árboles (vivos) y 5 herbácea, mientras que en el sistema ambiental se identificaron 8 especies de arbustos, 8 de árboles y 2 herbáceas, lo que representa casi el doble de diversidad para los grupos de árboles y arbustivas.

Adicionalmente, la herbácea presente en el sitio TP2m (*Calyptridium parryi*) no se encuentra en el sistema ambiental, sin embargo, se trata de cuatro especies comunes en la región, no poseen estatus de conservación especial y su abundancia en el sitio TP2m es muy baja.

Dado que el sistema ambiental alberga una mayor riqueza de especies arbóreas y arbustivas, incluyendo una mayor diversidad estructural, y considerando que las especies exclusivas del sitio TP2m son de distribución amplia y sin importancia en términos de conservación, se puede concluir que el sitio TP2m no posee un valor ecológico superior al sistema ambiental, además se plantea rescatar del sitio TP2m a las especies más representativas y de mayor importancia.

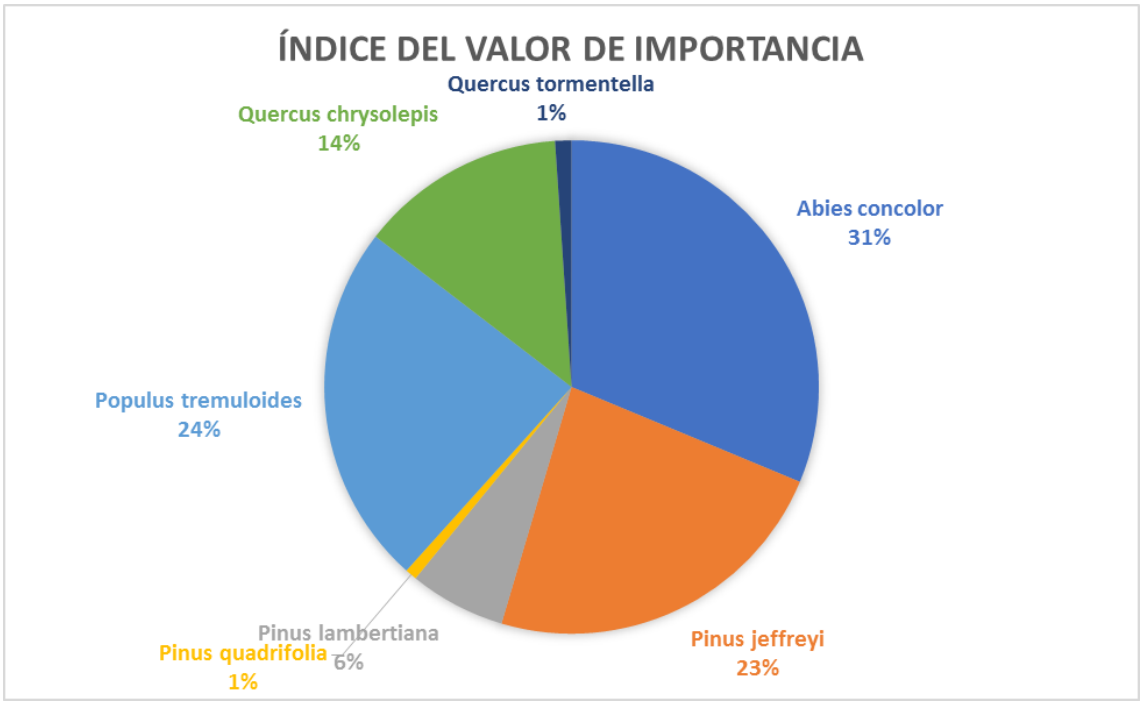
Los resultados de diversidad con base en el Incide de Margalef (Dmg) se presentan en las tablas ##. Valores por debajo de 2 suelen hacer referencia a ecosistemas con poca biodiversidad y superiores a 5 indican alta biodiversidad. Por lo que los dos estratos presentan una **BAJA DIVERSIDAD**. Particularmente, del estrato de pastos que no se calculan los índices, solo se encontraron dos especie en el sitio para CUSTF.

Con relación al índice de valor de importancia (IVI), este permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. Éste cálculo se realiza para todo el SA, incluyendo el sitio de CUSTF, con el fin de conocer y comparar el IVI para cada una de las especies presentes en el sitio propuesto para CUSTF. Los resultados indican que para el estrato arbustivo-hierbas/pasto la especie *Symphoricarpos rotundifolius* (solo presente en el SA) obtuvo un valor de 26.87% del IVI, seguido de *Arctostaphylos patula* (19.23%) y *Eriogonium wrightii* (18.77%), ésta última no presente en el sitio para el CUSTF. Para el estrato arbóreo *Abies concolor* con 31.27% es la especie con el mayor valor de importancia, particularmente para esta especie se registró un solo individuo muerto dentro del sitio para el CUSTF. Para los estratos analizados, la especie que presentó el menor valor de importancia ecológica fue *Astragalus circumdatus* (solo presente en el sitio para CUSTF) y *Heuchera rubescens* con 0.45, especies muy poco comunes en la zona.

En este análisis se incluyen en el estrato arbustivo a las hierbas y pastos, por tener baja presencia, cobertura y biomasa, se consideran especies fútiles y efímeras.

Tabla 28 Índice de Valor de Importancia (IVI) para la vegetación.

Estrato de vegetación	Especie	IVI
Arbóreo	*Abies concolor**	31.27
	*Pinus jeffreyi**	23.32
	Pinus lambertiana	6.30
	Pinus quadrifolia	0.77
	Populus tremuloides	23.76
	Quercus chrysolepis	13.50
	Quercus tormentella	1.07
Arbustivo-Hierba/Pasto	*Agrostis scabra*	1.55
	Arctostaphylos patula	19.23
	Astragalus circumdatus	0.45
	Astragalus gruinus	2.55
	Calyptridium parryi	0.62
	Ceanothus cordulatus	1.72
	Eriogonium wrightii	18.77
	Gallium wigginsi	1
	Hesperocyparis montana	0.92
	Heuchera rubescenns	0.45
	Holodiscus discolor	9.22
	Philadelphus microphyllus	5.05
	Piptochaetium sp.	2.49
	Ribes cereum	0.47
	Salia pachyphylla	8.65
	Symphoricarpos rotundifolius	26.87



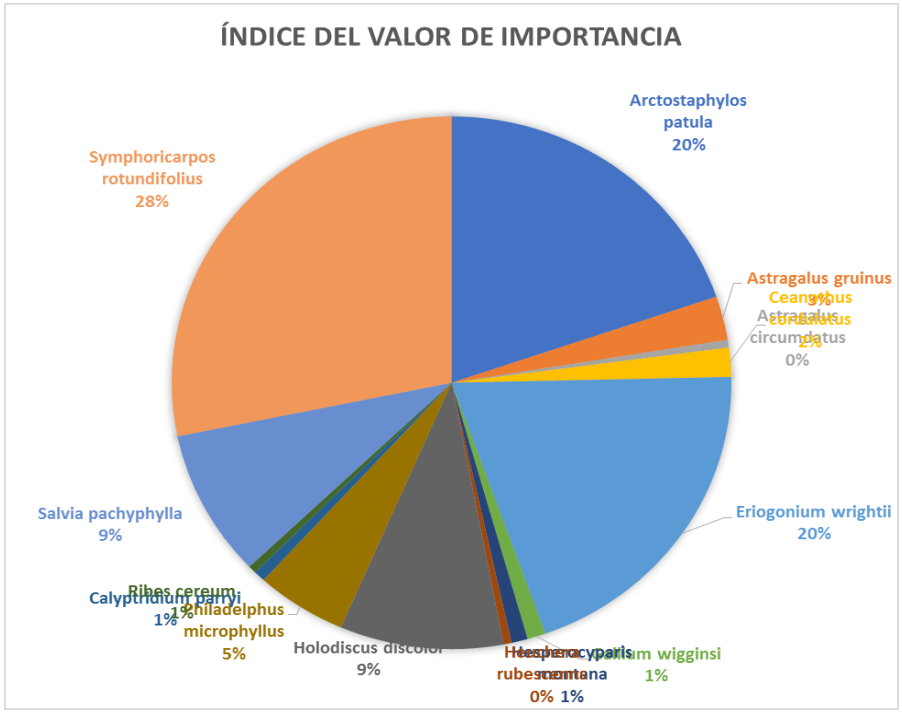


Figura 29 Índice de Valor de Importancia (IVI) para los estratos de vegetación (superior arbóreas/ inferior arbustivas).

El valor de importancia para el estrato arbóreo indica que *Abies concolor*, *Pinus jeffreyi* y *Populus tremuloides* son las especies de mayor importancia en la zona.
Para las especies arbustivas *Symphoricarpos rotundifolius*, *Arctostaphylos patula* y *Eriogonum wrightii* son las de mayor importancia.

En el Anexo 13, se presentan las hojas-memoria de cálculo para cada uno de los factores componentes de las fórmulas para el cálculo de cada uno de los índices anteriormente mencionados (Índices de Biodiversidad).

b. Fauna

La información contenida en el presente apartado es resultado de la búsqueda de referencias bibliográficas, así como de recorridos en campo y la colocación de cámaras trampa.
De manera genera, la presencia de fauna en el sitio del proyecto es mínima, con la presencia de pequeños reptiles como lagartijas y pequeños mamíferos, así como coyotes y venados. La ausencia de fauna puede deberse a las características del hábitat y a la presencia del personal del mismo OAN.
El predio del proyecto no es un área especialmente sensible por tratarse de vegetación de chaparral, ya que no alberga especies de interés o protegidas como en los humedales y praderas, ni zonas de anidación, refugio o crianza por lo que no se incluye un listado específico para el sitio.

Mamíferos

Los mamíferos de la Sierra de San Pedro Mártir tienen similitud con los de California, Estados Unidos, y el resto del Estado de Baja California, aunque existen diversos endemismos que dan cuenta de la particular y rica historia natural de la sierra. Al hablar de mamíferos de la sierra es inevitable mencionar dos grandes especies que son importantes, no sólo desde un punto de vista biológico/ecológico sino desde un punto de vista estético y apelativo como el puma (*Puma concolor*) y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), que son especies, de manera general, consideradas atractivas e interesantes.
La ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*), es una especie endémica de la sierra, que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada (A), la cual solo se presenta en el área de bosques de coníferas (Lindsay, 1981); sin embargo, no existen suficientes estudios sobre su población y ecología. La distribución exacta de esta especie no es conocida, excepto por tres locaciones dentro de la sierra, que van entre los 2 100 msnm y 2 750 msnm principalmente, donde hay mayor abundancia de *Pinus jeffreyi* (Yensen y Valdés-Alarcón, 1999).
Cuando hablamos de mamíferos, los roedores son los más númerosos, es fundamental destacar las especies y subespecies endémicas de la sierra, ya que estos endemismos demuestran la importancia de la historia natural propia de la región en el contexto evolutivo de diversos roedores. En la Sierra de San Pedro Mártir (SSPM), se tiene registro de tres subespecies endémicas de roedores: el ratón de abazones de California (*Chaetodipus californicus mesopolius*), el ratón piñonero (*Peromyscus truei martirensis*) y el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus*). Este último se encuentra confinado a las áreas de humedales (Mellink, 1991).
Es importante señalar que la especie *M. californicus* está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de "peligro de extinción" (P). Además, se han reconocido tres subespecies para Baja California (Ramírez-Pulido, 2014), de las cuales *M.c. aequivovatus* y *M.c. hyperythrus* están distribuidas en la Sierra de San Pedro Mártir. Por lo tanto, es crucial implementar diversas acciones,

como planes de manejo y programas de monitoreo, que puedan contribuir al conocimiento y conservación de estas subespecies, así como ayudar a identificar y reducir las amenazas a sus poblaciones (Guevara-Carrizales et al., 2016).
El chichimoco (*Eutamias obscurus*) es una especie endémica de la Sierra de San Pedro Mártir y sus áreas aledañas, distribuyéndose desde la parte suroeste de esta sierra, hasta el norte de Sierra Juárez y no presenta simpatría con otras especies (Mellink, 1991).
Para el orden Quiróptera se ha descrito la presencia de 16 especies para la Sierra de San Pedro Mártir, y destaca por ser un espacio donde convergen y encuentran refugio una gran diversidad de especies, algunas de ellas endémicas, por lo cual, el buen estado de conservación de la sierra, juega un papel clave para su supervivencia y para mantener su riqueza biológica tan característica.

Aves

La sierra se encuentra incluida en la lisita de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México (AICA) y presenta una gran diversidad de especies de aves entre endémicas, residentes y migratorias. De acuerdo con el listado más reciente publicado por CONABIO, se tiene registro de 200 especies de aves entre residentes y migratorias, de las cuales por lo menos 15 se encuentran bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las especies de aves que se localizan en la sierra, se encuentran principalmente del tipo neártico como; el azulejo (*Sialia mexicana*), mosquero negro (*Sayornis nigricans*), codorniz californiana (*Calipepla californica*), colibrí cabeza roja (*Calypte anna*), carbonero ceja blanca (*Poecile gambeli*), perlita californiana (*Polioptila californica*), carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), cóndor de California (*Gymnogyps californianus*), entre otros. Por otro lado, el cuitlacoche peninsular (*Toxostoma cinereum*) que es endémico de la península, encuentra en la sierra su límite más norteño (Ruiz-Campos *et.al.,* 2004).

El cóndor de California fue observado y colectado varias veces en la Sierra de San Pedro Mártir desde 1879, e incluso formó parte del reconocimiento biológico de Nelson (1921). Actualmente se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría en peligro de extinción (P).

Se han descrito siete especies de rapaces nocturnas, a través de reportes auditivos y visuales, así como registros bibliográficos; de los cuales destaca la presencia de una amplia diversidad de especies como: Búho cornudo (*Bubo virginianus*) el cual se encuentra bajo la categoría de amenazado (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tecolote ojos oscuros (*Psiloscops flammeolus*), búho pigmeo del norte (*Glaucidium californicum*), tecolote oyamelero norteño (*Aegolius acadicus*), tecolote del oeste (*Megascops kennicottii*), búho cara canela (*Asio otus*) y búho manchado (*Strix occidentalis*) bajo la categoría de amenazado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a nivel internacional es considerado como casi amenazado por la Lista Roja IUCN (SEMARNAT, 2010 y Rodríguez-Hernández, 2018).

Reptiles

En la Sierra de San Pedro Mártir se han documentado 38 especies de reptiles, las cuales muestran una preferencia por las zonas más cálidas de la sierra. Estos reptiles se encuentran con mayor frecuencia en ecosistemas de chaparral y en áreas abiertas de los bosques, donde pueden aprovechar las horas de sol, especialmente durante los meses de verano.
Las especies más representativas son: la víbora de cascabel del Pacífico (*Crotalus oreganus helleri*), cascabel de diamantes rojos (*Crotalus ruber*) bajo la categoría de protección especial (Pr), eslizón de

Gilbert (*Eumeces gilberti*) bajo la categoría de protección especial (Pr), culebra de agua (*Thamnophis elegans*) y la culebra de agua de dos bandas (*Thamnophis hammondii*) ambas bajo la categoría de amenazada (A) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Anfibios

La diversidad de especies de anfibios de la sierra se encuentra compuesta por ocho especies registradas hasta la actualidad, las cuales se distribuyen principalmente en las praderas húmedas y dentro de los cuerpos de agua presentes en la Sierra de San Pedro Mártir.

Peces

Se cuenta con la subespecie de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss nelsonii*/ NOM-059 Pr=) protección especial). Aparentemente la trucha se encontró originalmente en el arroyo San Antonio ramificación del arroyo Santo Domingo, pero ha sido introducida a otros arroyos, tales como el arroyo San Rafael (Henderson, 1960), como el resultado de un periodo de retrogresión glaciar, en el que poblaciones de la misma especie fueron fragmentadas y separadas por la formación de barreras físicas, donde evolucionaron de acuerdo con las características de sus nuevos ambientes (Ruiz-Campos, 1993).

Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987), señalan que esta trucha es la única especie íctica en los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir (Ruiz-Campos, 1993). El hábitat preferido de esta variedad está formado de pozas y recodos en los arroyos, los que tienen una profundidad mayor a 30 cm, cobertura vegetal abundante, sustrato arenoso y mayor disponibilidad de presas.

Los listados de fauna para la SPM se presentan en el Anexo 14.

b.1 Muestreo de fauna en el Sistema Ambiental

En los recorridos de campo se observaron y se identificaron 12 especies de aves, 6 especies de mamíferos y una especie de reptiles. Por la orografía, las malas condiciones climáticas recurrentes y la inaccesibilidad del terreno en el SAR, es casi imposible realizar muestreos de mediano y largo alcance para la fauna, así que la caracterización de la fauna se realizó mediante transectos y recorridos simultáneos a lo realizado para la caracterización de la vegetación y se reporta la presencia de las especies observadas.

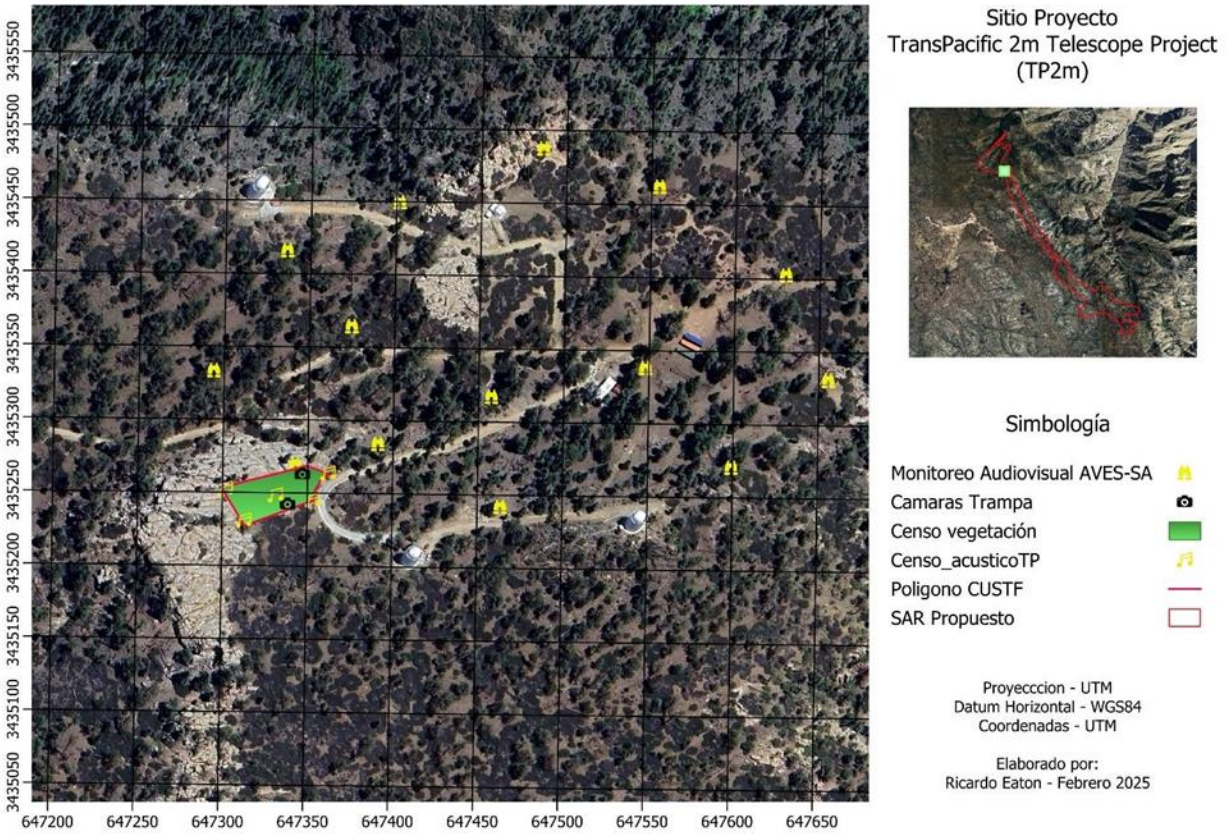


Figura 30 Sitio de muestreo para el grupo de las aves en el SA (marcados en amarillo).

Además, se colocaron **fototrampas** para el registro de fauna, y se realizaron recorridos en campo en las que se registró la presencia de algunas especies de fauna.

Tabla 29. Coordenadas UTM de las fototrampas para registro de fauna en el SA.

No. Cámara trampa	**Coordenadas**	
1	31° 2'30.63"N	115°27'21.47"O
2	31° 2'29.97"N	115°27'21.80"O

Figura 31 Colocación de fototrampas para muestreo de fauna.

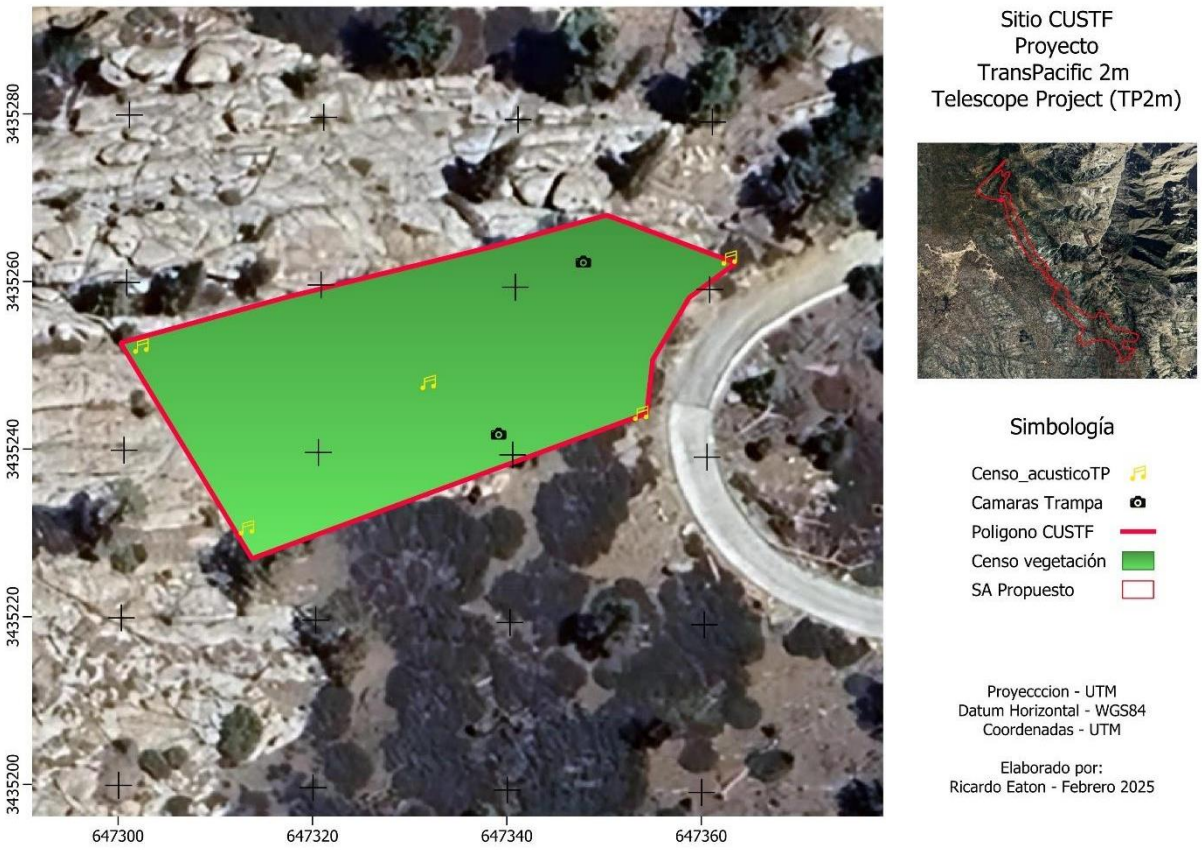


Figura 32. Plano de ubicación de fototrampas para fauna.

En la siguiente tabla se enlistan las especies registradas dentro del predio o en sus alrededores, mencionándose su familia, nombre científico, nombre común, evidencia y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 30 Especies de fauna observadas dentro del SA.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059	Evidencia
Aves				
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		Directa-2
Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda		Directa-2
Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco		Directa-2
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		Directa-2
Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga encinera		Directa-2
Cathartidae	*Gymnogyps californianus*	Cóndor californiano		Directa-2
Corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara californiana		Directa-2
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo		Directa-2
Corvidae	*Gymnorhinus cyanocephalus*	Urraca piñonera		Directa-2
Emberizidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		Directa-2
Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojioscuro		Directa-2
Emberizidae	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor		Directa-2
Estrildidae	*Lonchura punctulata*	Pinzón canela		Directa-2
Fringillidae	*Spinus lawrencei*	Jilguerito cara negra		Directa-2
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		Directa-2
Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera		Directa-2
Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar		Directa-2
Paridae	*Poecile gambeli*	Carbonero montañes		Directa-2
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra		Directa-2
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe cabecigris de Tolmie		Directa-2
Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común		Directa-2
Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris		Directa-2
Parulidae	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia		Directa-2
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		Directa-2
Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla		Directa-2
Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Reinita gris		Directa-2
Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla		Directa-2
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		Directa-2
Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend		Directa-2
Passerelidae	*Artemisiospiza belli*	Zacatonero californiano		Directa-2
Passerelidae	*Melospiza lincolinii*	Gorrión de Lincoln		Directa-2
Passerelidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado		Directa-2
Passerelidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas		Directa-2
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común		Directa-2
Picidae	*Dryobates villosus*	Carpintero albinegro mayor		Directa-2
Picidae	*Picoides villosus*	Pico velloso		Directa-2

Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero		Directa-2
Picidae	*Sphyrapicus thyroideus*	Chupasavia oscuro		Directa-2
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris		Directa-2
Regulidae	*Regulus caléndula*	Reyezuelo maltraquita		Directa-2
Sittidae	*Sitta carolinensis*	Trepador pechiblanco		Directa-2
Sittidae	*Sitta pygmaea*	Trepador enano		Directa-2
Sylvidae	*Chamaea fasciata*	Camea		Directa-2
Trochilidae	*Calypte anna*	Colibrí de Ana		Directa-2
Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño		Directa-2
Troglodytidae	*Cistothorus palustris*	Saltapared pantanero		Directa-2
Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga		Directa-2
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		Directa-2
Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal cola canela		Directa-2
Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo de garganta azul		Directa-2
Tyranidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del oeste		Directa-2
Tyranidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo norteño		Directa-2
Tyranidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro		Directa-2
Tyranidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón		Directa-2
		Mamíferos		
Artiodactyla	*Odocoileus hemionus*	Venado bura		Directa-3
Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Directa-3
Felidae	*Lynx Rufus*	Lince		Directa-3
Sciuridae	*Neotamias obscurus*	Chichimoco de Baja California		Directa-3
Sciuridae	*Otospermophilus beecheyi*	Ardillón de California		Directa-3
Sciuridae	*Sciurus griseus*	Ardilla gris occidental		Directa-3
Sciuridae	*Tamiasciurus mearnsi*	Ardilla de San Pedro Mártir	A	Directa-3
		Reptiles		
Phrynosomatidae	*Sceloporus graciosus*	Lagarto de Artemisa		Directa-3

A=Amenazada/ Nombre común, Fuente: www.naturalista.mx
Directa-1: fototrampa
Directa-2: monitoreo audiovisual de aves
Directa-3: monitoreo directo visual

Se adjunta Anexo 15. Muestreo en el SA.

b.2 Censo de fauna en el sitio del proyecto (TP2m)

La fauna del predio se distribuye en un hábitat de bosque de pino mixto que se caracteriza por presentar una estructura abierta y poco sotobosque, con temperaturas bajas, precipitación abundante en verano y heladas y nevadas varios días al año. Con relación al censo, este se realizó mediante métodos no invasivos y se contó con la autorización de la Dirección del Parque Nacional. El monitoreo de fauna se realizó mediante los siguientes métodos:

1. ***Fototrampas***. Se colocaron dos fototrampas en donde había evidencia de fauna (evidencias indirectas de huellas, echaderos, o senderos de fauna) Una de ella se colocó a centímetros del suelo para identificar roedores y la segunda a altura de 1.5 metros con la finalidad de registrar mamíferos medianos y grandes. Para atraer a roedores se colocó un atrayente dentro del sitio sujeto al CUSTF.

Las cámaras se colocaron en el mes de marzo de 2024 y permanecieron en el sito por un periodo de 6 meses.

2. ***Monitoreo Audiovisual de aves***.

Para la determinación de las especies de aves presentes en el sitio sujeto al CUSTF, se realizó un monitoreo acústico y visual en la zona de estudio. Para el monitoreo acústico se llevó a cabo una grabación e identificación de firmas acústicas de 10 minutos en el centro del polígono y 4 grabaciones (una por vértice) e identificación de 5 minutos en lugares aproximados a los vértices del polígono. En total se grabaron 30 minutos y todas las grabaciones e identificaciones de firmas acústicas se llevaron a cabo con la aplicación MerlinID, utilizando como referencia el paquete de aves México: Península de Baja California, que incluye a todas las aves encontradas a lo largo de la península de Baja California. Este paquete de referencia incluye el texto del trabajo de Steve Howell y el audio de la Biblioteca Macaulay del Laboratorio de Ornitología de Cornell para 368 especies. Simultáneamente, se realizó la observación directa de cada especie que se identificó mediante el monitoreo auditivo. Posteriormente, los organismos que solamente se escucharon y los que fueron escuchados y avistados, se verificaron utilizando guías de campo específicas por grupos, algunas especies identificadas mediante canto, pero que no correspondía su distribución al sitio o al hábitat, se descartaron.

3. ***Monitoreo directo visual***. Se realizaron recorridos en la zona para registrar la presencia directa de especies de fauna, principalmente para mamíferos y reptiles.

Además de las fototrampas para el registro de fauna, se realizaron recorridos en campo en las que se registró la presencia de algunas especies,

Tabla 31. Coordenadas UTM de las fototrampas para registro de fauna en el Sitio TP2m.

No. Cámara	**Coordenadas UTM WGS84**	
	NORTE	**ESTE**
Cámara 1	343,52,67	647,336
Cámara 2	343,52,52	647,312
Cámara 3	343,52,50	647,318

Colocación de camara para censo de fauna

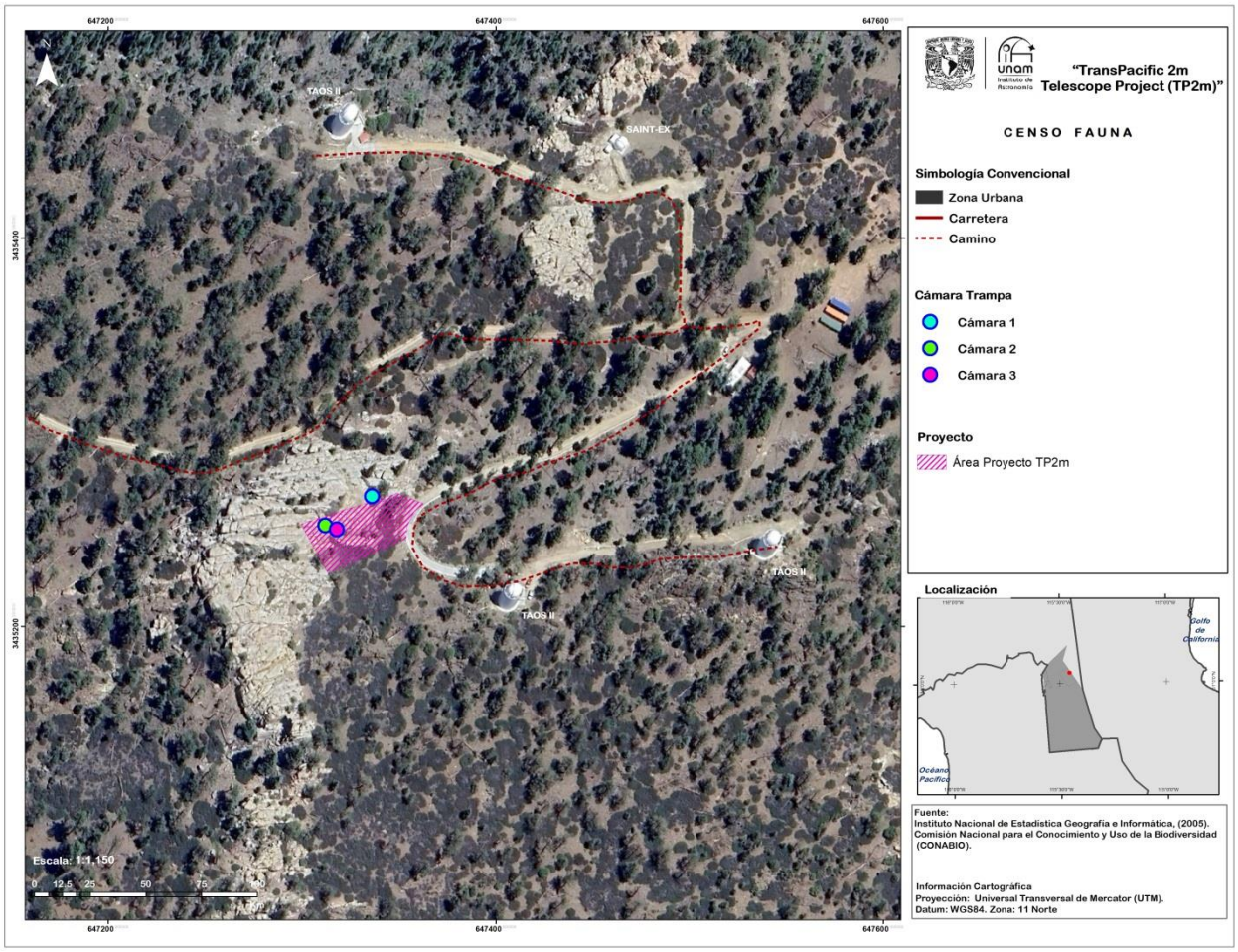


Figura 33. Sitios de censo por fototrampeo y observación para la fauna en el sitio propuesto para CUSTF.

El esfuerzo de monitoreo de vertebrados consistió en una evaluación multimétodo cuantitativa y cualitativa. La evaluación cuantitativa estuvo fundamentada en muestreo directo con base en cámaras trampa. Las cámara modelo Bushnell fueron configuradas con sensibilidad media y con intervalos de 1 minutos entre captura y captura.

Se colocaron dos cámaras trampa a altura de 1.5 metros de altura para identificación de mamíferos. Ambas fueron colocadas el día 12 de marzo y se retiraron el día 9 de junio de 2024 logrando 29 días y 1300 horas-cámara de manera continua.

La evaluación cualitativa consistió en un muestreo no dirigido de evidencias indirectas de vertebrados mediante observación de huellas, excretas y madrigueras. El periodo de tiempo de observación fue de 120 minutos. Durante este periodo de tiempo se recorrió el polígono en su totalidad.

No se encontraron evidencias indirectas en el polígono propuesto; ninguna huella, ni excretas, ni pelos de ningún mamífero documentado para la zona. Las cámaras trampa documentaron la presencia de venado bura (*Odocoleius hemionus*; 6 individuos) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*; 2 individuos) y ardillon de California (*Otospermophilus beecheyi*; 1 individuo).

Además se registró un individuo de codorniz de montaña (*Oreortyx pictus*) y dos aves de una especie de colibrí no identificadas. No se documentó la presencia de especies de reptiles durante el monitoreo.

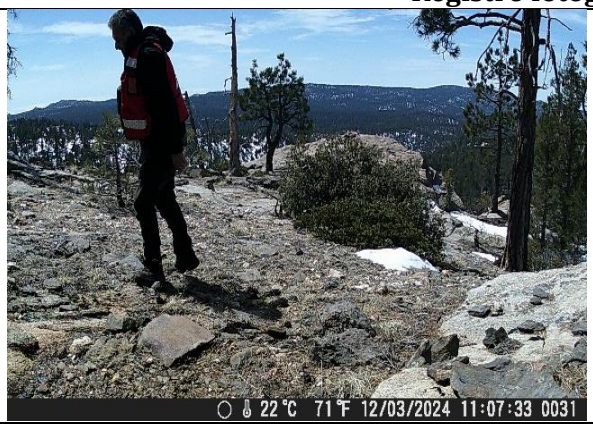
En la siguiente tabla se enlistan las especies registradas dentro del predio sujeto al CUSTF y en el área aledaña inmediata, se indica la familia, nombre científico, nombre común, evidencia y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Tabla 32 Especies de fauna presentes dentro del sitio propuesto para el cambio de uso del suelo.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Evidencia	Cantidad
		Aves		
Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojioscuro	Directa-2	
Odontophoridae	*Oreortix pictus*	Codorniz de montaña	Directa 1	
Paridae	*Poecile gambeli*	Carbonero montañés	Directa-2	
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	Directa-2	
Trochidae	*Calypte anna*	Colibrí cabeza roja	Directa-1	
		Mamíferos		
Sciuridae	*Otospermophilus beecheyi*	Ardillón de California	Directa-1	
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Directa-1	
Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	Directa-1	

Directa-1: fototrampa
Directa-2: monitoreo audiovisual de aves
Directa-3: monitoreo directo visual

Registro fotográfico de Fauna



Colocación de fototrampas

Zorro gris

Codorniz de montaña

Venado bura

Colibrí cabeza roja

Se adjunta censo Anexo 16.

b.3. Análisis de riqueza y diversidad de fauna

Se registraron un total de 8 especies de fauna de las cuales 3 corresponde a mamíferos, *Otospermophilus beecheyi (*, *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris) *y Odocoileus* hemionus (Venado bura), y 5 a aves, las cuales ninguna se encuentra baja algún estatus con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

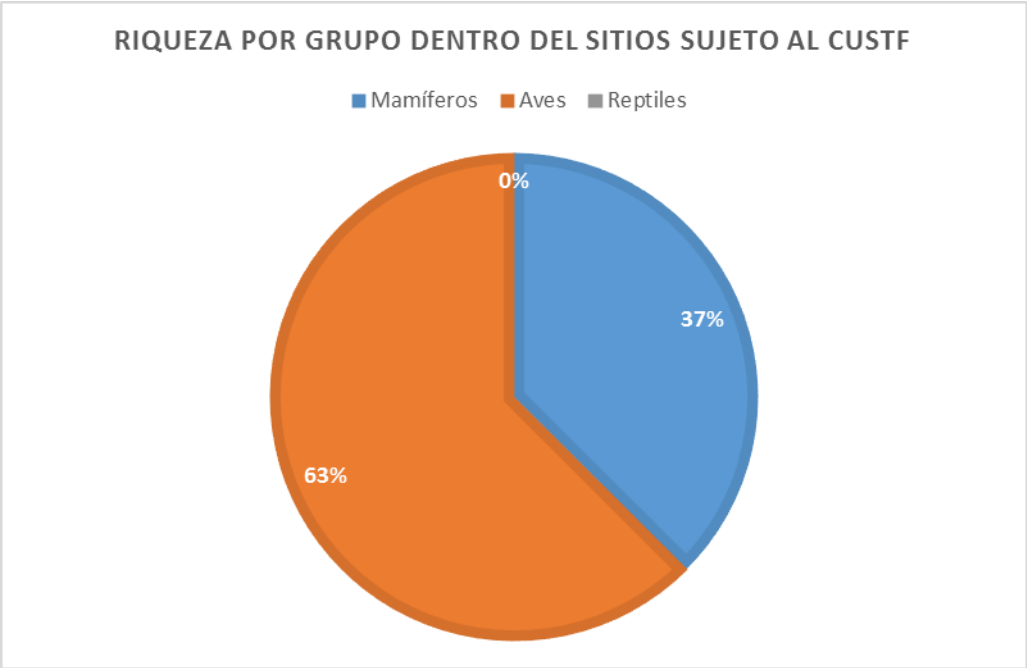


Figura 34 Gráfica que representa la riqueza de los principales grupos de fauna dentro del sitio sujeto al CUSTF.

Los resultados de fauna nos indican que el sitio TP2m tiene los valores más bajos con respecto al número de individuos, la riqueza de especies y los índices de diversidad en comparación con los otros sitios muestreados. Con respecto al análisis del índice de dominancia de Simpson podemos observar que los valores del sitio TP2m fue alto al igual que el del sitio 10, lo cual nos indica poca diversidad, es decir, existen pocas especies que dominan la comunidad. Igualmente las cámaras trampa no mostraron muchos ejemplares.

Dentro de la zona propuesta para el cambio de uso de suelo que tiene un alto porcentaje de rocas expuestas y un alto porcentaje de su superficie sin vegetación, no se observaron madrigueras o nidos, por lo que el sitio es una zona de paso para las especies de fauna que se observaron.

Se incluyen las memorias de campo y de cálculo de los índices de biodiversidad para la fauna en el Anexo 17.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

El medio socioeconómico está limitado principalmente por la falta de servicios urbanos, debido a esto los componentes del medio socioeconómico son inexistentes en algunos casos.

a. Demografía

En el área del Parque no existen asentamientos humanos, en la vecindad sólo hay cinco ranchos principales sobre el lado occidental y cuatro sobre el lado oriental. Algunas pequeñas rancherías parecen estar abandonadas, a excepción de personal del Observatorio Astronómico Nacional, la altiplanicie de la sierra incluida en el Parque no tiene habitantes permanentes.

En las inmediaciones del Parque se ubican los pequeños poblados de El Potrero y Santa Cruz, pertenecientes al Ejido El Bramadero, con sólo 3 habitantes registrados para el año 2020. Existen otros ranchos que durante ciertas épocas del año están habitados como Los Manzanos, Ciénega de Soto, San Antonio, Primera Agua, El Descanso, El Piñón y el Huatal. Por otro lado, aproximadamente a 40 km al oeste del Parque, se encuentran los poblados Ejido Zapata, La Ex-Hacienda Sinaloa y San Telmo. Estas poblaciones cuentan con un censo (2020) de 9 habitantes en San Telmo y 219 en La Ex-Hacienda Sinaloa, quienes se dedican a la ganadería extensiva y a la agricultura.
La apertura de la carretera transpeninsular contribuyó a un crecimiento rápido de la agricultura y a la creación de ejidos y poblados en la planicie costera en Punta Colonet, Valle de San Telmo, Vicente Guerrero y San Quintín.

a.1 Crecimiento y distribución de la población

En el municipio de Ensenada, el 85.8% de su población vive en zona urbana, y el 14.2% restante en zonas rurales. Se cree que el proceso de urbanización continúe avanzando. La cabecera municipal concentra el 60.3% de la población del municipio, y 25.2% de la población se encuentra dispersa en 17 localidades urbanas de 2,500 a 9,999 habitantes, y 14.2% en localidades rurales.

a.2 Estructura por sexo y edad

De acuerdo con los datos de la Encuesta Inter-censal 2020 del INEGI, el municipio de Ensenada alberga a 443,807 habitantes, lo que equivale al 11.8% de la población total de Baja California. La relación hombres-mujeres en Ensenada es de 99.4, existen 99 hombres por cada 100 mujeres. San Quintín cuenta con 117,568 habitantes Ese dato está mal., según el censo del 2020. La relación

hombres-mujeres es de 103.4, existen 103 hombres por cada 100 mujeres.

a.3 Natalidad y Mortalidad

Según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), Baja California mantendrá su crecimiento de 2014 a 2030, aumentando alrededor de 200 mil habitantes cada 5 años, alcanzando en 2030, un total de 4 millones 169 mil 420 habitantes en el estado.

Ensenada experimenta un crecimiento poblacional con una tasa anual del 11.78%. Se estima que para 2030 la tasa de natalidad disminuirá ligeramente, pasando de 16.3 a 15.02 nacidos vivos por cada mil habitantes. Sin embargo, también se prevé un aumento en la tasa de mortalidad, que se elevará de 5.18 a 6.38 defunciones por cada mil habitantes en el mismo periodo. El crecimiento natural de la población, es el resultado de la diferencia entre nacimientos y defunciones ocurridas durante un año por cada cien habitantes; Baja California presenta un comportamiento en decremento, pasando de una tasa de 1.19 en 2014 a una tasa del 0.85 para 2030.

a.4 Población Económicamente Activa (PEA)

La PEA dentro del Parque no se conoce con exactitud, sin embargo, el poblado adyacente al Parque es Punta Colonet; el cual tiene una PEA de 1,524 personas (2020), lo que representa al 49.24% de la población total. A pesar de no contar con datos específicos sobre cada rama del sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca), hay elementos para deducir que la agricultura y la ganadería son las principales fuentes de empleo, complementado por actividades comerciales y de servicios en menor medida.

En lo que respecta a los ingresos de la población, la información más reciente no está disponible. No obstante, según el Programa de Desarrollo Regional - Región Colonet, en el año 2008:

- 132 personas trabajaban sin percibir ningún ingreso.
- 421 personas ganaban hasta un salario mínimo.
- 2,095 personas (el 48% de la población económicamente activa ocupada) tenían ingresos de entre uno y dos salarios mínimos.
- 1,131 personas (el 26% de la población activa ocupada) ganaban entre dos y cinco salarios mínimos.
- 161 personas tenían ingresos de entre seis y diez salarios mínimos.
- 44 personas percibían más de diez salarios mínimos.

b. Factores socioculturales

El misionero jesuita Wenceslao Link fue el primer europeo en explorar la Sierra de San Pedro Mártir en 1766. En 1767, los jesuitas fueron desplazados por misioneros franciscanos y dominicos, marcando el fin de su control sobre la península. En 1769, los franciscanos realizaron una expedición histórica que atravesó el norte de Baja California, llegando hasta San Diego y cruzando el margen occidental de la sierra (Bolton, 1927; Meigs, 1935).

Posteriormente, los dominicos llevaron a cabo nuevas exploraciones cuando fundaron la Misión de San Pedro Mártir de Verona en el sur del actual Parque. A diferencia de la mayoría de las misiones en el Nuevo Mundo, que se centraban en la agricultura, San Pedro Mártir de Verona (1794-1806) destacó por su énfasis en la ganadería (Foster, 1991). El ganado de la misión era enviado a la pradera de La Encantada para el pastoreo estival y también se pastoreaba en otras praderas (Meigs, 1935). En 1801, la misión contaba con una población de 94 habitantes, y la presencia de nativos era escasa, ya que había pocas rancherías permanentes en la región.

En 1850, la colonización de tierras se extendió hacia las montañas, conocidas por sus pastos suculentos. Las zonas altas y las estribaciones occidentales de la sierra fueron subdivididas en grandes haciendas, donde se establecieron ranchos dedicados a la ganadería.

La explotación minera de oro a pequeña escala comenzó en San Pedro Mártir en 1874. Como resultado, se llevaron a cabo importantes obras hidráulicas. En 1893 se construyó un acueducto de 29 km desde el arroyo San Rafael hasta El Socorro para facilitar las labores extractivas. Sin embargo, las operaciones mineras cesaron en 1911 debido a la Revolución.

A diferencia de otras misiones que se centraban en la agricultura La Misión de San Pedro Mártir de Verona fue la única entre las misiones del Nuevo Mundo que se enfocó en la ganadería, (Foster, 1991), donde el ganado de la misión era enviado a la pradera de La Encantada para el pastoreo estival, y también pastoreaba en otras praderas (Meigs, 1935).

Hasta la década de los sesenta el Parque fue accesible por el oeste solamente a pie o a caballo. Se accedía a pie por las veredas a lo largo de las cañadas El Cajón, Huatamote y Agua Caliente (Robinson, 1975). En 1949 se construyó un camino de terracería desde el Rancho San Rafael al Corral de Sam, que entraba al Parque por la esquina noroeste de la altiplanicie y también se abrió otra vía desde el Rancho San José hasta las actuales instalaciones en La Puerta

Para 1915, se comenzaron a formar las compañías borregueras en la región. El ganado ovino se pastoreaba en rebaños de hasta 2,000 cabezas, que "conforme se iban acabando el pasto se movían a otro lugar, dejando completamente sobrepastoreada la zona por donde pasaban" y para 1964 se negó, con carácter definitivo, la subida de ovejas al Parque, con lo que "empezó la recuperación del bosque y sus pastizales y un nuevo auge de la ganadería bovina, actividad que hasta la fecha se sigue desarrollando".

b.1 Uso de los recursos naturales en el área del proyecto

Dentro del Parque Nacional y con base en Artículo 50 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente no se permiten actividades extractivas.

*…….**"ARTÍCULO 50.-** Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general. En los parques nacionales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos"….*

Debido a lo anterior es necesario establecer alternativas que vayan de acuerdo a la naturaleza del área. Las actividades principales son:

Turismo.- Se cuenta con zonas de campamento definidas y cabañas para pernoctar. Los turistas realizan caminatas, alpinismo y visitas guiadas al OAN.

Ganadería.-La actividad ganadera se liga al Parque Nacional desde su inicio, donde los habitantes de la zona de influencia hacen un uso pecuario de los terrenos del PNSSPM, especialmente los

agrupados en la Asociación Ganadera de San Telmo y de San Pedro Mártir, quienes utilizan las praderas durante el verano donde su ganado bovino se alimenta de los pastizales nativos, durante la campeada de primavera juntan al ganado en la parte baja y después lo suben mediante arriadas, para de la misma manera bajarlo antes del invierno..

Aprovechamiento de leña.- Se utiliza de forma intensiva, especialmente en las áreas colindantes a los diversos asentamientos humanos fuera del ANP, siendo la demanda de este recurso mayor durante la temporada invernal.

OAN.- En el área del proyecto específicamente la zona de Preservación III, solo se permite la Investigación Científica y la construcción y mantenimiento de la infraestructura necesaria para este fin, se plantea el Astroturismo como una posibilidad. Se pueden hacer visitas al Telescopio de 2 metros del Observatorio Astronómico Nacional previa cita.

b.2 Nivel de aceptación del proyecto

Desde 1923 se emite el acuerdo que declaraba como reservas forestales con carácter de inalienables e imprescriptibles, distintas porciones arboladas del entonces territorio de la Baja California, incluyendo la sierra de San Pedro Mártir. Posteriormente, se publicaron diversos decretos orientados también a la conservación y protección de la extraordinaria riqueza biológica que distingue a este importante sistema montañoso.

En el Parque se realiza una amplia gama de proyectos de investigación científica a cargo de instituciones nacionales e internacionales, entre los que destacan los trabajos de observación astronómica ya que a nivel mundial se reconoce la calidad de la atmósfera en San Pedro Mártir, constituyéndose en un sitio privilegiado para el desarrollo de este tipo de actividades, especialmente en la actualidad, donde el crecimiento de las ciudades y de los centros urbanos propicia emisiones de luz a la atmósfera, lo cual dificulta encontrar sitios adecuados que presenten y conserven estas condiciones.

El Observatorio Astronómico Nacional (OAN), es un centro de investigación científica de gran relevancia y un atractivo turístico reconocido a nivel nacional. En este sentido, la implementación de este proyecto, junto con la operación de un nuevo observatorio astronómico, brindará la oportunidad de atraer inversionistas para el desarrollo de proyectos científicos de mayor envergadura. Es importante señalar que los beneficios que esta investigación genera, además de contribuir a ampliar los conocimientos, son aprovechados por todos los ciudadanos gracias a las múltiples aplicaciones que tiene.

b.3 Valor que se da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el proyecto

El proyecto se encuentra ubicado dentro del Área Natural Protegida denominada "Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir". La Sierra de San Pedro Mártir fue decretada el 26 de abril de 1947 como Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional (PN). El decreto indica que el PN está destinado a la conservación perenne de la flora y fauna de la región.

El programa de manejo actualizado de este Parque Nacional se encuentra en proceso de actualización y ya cumplió con la etapa de consulta.

IV.2.2.4 Paisaje

El paisaje integra un conjunto de fenómenos naturales y culturales que se dan en una extensión del terreno y puede entenderse como la percepción que el ser humano recibe de su entorno. Los componentes principales del paisaje son: el fenosistema y el criptosistema.

El fenosistema consiste en el conjunto de componentes del paisaje que son visibles o fáciles de percibir, tales como la estructura del suelo (topografía, composición, cuerpos de agua, etc.) y su revestimiento vegetal y animal (González Bernáldez, 1981); por otro lado, el criptosistema son aquellos componentes imperceptibles del paisaje, tales como: microorganismos, ciclos de la materia, flujos de energía, entre otros.

a. Visibilidad

Dentro de los sitios objeto de estudio debido a que la topografía es irregular, la visibilidad varía, encontrándose sitios como lomeríos o cerros desde donde se puede apreciar varios kilómetros a la distancia y otros donde la disposición horizontal de la vegetación y la presencia de formaciones rocosas no permite apreciar más allá de los 50 metros.

La pendiente media en el sitio del proyecto, se calculó con base a la longitud y la diferencia de altura del punto más alto y más bajo. La pendiente se representa por S% y se calcula dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto que del terreno, 2,776m, al más bajo, 2,762 m, entre la longitud del mismo, donde la longitud para nuestro caso es de 90.500 m. La pendiente media (S) para el caso del proyecto es, **S=14.917%.**

La visibilidad desde el centro del polígono propuesto para cambio de uso de suelo a los diferentes puntos cardinales es la que sigue:

b. Calidad paisajística

El paisaje de la zona destaca por sus elementos que lo hacen atractivo, gracias a sus características vegetales, fauna y fondo escénico, en el que se pueden observar numerosos cerros y laderas con pendientes de moderadas a altas, así como formaciones rocosas que dan lugar a lomeríos y, en ocasiones, se integran al sustrato.

c. Fragilidad

Para evaluar la fragilidad del paisaje se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: pendiente, orientación, vegetación, cuenca, compacidad y accesibilidad, con base a la metodología expuesta en Pérez-González y Martí (2002). En este apartado se describirán los componentes del paisaje que se analizan para evaluar la fragilidad del paisaje. Dicho lo anterior se determina que la mayor fragilidad se encuentra hacia la parte NNE y SE en donde se encuentra el escarpe de la falla San Pedro Mártir, y con menor fragilidad la parte NW y SW en donde ubicamos las pendientes con menores porcentajes.

En la SSPM se pueden notar dos pendientes principales. Al tratarse de un cinturón que corre a lo largo de la parte media de Baja California, las pendientes que se observan presentan direcciones de buzamiento opuestas entre sí, tanto al occidente como al oriente.

La pendiente oriental y nororiental es abrupta con pequeños drenajes y representa el resultado de un escarpe producto del desplazamiento de una falla normal conocida como San Pedro Mártir, dicho escarpe presenta una altura que oscila desde los 500 m incrementándose hacia la parte central de la Falla con hasta 2500 m. en donde las pendientes son de 50 al 80% (Díaz-Torres et al., 2012). Estas características contrastan totalmente con la parte occidental y Suroccidental en donde la pendiente es menos pronunciada alcanzando hasta 30%.

La orientación se relaciona con la insolación o cantidad de radiación que llega a la superficie y la humedad debido a que en las laderas con orientación Norte son más húmedas en comparación con aquellas con orientación Sur. El predio se ubica en una ladera con orientación aproximada NW-SE por lo que recibe insolación la mayor parte del día. Es decir que se considera una ladera de tipo Solana.

Las condiciones de la vegetación presente en el área a evaluar son indicadores del paisaje. Estos indicadores son: la densidad de vegetación, la altura, el cromatismo y su estacionalidad. En el OAN-SPM presentan parches densos de especies como: *Pinus jeffreyi*, vegetación arbustiva y herbáceas. La altura de la vegetación del bosque de pino es de 20-30 metros. La vegetación no presenta gran diversidad de colores, debido a que se visualiza un verde claro a verde oscuro a lo largo de la Sierra San Pedro Mártir.

Accesibilidad. La SSPM se encuentra hacia el Este del poblado San Telmo, la carretera principal transpeninsular N. 1 en el kilómetro 140. Adentrándose aproximadamente 98 km cuesta arriba en dirección Este.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto.

Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), se entiende por servicios ambientales a aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

Los servicios ambientales, también llamados servicios ecológicos o ecosistémicos, son flujos de beneficios que surgen de las funciones ambientales y que tienen un enorme valor económico. Su importancia es tal, que sería imposible para la humanidad sustituirlos (Ehrlich & Ehrlich, 1992).

El área que se propone para el cambio de uso de suelo es de 1,375.45 m^2 (0.137545 ha), que representa el 0.00451254% de las 3,048.06 ha del área de Preservación III del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Esta pequeña superficie es representativa de las condiciones de diversidad del ANP y donde solamente se identificaron dentro del polígono a efectuar el CUS dos especies de arbóreas consideradas bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se identificó ninguna especie considerada como endémica por la misma NOM.

El tema de la prestación de servicios ambientales es de suma importancia tratándose de un Área Natural Protegida, sin embargo, el impacto a estos servicios será muy puntual y por corto período de tiempo, debido a las medidas de prevención y mitigación propuestas.

Por lo anterior se puede afirmar que no se compromete la biodiversidad ni la abundancia ni distribución de ninguna especie de flora o fauna ni la prestación de servicios ambientales del ecosistema en general, con la ejecución del presente proyecto.

- **Conservación de los ciclos hidrológicos**

Dentro de la zona del proyecto no hay escurrimientos ni cuerpos de agua superficial permanentes. Adicionalmente las medidas de mitigación ayudarán a disminuir de manera considerable este factor, como se analiza en el apartado correspondiente y captarán por evento **21.105 m^3.**

Este volumen máximo de captación se daría para un evento de lluvia, sin embargo, si se considera que la precipitación está distribuida al menos en 3 o 4 meses, estas obras se llenaran a su máxima capacidad de dos a tres veces por año.

- **Fijación de Nitrógeno**

Se considera que no se pondrá en riesgo el servicio ambiental de fijación de nitrógeno en la región ya que la superficie propuesta para cambio de uso de suelo es pequeña y el tipo de vegetación que se presenta dentro del sitio del proyecto abarca en la zona de influencia miles de hectáreas.

- **Formación de suelo, control de la erosión, prevención de daños por erosión**

El control de la erosión y la formación de suelos son procesos geológicos que ocurren en la naturaleza, pero pueden ser incrementados o modificados por la acción del hombre. Diversos procesos fisicoquímicos generan que las formaciones rocosas se erosionen en fragmentos y minerales, posteriormente por factores de dispersión, estos fragmentos son depositados formando tipos de suelos. Estos procesos geológicos representan un servicio ambiental que depende de la intensidad que tengan dentro de un ecosistema. Los servicios ambientales de estos procesos están relacionados con la cobertura de vegetación forestal y la modificación de uso de suelo. Por ejemplo, las superficies con mayor cobertura vegetal ofrecen mayor resistencia al proceso natural de erosión cuando genera pérdida de cantidades significativas de suelo.

La remoción de la cubierta vegetal repercutirá en la pérdida de suelo orgánico, debido a que la vegetación retiene suelo a través de sus raíces y de la fauna edáfica. Adicionalmente las medidas de mitigación y compensación ayudarán a disminuir de manera considerable este factor, reteniendo **41.366 Ton**.

- **Polinización de plantas**

Se prevé que la superficie propuesta en el proyecto para cambio de uso de suelo no cambiará la distribución natural de la vegetación ahí presente pudiendo afectar la polinización de las plantas.

- **Captura de carbono**

El método directo para evaluar este dato, requiere del corte de la vegetación a evaluar, al estar el sitio dentro de una ANP, esto no es posible. Los modelos alométricos constituyen un método indirecto de uso práctico para estimar la biomasa aérea de los árboles (Figueroa-Navarro *et al*., 2010). Con base a lo publicado por Gómez-Díaz (2011), la mayoría de las ecuaciones alométricas

para el cálculo de biomasa de la vegetación emplean el diámetro a la altura del pecho (DAP) como la única variable independiente y establecen una relación entre esta variable y los componentes de la biomasa del árbol (Gower *et al.,* 1999, Návar, 2009).

Por lo anterior, nos apoyamos en tablas elaboradas mediante ecuaciones alométricas para los distintos tipos de vegetación. En nuestro caso el sitio del proyecto para el cual se solicita el CUSTF se ubica dentro de un bosque de coníferas. De acuerdo a la tabla de Vega-López (2009), para el bosque de coníferas se tiene una captura de bióxido de carbono equivalente de 118 tCO2e/ha para la parte aérea de la vegetación y 19 de tCO2e/ha para las raíces (Figura 35).

(tCO_2e / hectárea)				
Diferentes ecosistemas terrestres:	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de Quercus	105	126	5	236
Bosque tropical perennifolio	186	115	4	305
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso	54	100	0	154
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282
Promedio 8 ecosistemas terrestres	113.7	108.2	8.1	230.1

Fuente: elaboración propia con información de Masera *et al* (2001); Ordóñez (2004); INE-SEMARNAT (2005).
Nota: tCO_2e = toneladas de bióxido de carbono equivalente, aunque en el texto, en general, se le alude sólo como carbono.

Figura 35 Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México.

El **volumen** en metros cúbicos calculado de materia verde de la vegetación arbórea y arbustiva del área sujeta a CUSTF, se presenta en la tabla siguiente con un volumen total de **52.0728 m³**.

Tabla 33 Volumen estimado de productos vegetales resultantes.

Especie	No. de individuos a remover	Diámetro promedio a la altura del pecho (cm)	Altura promedio (cm)	Volumen promedio por individuo (m³)	Volumen total (m³)
Pinus jeffreyi	6	38.59	957.38	1.51326	10.5928
Arctostaphylos patula	7	191.80	205	2.58321	25.8320
Holodiscus discolor	11	197.13	112.64	1.42255	15.6480
TOTALES	**24**				**52.0728**

La estimación de la **biomasa** es un medio para cuantificar la cantidad de CO_2 que puede ser liberado a la atmosfera, o extraído y fijado en los bosques (Clark y Clark, 2000; Návar, 2009). Con la intención de convertir el volumen de material vegetal a remover **(52.0728 m³)** en metros

cúbicos en biomasa, se tomó en cuenta una densidad del material vegetal. Según la FAO, considerando que la densidad de la biomasa varía según el tipo de vegetación, para el follaje de árboles, la densidad promedio puede ser de manera general de alrededor de 250 kg/m^3 (0.25 t) para material vegetal verde.

Con base en estos datos, se calculó una biomasa de **13.0195 t**. Sin embargo, esto corresponde a material verde, por lo que para calcular el peso seco de esa biomasa se tiene que eliminar el 50% de humedad, para lo que se utiliza el factor de conversión de 0.5 lo que indica que el 50% del peso total de la planta está compuesta por materia seca, excluyendo el agua, por lo que el peso seco en toneladas resultante es de **6.5097 t.**

Las estimaciones de la cantidad de **carbono** almacenado para diversos tipos de bosques naturales, secundarios y plantaciones forestales en su gran mayoría, asumen el valor de la fracción de carbono en materia seca entre 45% y 50% para todas las especies en general (Brown y Lugo citado por Segura 1999, Zavala e*t. al.* ,2018). Para nuestro caso se utiliza 0.45, lo que significa que el 45% (0.45) del peso seco de la planta es carbono, resultando en **2.9293 tCO2e** equivalente, para las 6.5097 t de materia seca.

Una vez calculado el carbono para la parte aérea, tose tomaron los datos publicados por Vega-López, en la Figura 39, de carbón almacenado en ecosistemas de México, para poder hacer el cálculo de carbono en raíces. Asumiendo que el carbono en raíces significa el 16.1% (0.161) de la parte aérea (tomando como 100% las 118 tCO2e/hectárea para un bosque de coníferas), lo que da como resultado para la parte subterránea **0.47163 tCO2e.**

Haciendo la suma del carbono de la parte aérea y radicular nos da un total de 11.2831 tCO2e.

Carbono calculado para la parte aérea	2.9293 tCO2e
Carbono calculado para la parte radicular	0.47163 tCO2e
Carbono total equivalente para la vegetación en el sitio sujeto a CUSTF	**3.40102 tCO2e**

Estos resultados son una estimación ya que para hacer una evaluación precisa se requiere la toma de muestras y determinación de su humedad, volumen y peso, lo que no es posible en esta etapa del proyecto por ubicarse en una ANP.

Se adjunta memoria de cálculo en el Anexo 18.

- **Hábitat, refugio y reproducción**

Los servicios ambientales hábitat, refugio y reproducción que presta la zona del proyecto tendrá una afectación puntual debido a la remoción de vegetación y la construcción de infraestructura, sin embargo, este impacto se verá atenuado por las medidas de mitigación a aplicar y por la aplicación de medidas de compensación que dictamine la autoridad de acuerdo a las prioridades de la ANP, las cuales podrán contribuir de diversas maneras para la conservación de diversidad.

- **Escenarios paisajísticos**

Los servicios ambientales del paisaje son los que se refieren a la belleza del mismo, es decir, los recursos de carácter estético o emocional del observador. La relevancia de estos servicios se debe a

que el paisaje es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable (Muñoz-Pedreros, 2004). Se considera que la calidad del paisaje en el área del proyecto se encuentra ya impactada por la presencia de infraestructura de investigación astronómica, y que es una de las actividades a la que está destinada esta área de preservación III.
El cambio de uso de suelo en el predio del proyecto provocará una disminución en la calidad del paisaje, debido a que se removerá la vegetación.

IV.4 Diagnóstico ambiental

Se puede afirmar que con base a los muestreos y censos practicados para calcular los diversos parámetros de la flora y fauna se logró una buena caracterización del SA, y tomando en cuenta lo observado en estos recorridos, muestreos y censo, no se encontraron evidencias de ningún tipo de perturbación de origen antrópico o por ganado, por lo que esta área (SA) se encuentra en muy buen estado de conservación. Los recursos de interés para aprovechamiento en la zona son principalmente el arbolado, la fauna de interés cinegético y los agostaderos mediante la ganadería, y no se encontraron evidencias de que se hayan registrado este tipo de aprovechamientos ni de presencia humana.

Es importante resaltar que el sitio del proyecto no se encuentra dentro de las áreas más sensibles dentro del ANP debido a la presencia de biota en peligro de extinción. La especie forestal protegida afortunadamente tiene una alta distribución geográfica dentro de las cuencas del ANP

Es claro que mientras persista la figura legal de áreas naturales protegidas, esta región continuará conservándose en buen estado y garantizando la prestación de servicios ambientales y la biodiversidad en sus ecosistemas.

El OAN ha seguido una estrategia de ocupación mínima y de muy bajo impacto en las instalaciones desarrolladas para hacer sus investigaciones asignadas, dando una alta prioridad a la menor presencia humana posible, por lo que privilegian equipamientos altamente automatizados como es este caso, donde se va a requerir un mantenimiento mínimo cada año. Adicionalmente y como se describe en este documento, igualmente de importante es hacer una selección de los sitios a ocupar, cuidando celosamente que sea el mejor sitio para la función a desarrollar y con el menor impacto posible sobre la vegetación, fauna y suelo.

V.IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental es una herramienta clave en la política ambiental, diseñada para establecer estrategias jurídicas que regulen las actividades productivas, tanto privadas como públicas, sobre los sistemas ambientales terrestres y marinos. Estas estrategias se fundamentan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Su objetivo es identificar, evaluar y proponer medidas para prevenir y/o regular los cambios que un sistema ambiental específico puede experimentar en su estructura, composición y función—considerando aspectos como el agua, el suelo, la biodiversidad, el aire y el entorno social—debido a causas naturales o humanas.

Basándose en el análisis realizado en secciones anteriores, especialmente en la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), los cambios en este sistema, y el diagnóstico ambiental, este capítulo se centra en identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, tanto adversos como beneficiosos, resultantes de la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia en el SAR.

Existen diversas técnicas para identificar y evaluar estas interacciones, pero cualquier evaluación de impacto ambiental debe incluir una descripción de la acción que genera el impacto, así como una predicción de la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, en función de la caracterización del SAR. Además, se deben interpretar los resultados y anticipar los efectos negativos. Para ello, se empleó una metodología que asegura una estimación precisa de los impactos derivados de la ejecución del proyecto, minimizando la subjetividad en la identificación y valoración de estos impactos.

El análisis permitió determinar las afectaciones y cambios que se presentarán en los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Asimismo, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y, en particular, las acciones que podrían provocar impactos en los componentes del entorno. Se revisó la información del Capítulo II sobre las obras y actividades a realizar, así como los usos del suelo propuestos para el predio. También se retuvo la información relacionada con la definición y delimitación del SAR y la descripción de sus componentes.

A continuación, se identificaron las relaciones causa-efecto, que representan los impactos potenciales cuya significancia se evaluó posteriormente. Con las relaciones causa-efecto identificadas, se elaboró un cribado para clasificar los impactos, definiendo estos como fases que asocian la alteración del entorno derivada de acciones humanas, creando así un listado de las interacciones entre el proyecto y el entorno (impactos ambientales). Esto permitió determinar un índice de incidencia, que evalúa la severidad y naturaleza de la alteración, caracterizada por atributos cualitativos propuestos por Gómez Orea (2002), lo que facilita la jerarquización de los impactos mediante dicho índice. A partir de este índice y la magnitud de cada impacto, se analiza la relevancia o significancia de los mismos, evaluándolos a través de criterios jurídicos, ecosistémicos y de calidad ambiental de los componentes, siempre en relación con su efecto ecosistémico. Esto permite valorar y describir los impactos del proyecto sobre el SAR, concluyendo el capítulo con las correspondientes conclusiones.

Impacto ambiental significativo o relevante, se define como aquel que, a raíz de acciones humanas o naturales, provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales, así como en la salud, afectando la existencia y desarrollo de los seres humanos y de otras formas de vida, así como la continuidad de los procesos naturales. En el desarrollo de este capítulo, se empleó un enfoque metodológico que incluye el diagnóstico ambiental del SAR para identificar los factores y subfactores que pueden verse significativamente afectados por alguno de los componentes del proyecto (obra o actividad), permitiendo así un análisis de las interacciones entre ambos y una interpretación del comportamiento del SAR.

V.1. Identificación de impactos

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son a) Listados simples, b) Matrices de interacción y c) Juicio de expertos. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas:

a) Listados simples

Contienen sólo una lista de factores o variables ambientales con impacto, o una lista de características de la acción con impacto, o ambos elementos. Permiten asegurarse que un factor particular no sea omitido del análisis. Se hizo un listado de factores de impactos ambientales para el proyecto.

b) Juicio de expertos

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto. Se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que a su vez se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto.

c) Matrices de interacción.

Siguiendo la observación que hace Gómez Orea, y mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente ***Matriz de Interacciones*** **(Matriz 1),** tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos, además de la prospección ambiental del predio.

Con base a una revisión bibliografía sobre este tipo de proyectos, de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental y se elaboró el listado de los factores y atributos ambientales así como la descripción de cada impacto (Tabla 34).

Tabla 34 Listado de componentes y atributos ambientales identificados para las distintas fases del proyecto.

Sistema	Componente	Atributo
Abiótico	Suelo	Cantidad
		Calidad
	Aire	Calidad
	Agua	Cantidad
		Calidad
Biótico	Flora Terrestre	Abundancia
		Diversidad
		Distribución
	Fauna Terrestre	Abundancia
		Diversidad
		Distribución
Socioeconómico	Socioeconómico	Empleos
		Servicio
		Insumo
Paisaje	Paisaje	Calidad/ Modificación

Se identificaron **19** posibles impactos interacciones entre atributo componente.

Tabla 35. Componentes e interacciones que se tomaron en cuenta como potenciales a impactarse por las actividades del proyecto.

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto
Suelo	Cantidad	1	Perdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión
		2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación
		3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).
	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos,
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración resultado de la remoción de vegetación (CUS)

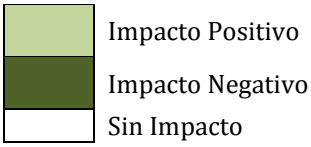
		7	Perdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.
		8	Colocación de obras de conservación que mitigan la pérdida de agua por infiltración.
	Calidad	9	**NO APLICA,** no se registran cuerpos de agua cercanos al área del proyecto
Flora	Abundancia	10	Perdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).
	Distribución	11	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	12	**NO APLICA.** Las actividades se realizan en un área muy pequeña, donde no se registran especies consideradas ni endémicas, ni críticas.
Fauna	Abundancia	13	Perdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción
	Distribución	14	Cambio temporal en la distribución debido a la reubicación de ejemplares en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	15	**NO APLICA.** Las actividades se realizan en un área muy pequeña, donde no se registran especies consideradas ni endémicas, ni críticas.
Socioeconómico	Empleos	16	Generación empleos (directos e indirectos)
	Servicios	17	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquinaria y equipo)
	Insumos	18	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)
Paisaje	Calidad	19	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del Telescopio.

Nota: Al momento de hablar de la Flora y Fauna para estos impactos de habla a nivel de ejemplares res NO de especies.

Una vez identificados los impactos y con base en las Tablas anteriores, se generó una Matriz de ***Interacción de Impactos Ambientales (Matriz 1),*** la cual considera cada una de las actividades por obra del proyecto, con los factores y atributos del sistema ambiental, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente, para la Etapa de Preparación del Sitio y Etapa de Construcción, ya que por la naturaleza del proyecto no se consideran Etapa de Operación ni Etapa de Abandono.

La matriz de interacciones (Matriz 1), considera cada una de las actividades por obra del proyecto, con los factores y atributos del sistema ambiental, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente.

Se designó el color verde más claro para representar los impactos positivos, el color vede oscuro para los impactos negativos. Los espacios en blanco indican que no se genera ningún tipo de impacto para ese componente y sus atributos.



Matriz 1 Matriz de Interacción. Acciones y componente ambiental

	Medio	Abiotico					Biótico						Factores Socioeconómico			Recurso	Interacciones Totales	Interacciones Positivas	Interacciones Negativas
	Componentes	Suelo		Aire	Agua		Vegetación			Fauna						Paisaje			
	Atributos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	Indicadores de Impacto / Actividades	Cantidad	Calidad	Calidad	Cantidad	Calidad	Abundancia	Diversidad	Distribucion	Abundancia	Diversidad	Distribución	Empleos	Insumos	Servicios	Calidad			
Preparación del sitio	Trazo y delimitacion del area de trabajo y maniobra			1								1	1		1	1	5	2	3
	Aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna									1		1	1		1	1	5	4	1
	Aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora						1		1			1	1		1	1	6	4	2
	Nivelacion y excavacion para cimentacion a base de concreto armado		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Escarificado, corte y relleno de terreno con equipo mecanico, tractor y compactadora.		1	1						1		1	1	1	1	1	8	4	4
	Desmonte (Cambio de Uso de Suelo/CUSTF/Erosión/Perdida de infiltración)	1	1	1	1		1		1	1		1	1		1	1	11	2	9
	Formacion de terraplen con material producto de corte de vegetacion		1									1	1			1	4	1	3
	Troceado, picado y dispersion de vegetación resultado del CUSTF de forma manual para su reintegración al suelo		1		1		1					1	1	1	1	1	8	5	3
Construccion	Tránsito y maquinaria de equipo/Recepción y envio de materiales		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Costruccion de camino revestido con concreto hidraulico	1	1	1	1		1					1	1	1	1	1	10	3	7
	Excavacion de cepas para la consttuccion de zapatas de cimentacion con excavadora y rotomartillo		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Construccion de zapatas de cimentacion		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Cimbra co madera y concreot hidraulico		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Construccion de columna principal a base de concreto armado (pre-mezclado en planta)		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Habilitacion de estructura metalica prefabricada para telescopio.		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalacion electrica y fibra optica subterranea		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalacion de un tanque septico prefabricado		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Istalacion de un sistema de tierras fisicas en forma de malla /Excavacion de cepas		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Colocación de obras de conservacion de suelo y agua	1			1							1					3	2	1
	Total de Interacciones por atributo (+)	1	1	0	2	0	1		1	2		1	18	13	17	0	**130**	**57**	
	Total de Interacciones por atributo (-)	2	14	14	2	0	3		1	1		18	0	0	0	18			
	Total de Interacciones por Componente (+)	4					5						48			0		**73**	
	Total de Interacciones por Componente (-)	32					23						0			18			

Del total de interacciones encontradas en la Matriz 1, se realizó un cribado, es decir, se analizan cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre la obra o actividad y los factores ambientales que pudieran ser intervenidos, que para el caso del presente proyecto resulta, interacción con 7 componentes del sistema con 15 atributos.

Se establecieron **130** interacciones entre **19** actividades, los componentes y los atributos del entorno que se establecieron a ser afectados para dos etapas (preparación del sitio y construcción), ya que por la naturaleza automatizada del proyecto no se considera etapa de operación ni de mantenimiento. La mayoría de las interacciones se da en la Etapa de Construcción con 11 actividades en comparación con la Preparación del Sitio con 8 actividades.

De las 130 interacciones identificadas habrá **57 interacciones positivas** (25 en la etapa de preparación del sitio y 32 en la etapa de construcción relacionada totalmente al componente socioeconómico, ya que se requieren de servicios, empleos e insumos para realizar el proyecto.

Por otro lado se presentan **73 interacciones negativas**, 29 en la etapa de preparación del sitio y 44 en la etapa de construcción), siendo las actividades relacionadas al desmonte la más importante con 11 interacciones.

Como resultado del análisis de la Matriz 1, del total de atributos (15) no se registró interacción ni positiva, ni negativa en 3 de ellos (cuadros en blanco):

Componente	Atributo
Agua	Calidad
Flora	Diversidad
Fauna	Diversidad

Con base a la descripción de los impactos y tomando en cuenta el juicio de expertos resulta la ***Matriz de Frecuencia de los Impactos Ambientales (Matriz 2)*** en donde se identifican la frecuencia o número de veces que ocurre cada impacto por las acciones del proyecto, en la matriz las columnas numeradas representan los impactos que corresponden a la numeración de la tabla inmediata anterior. El espacio en blanco indica NO INTERACCION.

En la Matriz 2, ya no se observan los tres atributos que no sufrieron interacción alguna.

Matriz 2 Matriz de Frecuencia de Interacciones

	Medio	Abiotico				Biótico				Factores Socioeconómico			Recurso			
	Componentes	Suelo		Aire	Agua	Vegetación		Fauna					Paisaje			
	Atributos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	Actividades / Indicadores de Impacto	Cantidad	Calidad	Calidad	Cantidad	Abundancia	Distribucion	Abundancia	Distribución	Empleos	Insumos	Servicios	Calidad	Interacciones Totales	Interacciones Positivas	Interacciones Negativas
Preparación del sitio	Trazo y delimitación del area de trabajo y maniobra			1					1	1		1	1	5	2	3
	Aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna							1	1	1		1	1	5	4	1
	Aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora					1	1		1	1		1	1	6	4	2
	Nivelación y excavación para cimentación a base de concreto armado		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Escarificado, corte y relleno de terreno con equipo mecanico, tractor y compactadora.		1	1				1	1	1	1	1	1	8	4	4
	Desmonte (Cambio de Uso de Suelo/CUSTF/Erosión/Perdida de infiltración)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	11	2	9
	Formación de terraplen con material producto de corte de vegetación		1						1	1			1	4	1	3
	Troceado, picado y dispersion de vegetación resultado del CUSTF de forma manual para su reintegración al suelo		1		1	1			1	1	1	1	1	8	5	3
Construccion	Tránsito y maquinaria de equipo/Recepción y envio de materiales		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Costrucción de camino revestido con concreto hidraúlico	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	10	3	7
	Excavación de cepas para la consttuccion de zapatas de cimentacion con excavadora y rotomartillo		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Construcción de zapatas de cimentación		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Cimbra con madera y concreot hidraúlico		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Construcción de columna principal a base de concreto armado (pre-mezclado en planta)		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Habilitación de estructura metálica prefabricada para telescopio.		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación eléctrica y fibra óptica subterránea		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación de un tanque séptico prefabricado		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación de un sistema de tierras físicas en forma de malla /Excavación de cepas		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Colocación de obras de conservacion de suelo y agua	1			1				1					3	2	1
	Total de Interacciones por atributo (+)	1	1	0	2	1	1	2	1	18	13	17	0	130	57	
	Total de Interacciones por atributo (-)	2	14	14	2	3	1	1	18	0	0	0	18			
	Total de Interacciones por Componente (+)	4				5				48			0		73	
	Total de Interacciones por Componente (-)	32				23				0			18			

Como resultado del cribado de la matriz de interacciones, se propone la Matiz 2, y una vez removidos los espacios sin interacción, esta matriz presenta: **73 interacciones negativas (56.2%)** y **57 impactos positivas (43.8%).** Los resultados de las Matrices 1 y 2, ponen en evidencia que el número de interacciones negativos, que serán producidos son mayores en la etapa de construcción (75 interacciones).

Después del análisis de los **impactos potenciales** identificados para las actividades, algunos no aplican de todo al proyecto, estableciéndose **16** específicos que inciden directamente sobre el Proyecto pueden considerarse serán los mismos para cada una de las Etapas (Tabla 36).

Tabla 36 Descripción de los impactos ambientales que inciden en el proyecto.

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto
Suelo	Cantidad	1	Perdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión
		2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación
		3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).
	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos,
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración resultado de la remoción de vegetación (CUS)
		7	Perdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.
		8	Colocación de obras de conservación que mitigan la pérdida de agua por infiltración.
Flora	Abundancia	9	Perdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).
	Distribución	10	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Abundancia	11	Perdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción
	Distribución	12	Cambio temporal en la distribución debido a la reubicación de ejemplares en alguna categoría de

			la NOM-059-SEMARNAT-2010
Socioeconómico	Empleos	13	Generación empleos (directos e indirectos)
	Servicios	14	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquinaria y equipo)
	Insumos	15	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)
Paisaje	Calidad	16	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del telescopio.

V.2 Caracterización de los impactos

Una vez identificados los impactos deberán ser descritos, para determinar sus características y contar con la información que nos permita conocer la magnitud del impacto.

1. Componente: Suelo

La susceptibilidad a la erosión del suelo depende de diversas variables, tales como la presencia de vegetación, el tamaño de grano, las corrientes, el viento y el grado de inclinación de la pendiente. Durante la etapa de preparación del sitio, una vez identificados los lugares donde se llevará a cabo la actividad de desmonte, se procederá a la remoción manual de la cobertura vegetal (árboles y arbustos).

Los suelos desprovistos de cobertura vegetal pueden ser especialmente susceptibles a la erosión por viento o agua, por lo que será necesario implementar medidas preventivas y, en su caso, de mitigación. Además, puede ocurrir la contaminación del suelo debido a los residuos sólidos generados por los trabajadores y los sobrantes de los materiales de la obra civil.

La construcción del camino de acceso incide directamente sobre la vegetación, así mismo su cubertura con concreto hidráulico evitara el resurgimiento de vegetación en ese sitio y el suelo forestal se perderá y la infiltración de agua.

Durante la etapa de construcción, no se removerá más cobertura vegetal, ya que esta ya ha sido retirada en la fase de preparación del sitio. Se deberán adoptar medidas preventivas y, si es necesario, de mitigación.

2. Componente: Aire

Durante la etapa de preparación del sitio, la calidad del aire se verá afectada por la emisión de gases de combustión y ruido generados por el uso de vehículos. Además, durante la preparación y construcción el tránsito de maquinaria y equipo sobre el camino de acceso y el suelo donde se ha removido la cobertura vegetal provocará la emisión de polvo a la atmósfera.

3. Componente: Agua

Para este componente, se verá afectado indirectamente a raíz de la construcción del camino, afectando la cantidad de infiltración debido al recubrimiento con concreto hidráulico. Para este impacto se propone el establecimiento de obras de conservación por fuera del área de CUS, y así fomentar la infiltración de agua resultado de las precipitaciones que se den en la zona.

4. Componente: Flora

Este es otro elemento que se verá afectado, aún a pesar de localizar un sitio donde fuera el daño a la vegetación lo menor posible. La abundancia y distribución de la vegetación se verán afectadas por las actividades de desmonte realizadas para el cambio de uso de suelo. Previo a la remoción de la cobertura vegetal, durante la etapa de preparación del sitio, se llevará a cabo el rescate de la vegetación susceptible a ser rescatada. La vegetación restante será removida manualmente, triturada y amontonada temporalmente en una orilla del polígono, para ser utilizada en la construcción de dos pequeñas obras de conservación de suelo y agua. El material sobrante se esparcirá sobre el suelo dentro del polígono una vez concluida la etapa de construcción, promoviendo el aporte de materia orgánica a este suelo arenoso. Durante la etapa de construcción, no se prevé la remoción de vegetación, ya que esta será retirada durante la fase de preparación del sitio.

5. Componente: Fauna

Puede haber afectación del hábitat debido a la eliminación de sitios de refugio, alimentación y reproducción, así como el deterioro del ecosistema por la remoción de la cubierta vegetal. Durante la etapa de preparación del sitio, en la actividad de limpieza del terreno, la presencia humana ahuyentará a la fauna presente en la zona del proyecto. Sin embargo, en caso de que persista la fauna en las áreas donde se realizará la remoción de vegetación, se llevará a cabo una actividad de rescate de la fauna terrestre, que será reubicada fuera de la zona del proyecto. Según los muestreos de campo, la mayoría de la fauna registrada en el sitio de CUSTF corresponde a aves, roedores y pequeños reptiles, sin haberse registrado fauna mayor.

6. Componente: Socioeconómico

Durante las diferentes etapas del proyecto, se generarán empleos tanto calificados, relacionados con el manejo de maquinaria y equipo, como empleos generales, como limpieza de terreno, transporte de materiales y acarreo de estructuras. Estos puestos podrán ser atendidos por las poblaciones cercanas al sitio del proyecto que estén interesadas en trabajar en el mismo.

Para los empleos calificados, el personal necesario será contratado en la ciudad de Ensenada o en otras localidades cercanas donde exista oferta de trabajo.

En cuanto a los insumos, estos se adquirirán en los sitios más cercanos al proyecto, siempre que cumplan con las especificaciones necesarias. De este modo, el indicador de empleo local se verá directamente beneficiado, por lo que no se contemplan medidas de mitigación.

7. Componente: Paisaje

Durante la etapa de preparación del sitio, el paisaje se verá afectado por la presencia humana y de maquinaria, equipo y vehículos, además de la presencia de estos "elementos" ajenos al paisaje natural, el mismo será alterado por la remoción de la vegetación y el desplazamiento de la fauna.

Durante la etapa de construcción, elementos artificiales, correspondientes a la presencia humana y de maquinaria, equipo y vehículos, rompiendo con ello la calidad paisajística natural preexistente. Así mismo la presencia permanente del Telescopio interviene.

V.2.1 Criterios y metodologías de evaluación

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado.

b) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

a. Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud

El valor de un impacto se expresa en términos de la incidencia y la magnitud, y en consecuencia la relevancia o significancia de un impacto.
La magnitud, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado, misma que para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SAR.

V.2.1.1 Criterios

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. 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*;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

V.2.1.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos y la Matriz de Frecuencia de Impactos (Matriz 2), se generó una Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales por componente y factor ambiental (Matriz 3), a dichos impactos se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación y propuesto por Gómez

Orea (2002), de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar en el documento.
Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la Tabla 37;
Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable, cabe hacer mención que para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la autoridad correspondiente, se definió cada rango en la Tabla 38;
El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto.

I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc4 (Expresión V.1)

Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin (Expresión V.2)

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Tabla 37. Atributos de los impactos ambientales.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	**Benéfico**	**Positivo (+)**
	Perjudicial	**Negativo (-)**
Consecuencia	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Sinérgico	1
	No sinérgico	3
Momento o tiempo	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Reversibilidad	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad	Periódico	3
	Regular	1
Permanencia	Permanente	3
	Medio	2
	Temporal	1
Recuperabilidad	Recuperable	1
	Irrecuperable	3

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la Matriz 4: *Matriz de*

Jerarquización de impactos ambientales, misma que permite:
a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.
b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
c) Identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, derivados de la evaluación puntual de los atributos de *acumulación y recuperabilidad.*

Tabla 38 Descripción de la escala de los atributos

Atributos	**Escala**		
	1	**2**	**3**
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando efecto el conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo de tiempo corto.	El efecto se produce durante un periodo de tiempo medio.	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características **(efecto residual).**

Matriz 3 Matriz de Caracterización de los Impactos Ambientales

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulacion (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Indice de Incidencia
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión	**N**	3	1	3	1	3	2	1	1	15	0.44
Suelo	Cantidad	2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación	**N**	3	1	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Suelo	Calidad	3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).	**P**	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Suelo	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos,	**N**	3	1	3	2	2	1	1	1	14	0.38
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción	**N**	1	1	3	2	1	2	1	1	12	0.25
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración de agua por actividades de despalme y desmonte	**N**	3	3	3	1	2	2	1	1	16	0.50
Agua	Cantidad	7	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	**N**	1	3	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Agua	Cantidad	8	Colocación de obras de conservación que promoveran la infiltración de agua	**P**	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Flora	Abundancia	9	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	**N**	3	3	3	1	3	2	3	3	21	0.81
Flora	Distribucion	10	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	**N**	3	1	3	2	2	1	2	1	15	0.44
Fauna	Abundancia	11	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	**N**	3	3	3	3	3	2	3	1	21	0.81
Fauna	Distribucion	12	Pérdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	**N**	3	3	3	2	1	1	1	1	15	0.44
Socioeconómico	Empleos	13	Generación empleos (directos e indirectos)	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Insumos	14	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Servicios	15	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquina	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Recurso Paisaje	Calidad	16	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del telescopio.	**N**	3	3	3	3	3	2	3	3	23	0.94

V.3. Valoración de los impactos

La ***Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales (Matriz 3)*** se obtuvo como resultado la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia. La ***Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales (Matriz 4)***, es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales, con el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su **valoración.**

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla 39, mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización, que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

Tabla 39. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33

Matriz 4. Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulacion (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Indice de Incidencia
Recurso Paisaje	Calidad	16	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del telescopio.	N	3	3	3	3	3	2	3	3	23	0.94
Suelo	Cantidad	2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación con concreto hidraulico	N	3	1	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Agua	Cantidad	7	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	N	1	3	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Flora	Abundancia	9	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	N	3	3	3	1	3	2	3	3	21	0.81
Fauna	Abundancia	11	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	N	3	3	3	3	3	2	3	1	21	0.81
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración de agua por actividades de despalme y desmonte	N	3	3	3	1	2	2	1	1	16	0.50
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión	N	3	1	3	1	3	2	1	1	15	0.44
Suelo	Calidad	3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).	P	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Agua	Cantidad	8	Colocación de obras de conservación que promoveran la infiltración de agua	P	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Flora	Distribucion	10	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	3	2	2	1	2	1	15	0.44
Fauna	Distribucion	12	Pérdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	N	3	3	3	2	1	1	1	1	15	0.44
Suelo	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos	N	3	1	3	2	2	1	1	1	14	0.38
Socioeconómico	Empleos	13	Generación empleos (directos e indirectos)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Insumos	14	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Servicios	15	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquinaria y equipo)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción	N	1	1	3	2	1	2	1	1	12	0.25

El resultado para la Matriz de Jerarquización (Matriz 4), y con base en la tabla de categoría de significancias (Tabla 43), nos indica que el 68.75% de los impactos se consideran NO SIGNIFICATIVOS, el 25% SIGNIFICATIVOS y el 6.25% son DESPRECIABLES.

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, es una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente acotar que los impactos despreciables, serán aquellos que no se van a considerar en la valoración de impactos, es decir, aun cuando en este etapa hemos efectuado una valoración de los impactos, a nivel de la incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente su significancia, por lo que, dicho análisis dejará excluidos a los impactos clasificados como "despreciables" aunque no por ello no se tomen en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación en el siguiente capítulo.

Retomando los resultados en la Matriz de Jerarquización (Matriz 4), por su incidencia, los impactos **SIGNIFICATIVOS** más relevantes son los relacionados directamente con el atributo a continuación se describen los resultados de la valoración de los impactos que presentaron los mayores índices de Incidencia, y para los cuales se presenta el resultado de la valoración:

1. PAISAJE. Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio
2. AGUA. Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.
3. SUELO. Perdida de suelo forestal por construcción de camino (pavimentación)
4. FLORA. Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).
5. FAUNA. Posible pérdida de ejemplares de fauna NO susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

Resultado de la Valoración por atributo para el Componente Recurso (Paisaje) (I=0.94)	
Atributo: CALIDAD	
Describir el impacto Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio	
Consecuencia (C): El impacto incide directamente debido al establecimiento de infraestructura. Calificación=3	Acumulación (A): Este impacto se suma a otros efectos que se van a presentar en el área/Ya se ubican otros telescopios en el área. Calificación=3
Momento/Tiempo (T): Si bien la presencia de maquinaria, equipo y personal puede ser a mediano plazo. A lo largo del tiempo el Telescopio seguirá presente de manera permanente. Calificación=3	Reversibilidad (R): No será reversible Calificación=3
Sinergia (S): Se considera sinérgico, es decir que	Periodicidad (Pi): N0 APLICA

las sumas con los efectos del proyecto resultan mayor que este impacto individual por sí solo . Calificación=3	 Calificación=2
Permanencia (Pm): El efecto de la presencia del telescopio será permanente ya que se ubicara la infraestructura propuesta en el proyecto. Calificación=3	Recuperabilidad (Ri): Se considera irreversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema no se podrá regresar a sus condiciones originales, debido a la presencia permanente del Telescopio. Calificación=3

Resultado de la Valoración por atributo para el Componente Agua (I=0.81)	
Atributo: CANTIDAD	
Describir el impacto Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	
Consecuencia (C): El impacto incide indirectamente al atributo. Es una consecuencia de cubrir el suelo con concreto hidraulico. Calificación=1	Acumulación (A): Este impacto se suma a otros efectos que se van a presentar en el área al tiempo de la construcción. Calificación=3
Momento/Tiempo (T): Si bien la presencia de maquinaria, equipo y personal puede ser a mediano plazo. El efecto de la pavimentación será a mas de 1 año. Calificación=3	Reversibilidad (R): No será reversible/El camino será permanente. Calificación=3
Sinergia (S): Se considera sinérgico, es decir que las sumas con los efectos del proyecto resultan mayor que este impacto individual por sí solo . Calificación=3	Periodicidad (Pi): N0 APLICA Calificación=2
Permanencia (Pm): El camino sera permanente. Calificación=3	Recuperabilidad (Ri): Se considera irreversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema no se podrá regresar a sus condiciones originales. Calificación=3

Resultado de la Valoración por atributo para el Componente Suelo (I=0.81)
Atributo: CANTIDAD
Describir el impacto Pérdida de suelo por construcción de camino/Pavimentación.

Consecuencia (C): El impacto incide directamente sobre el suelo forestal al cubrirse de concreto hidráulico. Calificación=3	Acumulación (A): Este impacto se suma a otros efectos que se van a presentar en el área al tiempo de la construcción. Calificación=3
Momento/Tiempo (T): Si bien la presencia de maquinaria, equipo y personal puede ser a mediano plazo. El efecto de la pavimentación será a mas de 1 año. Calificación=3	Reversibilidad (R): No será reversible/El camino será permanente. Calificación=3
Sinergia (S): Se considera sinérgico, es decir que las sumas con los efectos del proyecto resultan mayor que este impacto individual por sí solo . Calificación=3	Periodicidad (Pi): N0 APLICA Calificación=2
Permanencia (Pm): El camino sera permanente. Calificación=3	Recuperabilidad (Ri): Se considera irreversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema no se podrá regresar a sus condiciones originales. Calificación=3

Resultado de la Valoración por atributo para el Componente Flora (I= 0.81)	
Atributo: ABUNDANCIA	
Describir el impacto Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	
Consecuencia (C): El impacto incide directamente sobre la flora ya que se va a remover. Calificación=3	Acumulación (A): Este impacto se suma a otros efectos que se van a presentar en el área. Calificación=3
Momento/Tiempo (T): La actividad de desmonte dura un periodo corto , menos de un mes. Calificación=1	Reversibilidad (R): Se considera reversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema podrá regresar a sus condiciones originales, tomando en cuenta la aplicación de las medidas de prevención y mitigación. Calificación=3
Sinergia (S): Se considera sinérgico, es decir que las sumas con los efectos del proyecto resultan mayor que este impacto individual por sí solo . Calificación=3	Periodicidad (Pi): NO APLICA Calificación=2

Permanencia (Pm): El efecto del desmonte será permanente ya que se ubicara la infraestructura propuesta en el proyecto. Calificación=3	Recuperabilidad (Ri): Se considera irreversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema no se podrá regresar a sus condiciones originales. Calificación=3

Resultado de la Valoración por atributo para el Componente Fauna (I= 0. 81)	
Atributo: ABUNDANCIA Perdida potencial de ejemplares no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de Preparación del sitio y construcción.	
Describir el impacto	
Consecuencia (C): Las actividades de preparación del sitio y construcción tienen un efecto directo de ahuyentamiento sobre la fauna presente en el sitio. Calificación=3	Acumulación (A): Este impacto se suma a otros efectos que se van a presentar en el área. Calificación=3
Momento/Tiempo (T): Las actividades de construcción duraran más de un año, lo que hará que la fauna se vea afectada durante todo el proceso constructivo. Sin embargo la misma obra hará que se ahuyente. Calificación=3	Reversibilidad (R): Se podrá regresar a su condición original cuando hayan terminado los trabajos de construcción. El regreso de la fauna o más bien el no ahuyentamiento debido a la presencia de trabajadores, será rápido. Calificación=1
Sinergia (S): Se considera sinérgico, es decir que las sumas con los efectos del proyecto resultan mayor que este impacto individual por sí solo Calificación=3	Periodicidad (Pi): NO APLICA Calificación=2
Permanencia (Pm): Pérdida de ejemplares que no sean sujetos a rescate. Calificación=1	Recuperabilidad (Ri): Se considera reversible debido a que una vez terminada la actividad el sistema podrá regresar a sus condiciones originales, tomando en cuenta la aplicación de las medidas de prevención y mitigación Calificación=3

Se adjunta las Matrices en Excel realizadas para evaluar los Impactos Ambientales (Anexo 19).

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos

ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna.

Cabe hacer la aclaración que de dicho análisis se excluyen los impactos ambientales positivos, así como aquellos negativos clasificados como despreciables es decir, aquellos que tienen un índice de incidencia menor a 0.33, lo anterior por considerarse que ninguno de ellos podrían causar afectaciones que alteren la integridad ecológica del SAR y/o sinergias negativas para el ambiente, por lo que los impactos a ser analizados son los siguientes. Cabe señalar que como se observa en dicha tabla no se estima que se tengan impactos ambientales negativos significativos, solo no significativos.

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:
IX. 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*;
Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

Criterio jurídico
El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las Normas Oficiales Mexicanas, etc. respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo: 1) Probablemente extinta en el medio silvestre, 2) En peligro de extinción, 3) Amenazadas y 4) Sujeta a protección especial. El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

Criterio ecosistémico (integridad funcional).
El proceso del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico (p.e. reducción el gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería) nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más.

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)
El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA. Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretenden afectar áreas de vegetación de bosque mesófilo o humedales, los cuales representan ecosistemas de muy limitada cobertura geográfica, asociado al reconocimiento de su alto valor en términos de los servicios ambientales que proporcionan.

Criterio de capacidad de carga
La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.
Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el predio ponen en riesgo la permanencia de la misma. O cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor que la capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

Retomando los resultados en la Matriz de Jerarquización, por su incidencia, los impactos más relevantes son:

1. PAISAJE. Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio
2. AGUA. Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.
3. SUELO. Pérdida de suelo forestal por construcción de camino /Pavimentación
4. FLORA. Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).
5. FAUNA. Posible pérdida de ejemplares de fauna NO susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

Paisaje.- Con relación a la calidad del paisaje, si bien si se modifica por la presencia del Edificio del Telescopio el cual será permanente, se sumara a la presencia de otros telescopios que ya se encuentran en la zona, además de que el área que pertenece al OAN, tiene por decreto un uso para la investigación científica.

Agua.- Para este atributo, impacto perdida de infiltración de agua, se considera indirecto, ya que el

impacto en si se dará sobre el suelo, al cubrirse de concreto hidráulico. Sin embargo se establecerán medidas de conservación (obras de conservación), fuera del área del CUS, como medida de mitigación a este impacto.

Suelo.- Se incidirá directamente sobre el suelo al colocar el concreto hidráulico. Las obras de conservación promoverán la captación de suelo, fuera del área de uso de suelo, como medida de mitigar la perdida resultante por este impacto.

Flora.- Para este proyecto, el Cambio de Uso de Suelo afecta negativamente especies citadas bajo un estatus de Protección Especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Pinus jeffreyi*, *Pinus quadrifolia* y *Abies concolor*). Su significancia con relación al Criterio Ambiental, radica en que el proyecto se ubica en un ANP.

Fauna.- Es importante decir que para la fauna, en el transcurso de otros proyectos desarrollados nunca se ha dado el caso de perder ejemplares, o no poder realizar el rescate o ahuyentamiento como se establece en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, que serán aplicados de manera diaria para minimizar el resultado de estos impactos. El índice de incidencia, refleja la importancia en caso de darse el caso del cual estamos hablando.

Tabla 40 Relación de impactos significativos (S) y no significativos (NS) de acuerdo a los cuatro diferentes criterios: criterios, jurídico, criterio ecosistémico, criterio de calidad ambiental y criterio de capacidad de carga.

Componente	Impacto Ambiental	Significancia			
		Criterio Jurídico	Criterio Ecosistémico	Criterio Calidad Ambiental	Criterio Capacidad Carga
Paisaje	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del Telescopio.	**S**	NS	**S**	NS
Agua	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	**S**	NS	**S**	NS
Suelo	Pérdida de suelo forestal por construcción de camino /Pavimentación	**S**	NS	**S**	NS
Flora	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUSTF)	**S**	NS	**S**	NS
Fauna	Pérdida de ejemplares no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	**S**	NS	**S**	NS

A pesar de ser significativos los impactos, no se generarán desequilibrios ecológicos, ni se van a rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente.

V.4. Conclusiones

Una vez identificados y evaluados los diversos impactos que serán generados durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, donde también fue analizado el posible efecto acumulativo de los mismos, sin dejar fuera de este análisis las medidas de mitigación aplicables, desde la definición del sitio, podemos concluir que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental, ya que no representa ningún riesgo de ocasionar impactos relevantes, afectar la funcionalidad del ecosistema, la prestación de servicios ambientales y la capacidad de carga. Como está planteado, se ha realizado un gran esfuerzo por ajustarse a una superficie mínima y en el sitio donde fuera menor la afectación ambiental posible, lo que lo convierte en una afectación puntual (0.0002074% de la superficie del ANP donde se ubica) aunado a una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que se describen.

VI.JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

De acuerdo a la Ley, la viabilidad de otorgar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, está sujeta a que se actualicen los siguientes supuestos:

a) Que no se comprometerá la biodiversidad

De acuerdo a los muestreos para calcular los diversos índices y el censo en el terreno propuesto para CUS, se observa que el sitio TP2m presenta una menor riqueza de especies en comparación con el sistema ambiental. En el sitio TP2m se registraron 2 especies de arbustos, 1 de árboles (1 muerto) y 5 herbácea, mientras que en el sistema ambiental se identificaron 8 especies de arbustos, 8 de árboles y 2 herbáceas, lo que representa casi el doble de diversidad para los grupos arbóreas y arbustivas.

Dado que el sistema ambiental alberga una mayor riqueza de especies arbóreas y arbustivas, incluyendo una mayor diversidad estructural, y considerando que las especies exclusivas del sitio TP2m son de distribución amplia y sin importancia en términos de conservación, se puede concluir que el sitio TP2m no posee un valor ecológico superior al sistema ambiental, además se plantea rescatar del sitio TP2m algunas plantas de las especies más representativas y de mayor importancia.

b) Que no se provocará la erosión de los suelos

A pesar de que la remoción de la cobertura vegetal resulta en la erosión de los suelos por la pérdida de la protección que ésta brinda, las condiciones actuales del sitio, muestran que sólo el 40% de la superficie del área sujeta a CUSTF cuenta con cobertura vegetal, la superficie restante cuenta con suelo granítico, así como sitios descubiertos.

Por lo anterior, y teniendo en consideración la superficie tan pequeña que representa el sitio del proyecto comparado con la superficie total del SA, la erosión será mínima. De igual manera, como parte de las medidas de mitigación y compensación se estableció una zona de restauración. En esta zona se llevarán a cabo obras para la retención de suelo y agua.

La remoción de la cubierta vegetal repercutirá en la pérdida de suelo orgánico, debido a que la vegetación retiene suelo a través de sus raíces y de la fauna edáfica. Sin embargo, las medidas de

mitigación y obras de compensación ayudarán a disminuir de manera considerable este factor, reteniendo **41.366 Ton,** durante su vida útil.

c) Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y
Con relación a la calidad del agua, el proyecto no se ubica cerca de ningún cuerpo de agua ni en ningún cause que pueda afectar el SA. Sin embargo, al ser escasas las lluvias en la Sierra de San Pedro Mártir, como resultado de la remoción de vegetación por parte del proyecto, ocasionara que la captación de agua disminuya.
Al realizar el análisis de infiltración de agua en el apartado de Impactos Ambiente, se concluyó que el proyecto no causa ningún impacto negativo en el calidad del agua, si en la cantidad.
Las medidas de mitigación (obras de conservación) ayudarán a disminuir de manera considerable este factor, como se analiza en el apartado correspondiente y captarán por evento cada obra **21.105 m^3 de agua.** Este volumen máximo de captación se daría para un evento de lluvia por obra, sin embargo deberán tomarse en cuenta el número de precipitaciones a lo largo del año, en las que estas obras puedan llenares a su máxima capacidad. Si se consideran dos eventos al año serían **42.21 m^3.**

d) Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.
Las actividades que se realizan dentro del área del proyecto se refieren exclusivamente a la investigación científica. No se desarrolla ningún tipo de explotación de recursos ni actividades productivas dentro del ANP. La investigación que aquí se genera, beneficia de manera indirecta a la sociedad en general, ya que esos resultados contribuyen al desarrollo de otras tecnologías que no tienen relación directa con la astronomía.

VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

En la descripción de las actividades a realizar durante las etapas de preparación y ejecución de cambio de uso de suelo, se describen diversas acciones que se aplicarán como medidas de prevención y mitigación, mismas que serán supervisadas de manera permanente durante estas etapas a través de la aplicación del Programa de Supervisión Ambiental, que tiene como propósito vigilar que no se rebasen los alcances de los diversos impactos identificados, así como poder aplicar de manera inmediata medidas correctivas en caso de presentarse situaciones no previstas, debiendo elaborarse reportes diarios que describan el cumplimiento de estas medidas preventivas y de mitigación.

De manera resumida se presenta una relación de las principales actividades para dar cumplimiento a la prevención y mitigación de impactos. Estas se describen en la Tabla 41 del presente documento, donde se ordenan por componente y describe su base legal (NOM) y son el fundamento para la ejecución del programa de Vigilancia Ambiental.

1.- Delimitación precisa del área del proyecto, para no rebasar la superficie que se autorice para CUS.

2.- Ejecutar un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, que se ejecutará de manera permanente durante las etapas de preparación y construcción.

3.- Programa de rescate de vegetación que sea factible de realizar, considerando tamaño, volumen de sistema radicular y estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

4.- Remoción con herramienta manual de la vegetación y derribo direccional de árboles, para evitar dañar vegetación fuera del área autorizada.

5.- Picado y troceado de árboles para ser dispersado este material en suelos con poca vegetación.

6.- Mantener vigilancia sobre los vehículos y equipos a emplear, para que cumplan con un mantenimiento preventivo de emisiones.

7.- No encender fogatas por ningún motivo.

8.- Vigilar que el personal que labore en estas obras reciba un programa de capacitación para que conozcan cuales son las funciones de las áreas naturales protegidas, que medidas de prevención de accidentes, medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales están obligados a cumplir y el uso obligado de equipos de seguridad personal. Adicionalmente a manejar niveles bajos de ruido, no molestar a la fauna y el uso obligado de las instalaciones sanitarias que tendrán a su disposición.

9.- Evitar derramar líquidos contaminantes como combustibles y lubricantes y en caso de que suceda recuperar la tierra afectada y ponerla a disposición de un centro autorizado para tratarla.

10.- Manejo adecuado de materiales sobrantes, basura orgánica y elementos ajenos al medio, disponiendo de ellos de acuerdo a las normas vigentes. Disponer de depósitos adecuados.

11.- Al concluir la etapa de construcción, realizar una limpieza total de elementos ajenos al medio y a las obras ya construidas, para disponer de ellos en algún centro de acopio autorizado.

A partir de la opinión de expertos, así como la información anterior y las matrices (Matrices de la 1 a la 4), se describen a continuación los impactos ambientales esperados con la realización del proyecto por componente ambiental, lo anterior, con el propósito de que cada uno de ellos sea atendido a través de medidas que garanticen la continuidad del ecosistema en el que se inserta el proyecto, **NO SE INCLUYEN** en la tabla los aspectos socioeconómicos que se consideran positivos y no requieren medidas ni de mitigación ni de prevención (Tabla 41).

Tabla 41 Medidas de prevención y mitigación a los impactos ambientales.

Componente	Descripción del Impacto	Medidas de prevención/mitigación/restauración/compensación
Suelo	Perdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión	Se tendrá especial cuidado en no rebasar las superficies autorizadas y se ejecutará un Programa de Conservación de Suelos. Toda la vegetación a remover se cortará a ras del suelo, sin retirar las raíces, en los lugares donde no se colará la cimentación, como medida para evitar la erosión. Adicionalmente la vegetación removida, se depositará temporalmente en una de las orillas del polígono, para ser utilizada para la construcción de dos cordones de ramas acomodadas como se propone en el Programa de Conservación de Suelo y Agua, y el excedente será picado y dispersado sobre la superficie que fue removida una vez terminada la etapa de construcción.
	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación	La construcción del camino incluye la pavimentación con concreto hidráulico con lo cual se cubrirá permanentemente el suelo forestal. Se prevén medidas de mitigación.
	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).	Como medida de mitigación a la pérdida del suelo debido a los impactos anteriores, se tienen programadas dos obras de conservación de suelo a base de vegetal resultante del desmonte por fuera del área de CUSTF, promoviendo la captación de suelo.
	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos,	También puede darse la Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos producidos por los trabajadores y por los materiales sobrantes de la obra civil. Será necesario establecer medidas de prevención y en su caso de mitigación. Como medida preventiva para para contaminación al suelo, la maquinaria, y vehículos a utilizar, se mantendrán en óptimas condiciones de funcionamiento, mediante mantenimiento preventivo, como afinaciones y servicios, NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2005. Se tendrá cuidado en evitar el derrame de contaminantes y en caso de que se presenten, el suelo afectado será retirado y entregado a una empresa especializada y autorizada para su tratamiento, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

Aire	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción	El impacto en ambos casos (ruido y emisiones) será negativo ya que la calidad del aire y la calidad acústica serán modificadas, sin embargo la magnitud de estos impactos será baja ya que las emisiones son moderadas, el área donde se realizará la preparación del sitio del predio del proyecto es relativamente pequeña y se encuentra anexa a la zona marina que posee una alta capacidad de limpieza y funciona de manera natural como un área de amortiguamiento de ruido. Como medida preventiva para los gases de combustión, la maquinaria, y vehículos a utilizar, se mantendrán en óptimas condiciones de funcionamiento, mediante mantenimiento preventivo, como afinaciones y servicios, NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2005. Los vehículos deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana: NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. La maquinaria y equipo deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido para fuentes fijas y su método de medición. NOM-011-STPS-2001, que determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo. El impacto será puntual, local y temporal, ya que estará localizado dentro del predio del proyecto y temporal debido a que las emisiones cesarán una vez que se finalice esta primera etapa. Asimismo, se contemplan medidas de mitigación para estos impactos. Como es el cumplimiento de las Normas mencionadas anteriormente para la maquinaria y equipo, así como el humedecimiento del camino para evitar la dispersión de partículas a las atmosfera, y los camiones deberán cubrirse con lonas.
Agua	Pérdida de infiltración resultado de la remoción de vegetación (CUS)	La pérdida de la infiltración está relacionada íntimamente a perdida de cobertura vegetal ya que al remover ésta, la escorrentía superficial aumenta y la infiltración disminuye. Como medida de mitigación a este efecto, se propondrán dos cordones de vegetación acomodada como obra de conservación de agua.

	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	Indirectamente el recubrimiento del suelo con concreto hidráulico, elimina toda posibilidad de que el agua se infiltre. Como medida de mitigación a este efecto, se propondrán dos cordones de vegetación acomodada como obra de conservación de agua.
	Colocación de obras de conservación que mitigan la pérdida de agua por infiltración.	Como medida de mitigación a la pérdida del suelo debido a los impactos anteriores, se tienen programadas dos obras de conservación de suelo a base de vegetal resultante del desmonte por fuera del área de CUSTF, lo que promoverá la retención de agua fomentando su infiltración.
Flora	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	Previo a los trabajos de preparación del sitio, se realizaron recorridos de prospección para seleccionar posibles accesos (brechas existentes) libre de vegetación y que no requiere Cambio de Uso de Suelo. Como medida de mitigación, se aplicará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, dando prioridad a los listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies representativas que sean susceptibles de ser reubicados por trasplante. En caso de arbóreas enlistadas en la NOM-059, no susceptibles de ser reubicadas por alguna razón (tamaño, estado sanitario, ubicación, etc.). Se llevará un registro de plantas rescatadas y plantas en la NOM que no es factible su rescate. Se controlará que la maquinaria permanezca dentro de las zonas establecidas para trabajo, para evitar daños adicionales a la vegetación. Se va compensar con las medidas más convenientes que determine la SEMARNAT y la administración del ANP de acuerdo a sus prioridades.
	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Previo a los trabajos de preparación del sitio, se realizó una visita de prospección en la cual se identificaron las especies vegetales establecidas en la zona. De acuerdo al Programa de Rescate y Reubicación de Flora, serán reubicados a una corta distancia posibles ejemplares juveniles no detectados de las arbóreas listadas bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las arbóreas no susceptibles de ser rescatados/reubicados por su tamaño y tener un sistema radicular muy extenso inmerso entre las rocas y sus fracturas, Se llevará un registro de plantas rescatadas y plantas en la NOM que no es factible su rescate. Las actividades de reforestación se va compensar con las medidas más convenientes que determine la SEMARNAT y la administración

		del ANP de acuerdo a sus prioridades
Fauna	Perdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	La principal medida de mitigación es el diseño de infraestructura que no represente riesgos a la fauna existente. Adicionalmente se aplicará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna previo y durante los trabajos de desmonte. Adicionalmente el trabajo de desmonte será ejecutado de manera direccional para permitir la fuga de fauna no detectada. Diariamente previo al inicio de actividades el supervisar ambiental realizara un recorrido en el sitio para en caso de que algún ejemplar quede atrapado aplicar el programa y realizar el rescate y reubicación a la zona autorizada.
	Cambio temporal en la distribución debido a la reubicación de ejemplares en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se aplicará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, previo y durante los trabajos de desmonte. El ahuyentamiento será provocado, de acuerdo al programa, previo y durante los trabajos de desmonte, y será temporal. Se espera que los organismos regresen a sus nichos gradualmente, una vez concluida la etapa de construcción. Los ejemplares de lenta movilidad como las serpientes, anfibios o crías de diversas especies, serán capturados y reubicados. Se llevará una bitácora de ejemplares ahuyentados, rescatados y reubicados, con las coordenadas correspondientes.
Paisaje	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del TP2m.	El paisaje será modificado de manera permanente por la presencia del Telescopio. No se tiene contemplado aplicar medidas de mitigación, sin embargo ya se encuentran otros telescopios construidos, debido a la naturaleza del área del OAN que es la investigación científica.

VII.2. Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, por ello se dedica una sección especial del presente capítulo para su análisis.

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

El Artículo 3º de este mismo reglamento lo define como "el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación".

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, por lo tanto el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" final del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

Como se menciona en el apartado: *V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología selecciona, c) Identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, derivados de la evaluación puntual de los atributos de acumulación y recuperabilidad.* Donde como resultado con base en la escala nivel 3, el resultado de este impacto el componente afectado no podrá volverá a contar con sus características iniciales en el corto plazo.

La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad. Se consideran aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas.

Se detectaron 5 impactos residuales (el 32.25% de los impactos), es decir que persistirán después de la aplicación de las medidas de mitigación. El resto de los impactos (68.75%) se da de manera puntal, durante un periodo corto de tiempo y podrán ser reversibles, gracias a las medidas de mitigación propuestas una vez terminadas las actividades.

Estos impactos son:

1. PAISAJE. Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio.
2. AGUA. Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.
3. SUELO. Pérdida de suelo forestal por construcción de camino /Pavimentación
4. FLORA. Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).
5. FAUNA. Posible pérdida de ejemplares de fauna NO susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

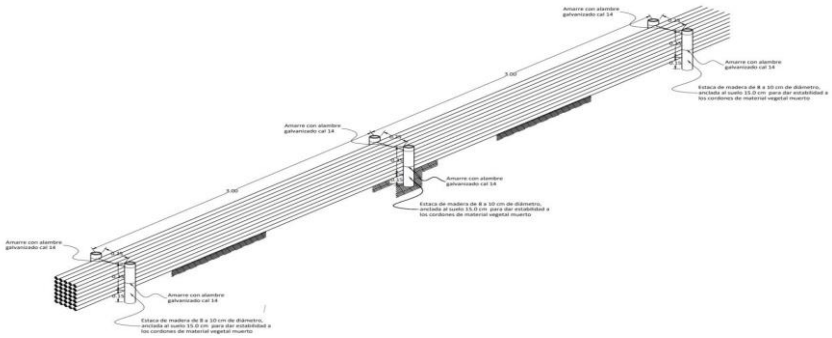
Es importante resaltar que este no es el caso de zona de alta vulnerabilidad ambiental ni de la construcción o utilización o empleo de substancias altamente peligrosas, pero a pesar de no ser representar este proyecto riesgos al ambiente, acataremos cualquier instrucción o solicitud que la autoridad haga referente a la gestión de alguna fianza, de considerarlo necesario.

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

Una de las actividades de restauración/compensación consiste en la colocación de obras de conservación cuya intención es regresar al sistema su capacidad de retener agua y suelo.

Las obras seleccionadas consideran los volúmenes de estos recursos que se perderían de no llevarse a cabo y son dos cordones de vegetación, que se armaran con la vegetación resultante de las actividades de cambio de uso de suelo. El acomodo de estos materiales se realiza siguiendo las curvas a nivel sobre el terreno, y tienen como función, la protección al suelo, disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepta azolves y favorece la regeneración natural.

El acordonamiento debe estar construido con material leñoso mayor a 5.0 cm de diámetro, las barreras deben ser de al menos 0.35 m de alto y 0.25 m de ancho, no deberá tener huecos en el interior de la obra. El estacado debe realizarse en ambos lados de la barrera, es decir, colocarse tanto aguas abajo como aguas arriba de la misma, separadas hasta 3.00 m de distancia y su longitud deben ser de al menos de 0.50 m, ya que debe enterrarse 0.15 m.



La longitud total de ambos cordones será de 67.00 metros, (uno de 29.60 m y otro de 37.50 m) y en atención a las recomendaciones del Manual de Obras de la Comisión Nacional Forestal en su edición 2017, al sección transversal de los cordones será de 25.0 cm de ancho y 35.0 cm de alto,

El precio unitario anterior deberá ser tomado como referencia y si aplica se le deberán sumar los costos indirectos, además de los cargos por financiamiento y utilidad. El costo incluye el trazo y marcado de la curva a nivel y la construcción del acordonamiento.

Tabla 42 Costo de las actividades de restauración.

		Cantidad	Unitario	Importe m.n.
Mano de obra				
	Jornaleros 4 x 4	16	$700.00	$11,200.00
Otros				
	Herramientas (Palas, machetes)	3	$500.00	$1,500.00
	Alambre			$900.00
	Traslados	4	$1,500.00	$6,000.00
	Alimentos	16	$250.00	$4,000.00
	Total			**$23,600.00**

Considerando elaboración de estacas, picado de ramas traslado, estacado, acomodo, amarrado para 67 metros. Precio por metro lineal es de $352.23 pesos.

La obra se ubica alejada del poblado más cercano, por lo tanto, los jornaleros requieren traslado, alimentos y un pago mayor, aunado a que existe una alta demanda de jornaleros en la región por los cultivos de exportación, lo que encarece los jornales. El proceso constructivo es el establecido en el Manual de Obras y Prácticas de Protección**,** Restauración y Conservación de Suelos Forestales, publicado por CONAFOR.

Se adjunta Memoria de Cálculo, Anexo 20.

Además de las obras de conservación antes descritas, se sustenta esto en un convenio de colaboración (Anexo 21) entre la UNAM y la CONANP en diversas acciones de conservación y manejo del PNSSPM, el cual tiene como objetivo, promover conjuntamente acciones dirigidas a la restauración, conservación, protección y monitoreo de los ecosistemas, su biodiversidad, y los bienes y servicios ambientales del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, de acuerdo con las declaratorias, programas de manejo y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Los objetivos más específicos están relacionados a:

1. Impulsar acciones que coadyuven en la restauración y saneamiento forestal y manejo del fuego del PNSSPM.
2. Impulsar y fomentar actividades para el conocimiento e investigación de los servicios ecosistémicos del PNSSPM.

Por lo tanto las prioridades cambian con el tiempo, por lo que los trabajos de restauración y compensación, serán determinados considerando el convenio vigente.

VIII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Según el Plan de Manejo del Parque. El escenario actual consiste en ser un sitio el cual es autorizado para el desarrollo de la investigación científica y el monitoreo al ambiente. Debido a que el proyecto se pretende desarrollar dentro de la subzona en la cual se ubica el Observatorio Astronómico Nacional de la UNAM, el Telescopio TP2m se agregara a varios otros que ya se encuentran autorizados en el área. Con relación al personal de trabajo, se encuentran la mayor parte del tiempo en la zona de oficinas administrativas y estancia la mayor parte del tiempo. La actividad de supervisión en el área de telescopios es mínima, y se observan pocos vehículos.

Es de resaltar que el sitio del proyecto presenta un alto porcentaje de superficie cubierta de piedra expuesta y por lo tanto la vegetación se presenta en parches.

La parte de áreas con vegetación, se encuentra cubierta de vegetación de bosque de pino y chaparral, y con relación a la fauna, puede observarse muy ocasionalmente fauna mayor.

La calidad ambiental, biodiversidad, prestación de servicios ambientales y demás atributos de esta zona, está garantizada que continuarán conservándose a través del tiempo, en tanto continúen vigentes los decretos que lo sustentan, esperando que ese interés persista.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

El escenario durante la Preparación del Sitio y Construcción:

Preparación del sitio

- Se observará en la zona del proyecto, el tráfico de maquinaria pesada, como oruga, trascabo, retroexcavadora, aplanadora, y demás maquinaria relacionada. Se tendrán emisiones de gases no significativas provenientes de la maquinaria, así como polvos emitidos a la atmósfera provenientes del suelo. También se tendrá emisión de ruido proveniente de la maquinaria y equipo utilizado. La fauna permanecerá alejada de este sitio durante las etapas preparación, desmonte y construcción, regresando gradualmente al término de estas etapas.

Construcción

- Se observará personal y equipo construyendo las distintas obras.
- La emisión de polvos provenientes del suelo ha disminuido, pero se mantiene las emisiones de gases de combustión y de ruido.
- Para ese momento, ya se tendrá el estacionamiento, los caminos de acceso.
- Por último, se tendrá personal, atendiendo los últimos detalles de las construcciones e instalaciones. Se observa personal verificando las instalaciones y equipos para su correcto funcionamiento.
- Se observa a personal de las compañías prestadoras de servicios de recolección y transporte de residuos, llevándose para su adecuada disposición, los distintos residuos generados por la preparación y construcción del proyecto.

Operación

- La operación del telescopio será por percepción remota, a presencia de trabajadores será muy poco frecuente, así como la frecuencia de vehículos.

El escenario con proyecto y las medidas de mitigación y restauración, permiten determinar que la mayor parte de los impactos son mitigables y no de importancia significativa al ecosistema, por lo tanto, a la funcionalidad y prestación de servicios ambientales del mismo, ya que como se describe en este documento, dichos impactos son muy puntuales.

El escenario con proyecto y las medidas de mitigación y restauración, permiten determinar que la mayor parte de los impactos son mitigables y no de importancia significativa al ecosistema, por lo tanto, a la funcionalidad y prestación de servicios ambientales del mismo, ya que como se describe en este documento, dichos impactos son muy puntuales. Adicionalmente se aplicarán medidas de compensación que falta determinar y que ayudarán a la conservación del ANP donde se ubica el proyecto.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Se establecieron **130** interacciones entre **19** actividades, los componentes y los atributos del entorno que se establecieron a ser afectados para dos etapas (preparación del sitio y construcción), ya que por la naturaleza automatizada del proyecto no se considera etapa de operación ni de mantenimiento. La mayoría de las interacciones se da en la Etapa de Construcción con 11 actividades en comparación con la Preparación del Sitio con 8 actividades.

De las 130 interacciones identificadas habrá **57 interacciones positivas** (25 en la etapa de preparación del sitio y 32 en la etapa de construcción relacionada totalmente al componente socioeconómico, ya que se requieren de servicios, empleos e insumos para realizar el proyecto.

Por otro lado se presentan **73 interacciones negativas**, 29 en la etapa de preparación del sitio y 44 en la etapa de construcción), siendo las actividades relacionadas al desmonte la más importante con 11 interacciones.

Se detectaron 5 impactos residuales (el 32.25% de los impactos), es decir que persistirán después de la aplicación de las medidas de mitigación. El resto de los impactos (68.75%) se da de manera puntal, durante un periodo corto de tiempo y podrán ser reversibles, gracias a las medidas de mitigación propuestas una vez terminadas las actividades.

Con relación al impacto sobre la Flora y Fauna, se aplicarán los programas de Rescate y Reubicación de Flora, y el de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, como una manera de prevenir la perdida de ejemplares. También la construcción de obras de Conservación de Suelo y Agua, ayudara minimizar los impactos sobre estos atributos.

Se han sostenido pláticas con personal de la SEMARNAT y la CONANP para determinar cuáles son las actividades prioritarias para la conservación del ANP, por lo que se está realizando un análisis para priorizar estas actividades, tomando en cuenta la prevención de incendios, brechas para la prevención, obras para conservación de suelo y agua y reforestación entre otras, por lo que estamos en espera de la definición de las actividades de compensación que la autoridad considere más apropiadas y oportunas para la conservación del ANP.

VIII.4 Pronóstico ambiental

Basados en los recorridos de campo donde no se observaron afectaciones a la biodiversidad de origen antrópico y al estatus legal de ANP de estos terrenos, se puede pronosticar que esta ANP continuara brindando las actuales condiciones de protección a los ecosistemas, lo que garantiza que se continuara cumpliendo con las funciones de protección al medio ambiente dentro de esta ANP y por lo tanto esto garantiza que estos terrenos continuaran prestando en cantidad y calidad los servicios ambientales como hoy lo hacen.

En cuanto a los impactos inevitables sobre el suelo y agua por la falta de vegetación, las obras de restauración que se proponen en este proyecto, permitirán recuperar la capacidad de captación de agua y retención de suelo al ejecutarse el proyecto.

Existen antecedentes de la intención de particulares que desean hacer uso de los recursos forestales en la región, afortunadamente las autoridades han hecho valer la ley y la región continua libre de este tipo de aprovechamientos, lo que se espera que no cambie.

En cuanto a la infraestructura que tiene que desarrollar la UNAM para poder ampliar sus trabajos de investigación, es de esperar que se sigan ejecutando estos con una afectación mínima, como se han venido ejecutando a la fecha, donde de manera invariable se seleccionan los sitios con base a criterios de efectividad y menor impacto ambiental posible, por lo tanto los impactos resultan muy puntuales, siendo mitigables algunos de ellos y dejando siempre abierta la posibilidad de compensar con las medidas más convenientes que determine la SEMARNAT y la administración del ANP de acuerdo a sus prioridades.

VIII.5. Programa de vigilancia ambiental (PVA)

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objeto evitar que se generen impactos no previstos o se corrijan las posibles afecciones no consideradas. Los componentes de un plan de vigilancia ambiental pueden ser desde, realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados en el estudio de impacto ambiental, detectar los impactos no previstos articulando las medidas necesarias de prevención y corrección, verificar el cumplimiento de las posibles limitaciones o restricciones establecidas, supervisar la puesta en práctica de las medidas preventivas y correctivas diseñadas en el estudio de impacto ambiental determinando su efectividad y realizar un seguimiento para determinar con especial detalle los efectos de la fase de construcción sobre los recursos, así como para conocer la evolución y eficacia de las medidas preventivas y correctivas implementadas y será reportado mediante informes con una periodicidad que será establecida por la autoridad. Los informes serán supervisados y firmados por el técnico responsable, el cual los remitirá al promovente en las fases de preparación del sitio y construcción. La dirección del PVA se llevará a cabo por el promovente del proyecto en la fase de preparación del sitio y en la fase de construcción.

El Programa de Vigilancia Ambiental se puede desglosar en varios Programas, los que se desarrollarán de acuerdo a las prioridades que se determinen este proyecto y pueden ser:

1. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna (Anexo 22)
2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Anexo 4)
3. Programa de Conservación de Suelos (Anexo 23)
4. Programa de Reforestación (En caso de ser solicitado)

5. Programa de Abandono (Anexo 24)

La Tabla 43 presenta una descripción de las medidas generales previstas para dar seguimiento al Programa de Seguimiento Ambiental (PVA) para el Proyecto **"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"** y será completada con las Condicionantes establecidas por la Autoridad en caso de una Resolución Positiva.

Tabla 43 Objetivos de cada plan que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental que se preparan para este proyecto.

Plan	Descripción
Plan de Seguimiento a Medidas de Mitigación	**Medidas Generales Previas:** • *Inducción al personal de campo sobre las medidas de seguridad, incluyendo descripción de equipo, uso de vehículos, velocidades máximas. Prohibición de encender fogatas, prohibición de molestar a la fauna, prohibición de afectar vegetación fuera de las áreas autorizadas a desmonte y prohibición de generar basura.* • *Capacitación al personal de campo acerca de las leyes y normas encaminadas a la protección del ambiente.* • *Capacitación sobre la importancia de la biodiversidad y el papel que juega en ello las ANP. La importancia de la ANP Sierra de San Pedro Mártir.* • *Capacitación sobre la necesidad de mantener libre de contaminantes al medio ambiente, disposición de residuos y medidas de seguridad manejo de residuos de manejo especial y peligroso.* • *Capacitación acerca de la necesidad del cumplimiento de los términos autorizados, sobre superficies y ubicación de sitios a desmontar, disposición de residuos vegetales.* **Medidas de mitigación a los impactos identificados**: **Al suelo:** • *No ejecutar despalme en donde no se requieran obras de cimentación, para conservar el poco suelo, hojarasca y su banco de semillas.* • *Ejecutar desmonte con herramienta manual, cortando las plantas a ras del suelo para dejar sus raíces.* • *No rebasar los límites autorizados para cambio de uso de suelo.* • *Con el material vegetal removido, se construirán dos fajinas de ramas acomodadas para retención de suelo y agua y el material vegetal restante se picará y dispersará.* • *Capacitar al personal y vigilar que no se registren derrames de contaminantes sobre el suelo.* • *Mantenimiento preventivo a la maquinaria y al equipo para evitar posibles accidentes durante su operación.* **Al aire (atmósfera):** • *Verificación de la aplicación de un programa de mantenimiento apropiado a cada tipo de vehículos (NOM-041-SEMARNAT-2015) y de que operen en condiciones mecánicas adecuadas NOM-045-SEMARNAT-2017.* • *No rebasar el límite de velocidad de 15 km/h en terracería. Para evitarla emisión de polvos generados por los vehículos. En cuanto a los ruidos generados por los vehículos, verificar que estos cuenten con sus equipos de mitigación adecuados NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-011-STPS-2001* • *Humedecimiento de las áreas de trabajo para prevenir el levantamiento de partículas*

	• *Utilización del equipo de protección personal para prevención de daño por ruido a los trabajadores.*
Plan de Rescate de Flora	• *Mitigar el efecto del cambio de uso del suelo sobre la vegetación, mediante la aplicación de un programa de rescate directo donde sea posible y reubicación de flora considerada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT que sea susceptible a ello.* • *Elaboración de reportes del desmonte, de rescate y del programa de reforestación.*
Plan de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	• *Contribuir a la preservación y conservación de la fauna en las áreas de afectación directa del desmonte mediante la aplicación del programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, aplicable a aves, mamíferos y herpetofauna.* • *Establecer los procedimientos para el ahuyentamiento temporal, captura y reubicación de organismos de lenta movilidad, para evitar la pérdida de ejemplares de fauna que puedan resultar afectados de manera directa con las actividades de desmonte y acondicionamiento de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, con especial atención a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.* • *Capacitación del personal en materia de conservación de fauna antes del inicio de actividades del proyecto.* • *Planear y ejecutar actividades para lograr el alejamiento temporal y rescate de la fauna, previamente a los trabajos de desmonte.* • *Establecer el formato de reporte de captura, identificación y liberación de fauna. Elaborar un reporte final de organismos observados, reubicados y del porcentaje de sobrevivencia.*

VIII.6 Seguimiento y control

El seguimiento y control a las medidas de prevención y mitigación se presentan en el PVA. Se ejecutaran por parte del promovente y se les dará seguimiento para el cumplimiento de los informes requeridos por la autoridad.

IX.IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

IX.1 Presentación de la información

IX.1.1 Cartografía

Los planos incluidos en este documento así como las referencias geográficas se presentan georreferenciados en el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM zona 11N con proyección Universal Transversa de Mercator.
Anexo 2. Plano Topográfico y de Conjunto
Anexo 7. Plano de Obras de Conservación.

IX.1.2 Fotografías

Se incluyen en el cuerpo del documento.

IX.1.3 Videos

No aplica

IX.2 Otros anexos

Anexo 1 Datos del Técnico Forestal
Anexo 3 Coordenadas del Proyecto
Anexo 4 Programa de Rescate y Reubicación de Flora
Anexo 5. Memoria de Cálculo de Volúmenes Maderables Forestales
Anexo 6 Granulometría y Mecánica de Suelos
Anexo 10. Listado de Flora de SPM
Anexo 14. Lisado de Fauna de SPM
Anexo 21. Acuerdo de Colaboración UNAM-CONANP
Anexo 22. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna
Anexo 23. Programa de Conservación de Suelo y Agua
Anexo 24. Programa de Abandono

IX.2.1 Memorias de cálculo

Anexo 8. Memoria de cálculo de erosión
Anexo 9. Memoria de cálculo de infiltración.
Anexo 11. Muestreo de flora e indicies de biodiversidad en el SA
Anexo 12. Censo de flora en el sitio TP2m
Anexo 13. Memoria de cálculo de biodiversidad flora SA vs TP2m
Anexo 15. Muestreo de fauna en el SA
Anexo 16. Censo de fauna en el TP2m
Anexo 17. Memoria de cálculo biodiversidad de fauna TP2m
Anexo 18. Memoria de cálculo de carbono
Anexo 19. Matrices de Evaluación de Impactos
Anexo 20. Cálculo de costos de las obras de Conservación.

Anexo 1
Datos del Técnico Forestal

Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

DELEGACIÓN FEDERAL EN BAJA CALIFORNIA
SUBDELEGACIÓN DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
OFICIO Nº DFBC/SGPA/UARRN/1497/09
Nº BITACORA: 02/A1-0136/05/08

Registro Forestal en Baja California

A S U N T O: Certificado de Inscripción en el Registro Forestal Nacional de persona física prestadora de servicios técnicos forestales.

"2009, Año de la Reforma Liberal"

Mexicali, Baja California, 14 de abril de 2009.

ING. MARIO SOTO GARCIA ,
LAGO CHAPALA # 604,
FRACCIONAMIENTO VALLE DORADO,
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.
TELEFONO 01-646-1-42-56-51 .

Hago referencia a los datos de Identificación enviados para su **inscripción en el Registro Forestal Nacional.**

Con fundamento en los Artículos 32 Bis, fracciones I, III y XXXIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 37, 38 y 39, fracción XXXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, artículo 51 fracción IV y 53 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículos 75 y 76 fracción I de su Reglamento; y en virtud de haber cumplido con los requisitos señalados en los Artículos 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos; **se certifica:**

Que en el Registro Forestal Nacional, en asiento fechado el **14 de abril de 2009**, en el Libro **BAJA CALIFORNIA**, Tipo **UI** Volumen **2**, Número **11,** ha quedado usted inscrito como **Persona Física Prestadora de Servicios Técnicos Forestales** responsable de elaborar los estudios técnicos justificados de cambio de uso de suelo en terreno forestal, elaborar los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables, dirigir, evaluar y controlar la ejecución de los programas de manejo respectivos, asesorar y dirigir trabajos de establecimiento y aprovechamiento de plantaciones forestales y otras actividades previstas en el artículo 108 de la Ley General de Desarrollo Forestal y 77 de su Reglamento.

Lo anterior se hace de su conocimiento para los efectos legales y administrativos correspondientes.

A T E N T A M E N T E.
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL DELEGADO FEDERAL.

LIC. LUIS ALFONSO TORRES TORRES.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DESPACHADO
APR 29 2009
DESPACHADO
DELEGACIÓN FEDERAL EN BAJA CALIFORNIA
MEXICALI, B.C.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN EN BAJA CALIFORNIA

C.c.p. Dra. Cecilia Laviada Hernández .-Titular de la Unidad Coordinadora de Delegaciones Federales de la SEMARNAT.- México, D .F.
c.c.p. Dr. Francisco García García.- Director General de Gestión Forestal y de Suelos.- México, D. F.
c.c.p. Lic. Bernabe Esquer Peraza.- Delegado Estatal de la PROFEPA en Baja California.- Ciudad.
c.c.p. Minutario.
c.c.p. Archivo.
LATT/RZG/MSDA/

MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL ELECTORAL

CREDENCIAL PARA VOTAR

NOMBRE
SOTO
GARCIA
MARIO

SEXO H

DOMICILIO
C GONZALO TORRES MARTINEZ MZ 24 LT 09
COL GOMEZ MORIN 22842
ENSENADA, B.C.

CLAVE DE ELECTOR STGRMR81052810H000

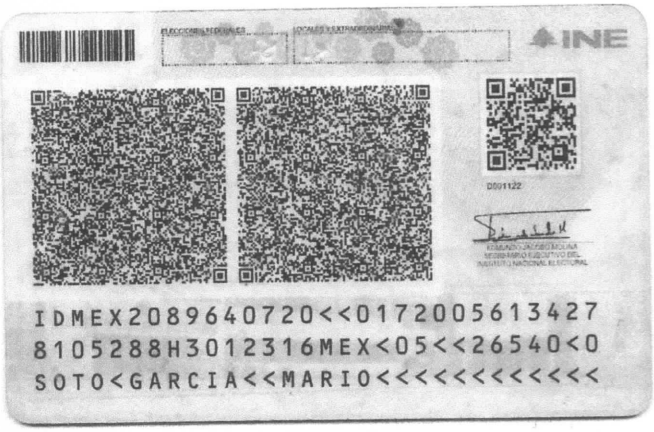
CURP
SOGM810528HDGTRR06

AÑO DE REGISTRO
1999 05

FECHA DE NACIMIENTO
28/05/1981

SECCIÓN
0172

VIGENCIA
2020 - 2030



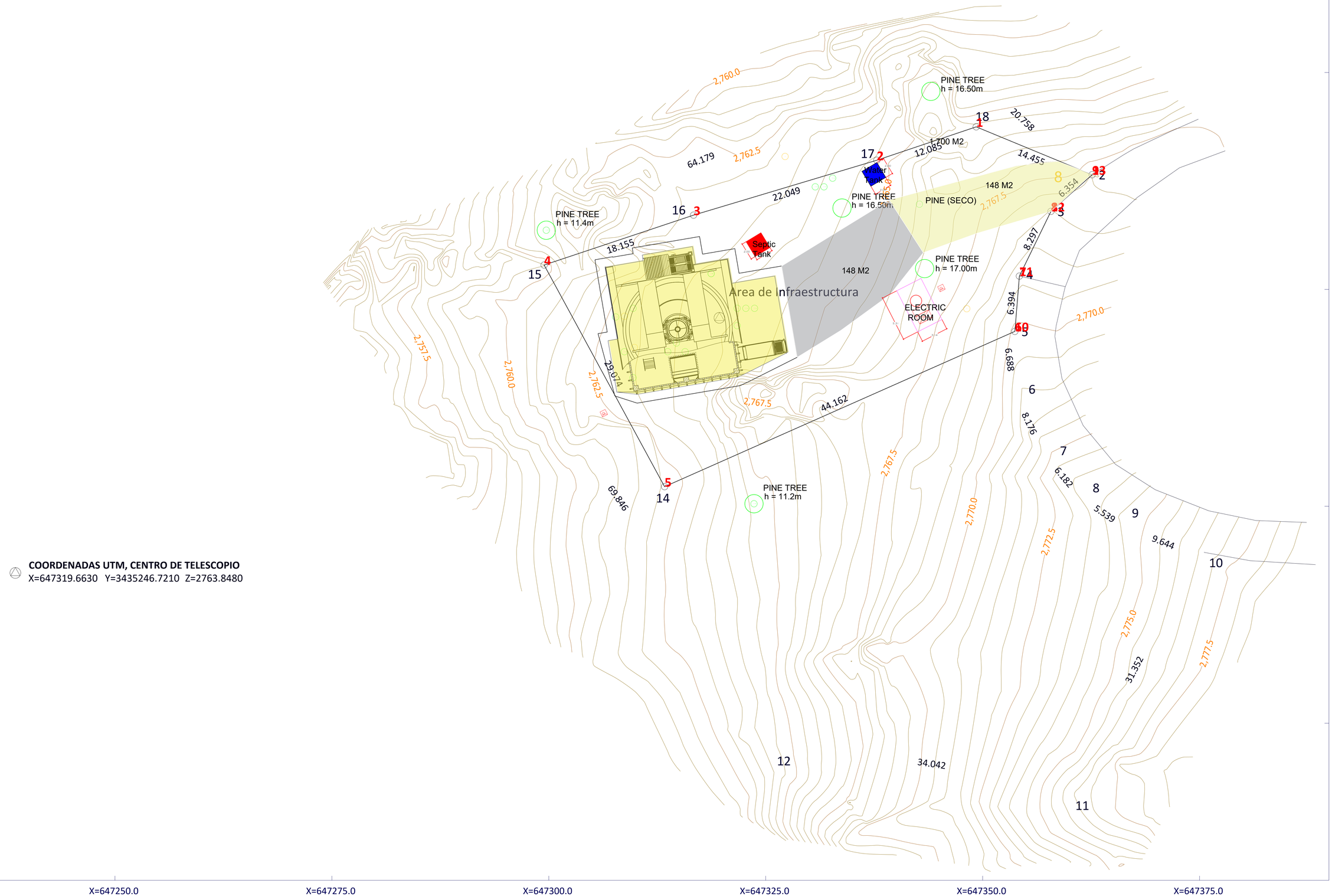
INE

IDMEX2089640720<<0172005613427
8105288H3012316MEX<05<<26540<0
SOTO<GARCIA<<MARIO<<<<<<<<<<<<

Anexo 2.
Plano Topográfico y de Conjunto

X=647250.0 X=647275.0 X=647300.0 X=647325.0 X=647350.0 X=647375.0

Y=3435275.0 Y=3435250.0 Y=3435225.0 Y=3435200.0



COORDENADAS UTM, CENTRO DE TELESCOPIO
X=647319.6630 Y=3435246.7210 Z=2763.8480

Anexo 3
Coordenadas del Proyecto

	CUADRO DE CONSTRUCCIÓN	
	Área infraestructura	
	Coordenadas	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
	ÁREA: 1,375.45 m2	
	Área tierras fisicas	
	Y	X
1	3,435,277.30	647,347.37
2	3,435,254.08	647,287.53
3	3,435,196.72	647,327.38
4	3,435,191.86	647,361.07
5	3,435,219.69	647,375.51
6	3,435,223.26	647,366.55
7	3,435,226.38	647,361.98
8	3,435,231.12	647,358.01
9	3,435,238.52	647,354.54
10	3,435,245.16	647,353.72
11	3,435,251.53	647,354.24
12	3,435,258.99	647,357.87
13	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,277.30	647,347.37
	ÁREA: 4.158.04 m2	

Tanque para agua		
	Y	X
1	3,435,263.60	647,336.09
2	3,435,264.63	647,337.81
3	3,435,262.91	647,338.84
4	3,435,261.88	647,337.12
1	3,435,263.60	647,336.09
ÁREA: 004.00 m2		

Desglose de áreas

	Camino	
	3,435,260.30	647,339.24
1	3,435,264.24	647,353.86
2	3,435,264.77	647,358.71
3	3,435,263.27	647,362.58
4	3,435,258.99	647,357.87
5	3,435,256.46	647,349.32
6	3,435,254.23	647,343.16
7	3,435,260.30	647,339.24
	ÁREA: 124.07 m2	

	Área de maniobras	
1	3,435,252.70	647,326.85
2	3,435,260.30	647,339.24
3	3,435,254.23	647,343.16
4	3,435,249.42	647,339.36
5	3,435,245.29	647,333.67
6	3,435,242.18	647,328.64
1	3,435,252.70	647,326.85
	ÁREA: 153.18 m2	

Fosa séptica

	Y	X
1	3,435,255.49	647,322.74
2	3,435,256.53	647,324.45
3	3,435,254.82	647,325.49
4	3,435,253.78	647,323.78
1	3,435,255.49	647,322.74
	ÁREA: 004.00 m2	

	Edificio	
	Y	X
1	3,435,252.70	647,326.85
2	3,435,242.18	647,328.64
3	3,435,239.36	647,323.02
4	3,435,238.91	647,322.06
5	3,435,238.73	647,320.96
6	3,435,238.56	647,320.00
7	3,435,238.40	647,319.03
8	3,435,238.23	647,318.06

Subestación electrica		
1	3,435,249.84	647,340.10
2	3,435,251.27	647,342.90
3	3,435,246.53	647,345.31
4	3,435,245.10	647,342.51
1	3,435,249.84	647,340.10
ÁREA: 016.69 m2		

Obra	Superficie	
Camino	124.07	m2
Área de maniobra:	153.18	m2
Edificio recinto de	335.77	m2
Fosa Séptica	4.00	m2
Tanque para agua	4.00	m2
Subestación eléctr	16.69	m2
Total	**637.71**	**m2**

9	3,435,238.07	647,317.10
10	3,435,237.90	647,316.13
11	3,435,237.74	647,315.17
12	3,435,237.57	647,314.20
13	3,435,237.41	647,313.23
14	3,435,237.24	647,312.27
15	3,435,237.08	647,311.30
16	3,435,236.89	647,310.18
17	3,435,237.72	647,307.62
18	3,435,244.90	647,305.67
19	3,435,245.08	647,306.74
20	3,435,253.37	647,305.32
21	3,435,253.37	647,305.34
22	3,435,253.42	647,305.33
23	3,435,253.76	647,307.36
24	3,435,253.72	647,307.37
25	3,435,254.12	647,309.73
26	3,435,254.77	647,309.61
27	3,435,256.09	647,317.38
28	3,435,254.06	647,317.72
29	3,435,254.70	647,321.44
30	3,435,251.86	647,321.92
1	3,435,252.70	647,326.85
ÁREA: 335.77 m2		

Anexo 4
Programa de Rescate y Reubicación de Flora

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA

PROYECTO:

"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"

Elaborado por:

Proyectos Sustentables
Consultoria y ADR

Ensenada, Baja California, 12 de Mayo de 2025.

Contenido

I. ANTECEDENTES 3
II. OBJETIVO 3
III. ALCANCE 3
IV. JUSTIFICACIÓN 3
V. NATURALEZA DEL PROYECTO 3
VI. LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO 4
VI.1 Sitio del Proyecto 7
VI.2 Tipo de Vegetación 7
VI.2.1 Censo de vegetación 7
VII. METODOLOGÍA 9
VII.1. Identificación y selección de especies por rescatar 9
VII.2 Propuesta de rescate 10
VII.3 Marcado de los sitios de reubicación y reforestación en su caso. 11
VII.4 Estrategia de mantenimiento y seguimiento al mantenimiento 12
VIII. CALENDARIO DE ACTIVIDADES 12

Listado de Tablas

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo. 6
Tabla 2. Superficie sujeta a cambio de uso de suelo 7
Tabla 3 Especies de flora reportadas en el sitio del proyecto. 7
Tabla 4 Individuos propuestos para remoción dentro de los sitios en estudio. 8
Tabla 5 Volumen estimado de productos vegetales resultantes de la remoción para las especies arbóreas y arbustivas. 8
Tabla 6 Número de ejemplares rescatables por especie 10
Tabla 7 Polígono propuesto para la reubicación de los ejemplares rescatados. 11
Tabla 8 Calendario de trabajo 13

Listado de Figuras

Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto. 5
Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura 6
Figura 3 Polígono de reubicación de las plantas a rescatar (Marcado en verde). Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010). 12

I. ANTECEDENTES

Este documento consiste en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre para este proyecto, y se presenta como complemento al Documento Técnico Unificado (DTU-Particular B) al proyecto *"**TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)".***

En este programa se da prioridad a las especies bajo algún estatus de protección, de acuerdo a la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, así como especies que es factible su reubicación por tratarse de plantas perennes. En este programa se definirán las técnicas a aplicar durante el rescate y trasplante y las características de los sitios en los que se reubicarán. Con lo cual se buscará mitigar de manera significativa los probables impactos negativos del proyecto sobre la flora.

II. OBJETIVO

Establecer de forma general, las acciones a seguir para conservar mediante técnicas de rescate y relocalización las especies de flora silvestre que se encuentren en algún estatus de vulnerabilidad (rara, amenazada y o en peligro de extinción) de acuerdo con lo especificado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en las áreas de desarrollo del Proyecto.

III. ALCANCE

El presente procedimiento aplica a las tareas de rescate y relocalización de las especies de flora silvestre presentes en el área de desarrollo del Proyecto, que se encuentren en algún estatus de vulnerabilidad (rara, amenazada y o en peligro de extinción) de acuerdo con lo especificado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, durante la etapa de Preparación del sitio.

IV. JUSTIFICACIÓN

El área del proyecto se ubica dentro del ANP Sierra de San Pedro Mártir, por lo que la conservación de los ecosistemas es prioritario, motivo por lo cual es indispensable aplicar todas las medidas de mitigación que contribuyan a salvaguardar el equilibrio de dichos ecosistemas.

Llevar a cabo el programa de Rescate y Reubicación de Flora, permite que se apliquen las medidas legales previstas, en materia de protección y rescate de este recurso natural, y que tengan el fin de proteger y conservar las poblaciones de plantas que se distribuyen en el predio, con la intención mitigar en lo posible, los impactos sobre la flora durante la ejecución de este proyecto.

Para lograrlo se elaboró el presente **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** en el cual se contemplaran las especies que sean susceptibles de sufrir impacto con la construcción y operación del proyecto, entre las que se encuentran dos, en la categoría de Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual forma, dentro de este programa se consideran los sitios en los que se reubicará la flora rescatada y la propuesta de reforestación con las plantas que no sea susceptible su rescate.

V. NATURALEZA DEL PROYECTO

El Observatorio Transpacífico (TPO) es un proyecto internacional destinado al desarrollo, instalación y operación de un telescopio de 2 metros (TP2m) en la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California, México. El proyecto reúne la experiencia de múltiples instituciones, incluyendo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Astronomía de la Universidad Central Nacional (NCUIA), el Observatorio Astronómico de Shanghái, la Academia de Ciencias de Henan, la Universidad Aix-Marseille (AMU) y el Instituto de Astronomía y Astrofísica de la Academia Sínica (ASIAA).

El principal objetivo del proyecto TPO y TP2m es avanzar en la investigación científica y tecnológica en astronomía observacional y astrofísica. Aprovechando la experiencia y los recursos combinados de las instituciones participantes, el proyecto busca mejorar las capacidades observacionales, promover el intercambio de conocimientos y fomentar la colaboración internacional en el campo. TPO/TP2m representa un paso significativo hacia el fortalecimiento de asociaciones a largo plazo entre instituciones de investigación líderes en todo el mundo.

El TPO está diseñado como una iniciativa de investigación colaborativa y dinámica, enfocada en maximizar el potencial científico del telescopio TP2m. El proyecto enfatiza programas de observación de acceso abierto que permiten a cada institución participante llevar a cabo estudios independientes y conjuntos, asegurando un amplio espectro de investigaciones astronómicas. El objetivo principal es optimizar el rendimiento científico de la instalación mediante programas de investigación innovadores, instrumentación avanzada y una sólida cooperación internacional.

VI. LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

El programa de ordenamiento ecológico determina que el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política de Protección ambiental. Esta política tiene como objetivo preservar ecosistemas con alta biodiversidad y especies endémicas de flora y fauna, garantizando así la integridad de los sistemas ambientales. Se permite el uso de recursos naturales siempre que se cumpla con la normatividad correspondiente y, en el caso de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), lo establecido en su Programa de Conservación y Manejo.

La UGA-11 abarca una superficie total de 66,307.422 hectáreas, predominantemente cubierta por matorral xerófilo. Además, ha sido designada como Región Terrestre Prioritaria (RTP: Sierra de San Pedro Mártir) por la CONABIO, y cuenta con unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de carácter cinegético. Según el criterio de regulación ecológica (UGA 11: PRO01), en las áreas naturales protegidas oficialmente establecidas, el desarrollo de obras y actividades deberá ajustarse al decreto de creación y al programa de manejo vigente.

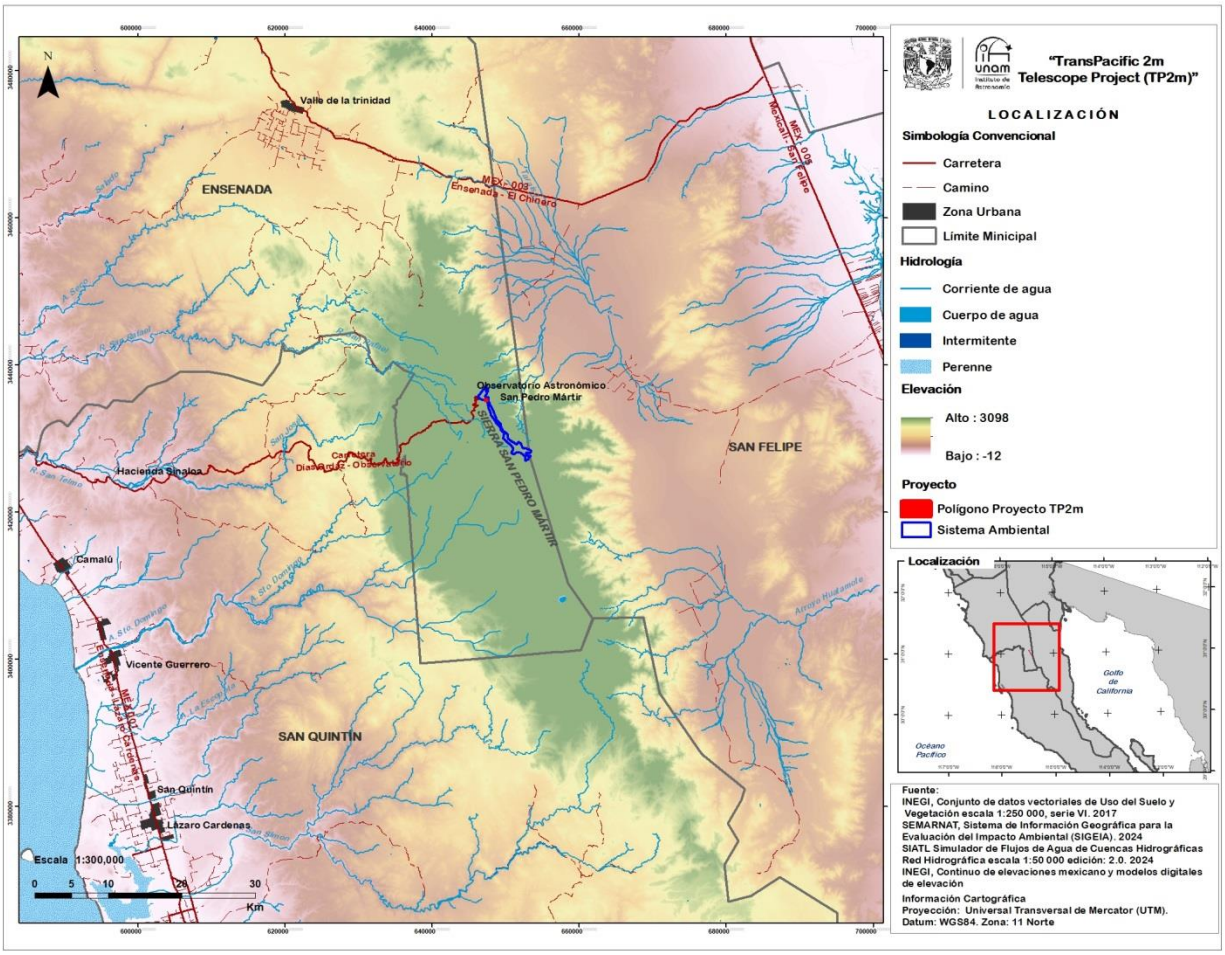


Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto.

Dentro del contexto local el proyecto solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 1,375.45 m^2, misma que se observa en la Figura 2.

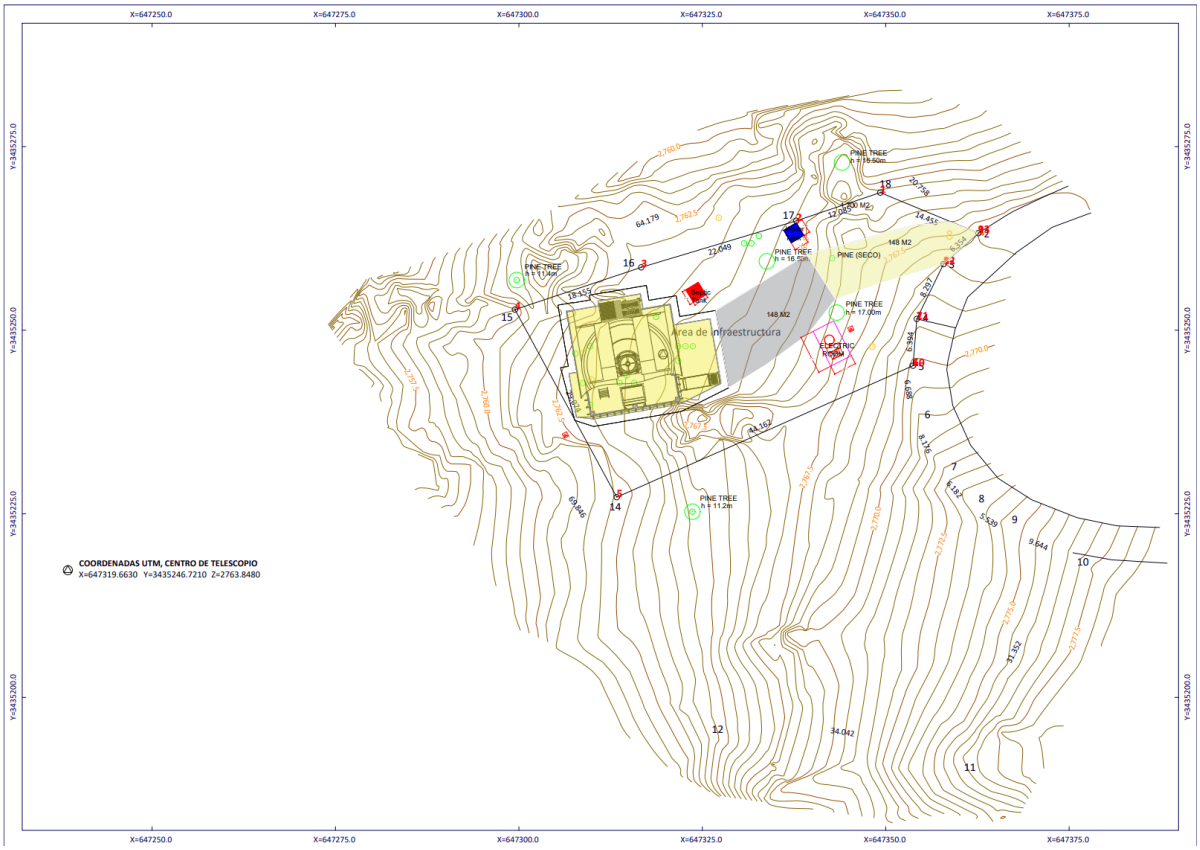


Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN		
	Área infraestructura/ CUSTF	
	Coordenadas UTM , WGS 84 11R	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
AREA=1,375.45 m²		

El uso actual del suelo es forestal, la extensión del área en hectáreas que se solicita modificar es de 0.1375452 ha (1,375.45 m²) y se solicita para realizar actividad científica.

VI.1 Sitio del Proyecto

La superficie total del predio que se requiere para cambio de uso de suelo forestal es de **1,375.45** m², que está cubierta de vegetación forestal en un 40%, y será removida en el cambio de uso de suelo, el 60% del terreno presenta cobertura rocosa o libre de vegetación, sin embargo también se solicitara el cambio por presentarse en parches irregulares la distribución de esta vegetación en el terreno.

Tabla 2. Superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

Concepto	Superficie (m²)	% del predio
Superficie del área sujeta a CUSTF que cuenta con vegetación forestal	550.18	40
Superficie del área sujeta a CUSTF sin vegetación forestal	825.27	60
Superficie total sujeta CUSTF	**1,375.45**	**100**

VI.2 Tipo de Vegetación

VI.2.1 Censo de vegetación

Se identificaron 9 especies vegetales correspondientes a 7 familias de las cuales 2 están sujetas a protección especial.

Tabla 3 Especies de flora reportadas en el sitio del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM - 059	No. Individuos	Tipo de vegetación
Pinaceae	*Abies concolor*	Abeto	Pr	1**	BPM
Poaceae	*Agrostis scabra*	Pasto		87	BPM
Ericaceae	*Arctosthaphylos patula*	Manzanita de hoja verde		10	BPM
Fabaceae	*Astragalus circumdatus*	Garbancillo		1	BPM
Montiaceae	*Calyptridium parryi*	Gatitos de Parry		13	BPM
Rosaceae	*Holodiscus discolor*	Rocío oceánico		11	BPM
Rubiaceae	*Gallium wigginsi*	Galio		36	BPM
Pinaceae	*Pinus jeffreyi*	Pino amarillo	Pr	10*	BPM
Poaceae	*Piptochaetium sp*	Pasto		160	BPM
TOTAL				**329**	

Pr Sujetas a protección especial/ BPM=Bosque de pino mixto
*Total de individuos presentes, 7 vivos y 3 muertos
**Individuo muerto

Es importante mencionar que, de estas 329 plantas, 260 son individuos que pertenecen al grupo de los pastos, que, por su temporalidad estacional, pueden ya no estar presentes cuando se ejecute el CUTSF. En total se calcula que se removerán 325 individuos, de los cuales cuatro están ya muertos, y se pretende rescatar a 4 individuos:(3 ejemplares de manzanita de hoja verde y 1 ejemplar de pino amarillo, debido a su tamaño que asegura sobrevivencia, a su estatus de protección e importancia

Tabla 4 Individuos propuestos para remoción dentro de los sitios en estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. Individuos	Tipo de vegetación
Pinaceae	*Abies concolor*	Abeto	Pr	1*	BPM
Poaceae	*Agrostis scabra*	Pasto		87	BPM
Ericaceae	*Arctosthaphylos patula*	Manzanita de hoja verde		7	BPM
Fabaceae	*Astragalus circumdatus*	Garbancillo		1	BPM
Montiaceae	*Calyptridium parryi*	Gatitos de Parry		13	BPM
Rosaceae	*Holodiscus discolor*	Rocío oceánico		11	BPM
Rubiaceae	*Gallium wigginsi*	Galio		36	BPM
Pinaceae	*Pinus jeffreyi*	Pino negro	Pr	9**	BPM
Poaceae	*Piptochaetium sp.*	Pasto		160	BPM
TOTAL				**325**	

Pr Sujetas a protección especial/ BPM=Bosque de pino mixto/*Total de individuos presentes, 7 vivos y 3 muertos/**Individuo muerto

El volumen vegetal resultante y el número de individuos estimados a remover corresponden al **94.87%** de los individuos presentes en la superficie que comprende el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificados dentro del estrato arbóreo y arbustivo con las siguientes dimensiones: altura menor a 180 cm y diámetro de fuste menor a 10 cm. el cálculo se realiza a partir de la estimación del volumen promedio por individuo, multiplicado por el número de individuos a remover

Se estimó volumen solo a las especies a las que es posible determinarles, por lo que en este ejercicio se estima se removerán **26 individuos** en total para los que se generará un volumen de 54.4660. De estos individuos, dos están muertos, para estos se estima un volumen de 2.4236 m^3 de madera muerta. En total el cálculo de volumen a remover de materia forestal proveniente de individuos vivos es de **52.0424 m^3.**

Tabla 5 Volumen estimado de productos vegetales resultantes de la remoción.

Especie	No. de individuos a remover	Diámetro promedio a la altura del pecho (cm)	Altura promedio (cm)	Volumen promedio por individuo (m^3)	Volumen total (m^3)
Abies concolor (muerto)	1	40.00	840.00	0.79	0.79
Pinus jeffreyi (muerto)	1	30.17	707.00	0.5440	1.6319
Pinus jeffreyi (vivos)	6	42.02	1090.28	1.7604	10.5623
Especie	**No. de individuos presentes**	**Diámetro promedio (cm)**	**Altura promedio (cm)**	**Volumen promedio por individuo (m^3)**	**Volumen total (m^3)**
Arctostaphylos patula	7	191.80	205	2.58321	25.8320
Holodiscus discolor	11	197.13	112.64	1.42255	15.6480
TOTALES	**26**				**52.0424**

Esta vegetación por su tamaño será removida con herramientas de mano para evitar que ejemplares de fauna sean dañados.

Vista general del sitio

VII. METODOLOGÍA

- **Trasplante o colecta:** consiste en remover al individuo completo del sitio donde está establecido y reubicarlo en un vivero provisional u otra área con condiciones adecuadas para su desarrollo. Este método se aplicará para una especie arbustiva y una herbácea, así como para el caso de que se lleguen a detectar ejemplares de arbóreas con una altura igual o inferior a los 30 cm.

VII.1. Identificación y selección de especies por rescatar

El término rescate de vegetación nativa se refiere al procedimiento que implica propagar, trasplantar o reproducir individuos típicos de un ecosistema determinado, el cual será afectado por diversas actividades humanas y así mitigar su impacto en la flora que se desarrolla en el sitio.

La alternativa se enfocará principalmente en actividades de trasplante y colecta, como se explica a continuación:

Identificación. En las áreas delimitadas a desmontar se realizó la identificación y marcaje de aquellos ejemplares de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Elección de plantas susceptibles de ser rescatadas. Se encuentran dentro del área a afectar especies listadas bajo Protección Especial (Pr) según la NOM-059 siendo lo ideal realizar su rescate y reubicación. Sin embargo existen factores que hacen esta tarea imposible. La altura y la longitud de raíces son factores determinantes para su rescate ya que el terreno es rocoso y por lo tanto se dificulta el rescate sin dañar las raíces.

Una vez seleccionados los ejemplares a rescatar, se anotarán en la bitácora de campo, con sus datos específicos de los ejemplares como del sitio en que se ubican y se reubicaran: 1) Nombre científico, 2) Nombra común, 3) Altura, 4) Diámetro, 5) Cobertura, 6) Georeferenciación, 7) Tipo de suelo, 8) Pendiente y 8) Altitud a la que se encontraron. El registro de datos de cada sitio, se llevara a cabo en la bitácora de registro de flora que se muestra en el Anexo 1.

VII.2 Propuesta de rescate

De los individuos presentes, tres de la especie *Arctostaphylos patula* y uno de la especie *Pinus jeffreyi* se rescatarán y reubicarán en algún sitio aledaño, esto mediante las acciones del programa de rescate adjunto al presente (Anexo 4) por lo que estos individuos no se contabilizaron como volumen resultante del desmonte dado que se rescatarán y reubicarán.

Los ejemplares de *Pinus jeffreyi* se deben rescatar por su estatus de protección o su importancia en la zona como parte del paisaje y de la integridad del ecosistema, mientras que los ejemplares de *Arctostaphylos patula* se recomiendan rescatar por su importancia en la zona, aunque sea muy abundante. En la Tabla 6 se presenta la información sobre los ejemplares que se proponen rescatar.

Tabla 6 Número de ejemplares rescatables por especie.

Especie	Forma de vida	Frecuencia	No rescatables	Rescatables
Arctostaphylos patula	Arbusto	10	7	3
Pinus jeffreyi (vivos)	Árbol	7	6	1
TOTAL		**17**	**13**	**4**

Extracción de plantas a rescatar. El rescate se realizara en ejemplares donde se extraerán de su medio con la mayor cantidad de cepellón posible, para disminuir los daños a la raíz, así como preservar las bacterias y hongos benéficos. La excavación alrededor deberá de ser a una distancia de 40 cm del tronco o tallo. Las plantas que muestren signos de enfermedad, plaga o deficiencia fisiológica, serán descartadas para ser empleadas en el rescate.

Se realizará la extracción de la planta, utilizando las mejores técnicas. Así mismo y para favorecer su sobrevivencia , existen técnicas de manejo propias, mismas que favorecen su sobrevivencia, como se realizará la poda de raíces dañadas y la aplicación de un bactericida y un enraizador, para con esto favorecer sus posibilidades de establecerse en el nuevo sitio. Se llevará un registro y fotografías del número de organismos que sean rescatados.

Rescate de arbóreas: Se realizó un censo de la vegetación dentro del polígono del proyecto, donde se rescatarán ejemplares arbóreos de 40 centímetros o menos de altura, conservando la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radicular con lo que se evita lesionarlas, además de que se mantienen los hongos y las bacterias benéficos que contribuyen a la fertilidad del nuevo suelo. En el suelo donde se va a reubicar el organismo, se abrirá un hoyo de plantación de dimensiones adecuadas para el cuerpo y cepellón con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.

Es importante cuidar que la planta se introduzca en el hoyo de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla. El hoyo en que se vaya a introducir la planta deberá contar con el tamaño adecuado para permitir a las raíces conservar una posición lo más natural posible. Previo a su colocación, las raíces de los individuos serán rociados con una solución de fungicida y enraizador. El cuerpo de la planta deberá quedar por lo menos al ras del suelo o preferentemente un poco por debajo, para prevenir un asentamiento del suelo. La tierra que cubre el sistema radicular se presionará con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado con el pie de manera cuidadosa.

Reubicación: Como ya se mencionó, ya se tiene identificado un polígono lo más cerca posible, dónde no variarán de manera significativa las condiciones ambientales de las del área donde fueron extraídas las plantas. Una vez identificado el lugar donde se ubicara la planta, se preparará el área mediante la perforación de sepas y se busca que el nuevo hábitat de los ejemplares no sea modificado, lo cual influirá en una mayor sobrevivencia de los organismos. Siendo la reubicación de estos ejemplares en sitios establecidos para su mayor control y cuidado, así como su fácil ubicación. Dicho cuadrante se georreferenciara.

VII.3 Marcado de los sitios de reubicación y reforestación en su caso.

Previo a las labores de rescate y reubicación y de plantación de arbóreas, se señalara el sitio de manera visible utilizando estacas, para facilitar la ubicación y localización de los sitios, para su posterior supervisión y evaluación.

Debido a su ubicación el polígono propuesto para reubicación de los ejemplares corresponde a un polígono de 1,500 m^2 propuesto y autorizado (Resolutivo No. DFBC/SGPA/UGA/DIRA/3166/17) para otro proyecto que se desarrolla en el OAN, proyecto de "SAINT-EX", que además de presentar las mismas características ambientales de su lugar de origen, se encuentra cercano al área del proyecto M@TE y facilita el traslado de las plantas, lo que asegura el monitoreo de los ejemplares aumentando las posibilidades de sobrevivencia (Tabla 7; Figura 3).

Tabla 7 Polígono propuesto para la reubicación de los ejemplares rescatados.

CUADRO DEL POLIGONO DE REFORESTACION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,435,377.9902	647,102.3464
1	2	S 16º48'45.72" w	46.592	2	3,435,333.3900	647,088.8700
2	3	S 72º56'22.57" E	30.847	3	3,435,324.3400	647,118.3600
3	4	N 20º08'25.92" E	46.642	4	3,435,368.1300	647,134.4200
4	1	N 72º54'40.66" w	33.555	1	3,435,377.9902	647,102.3464
SUPERFICIE = 1,500 m^2						

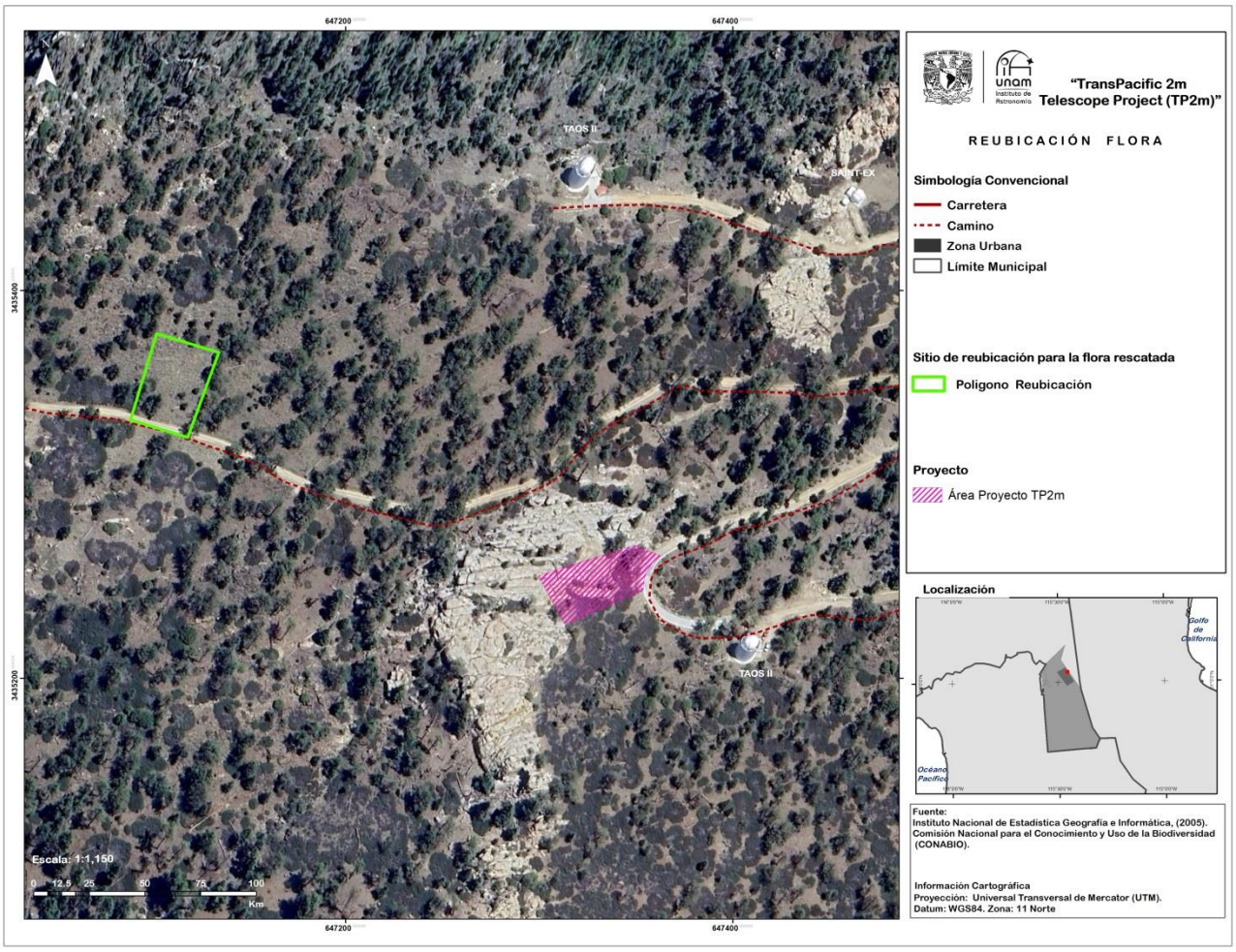


Figura 3 Polígono de reubicación de las plantas a rescatar (Marcado en verde). Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010).

VII.4 Estrategia de mantenimiento y seguimiento al mantenimiento

Se deberán realizar mantenimientos programados y periódicos a los ejemplares rescatados y reubicados, la frecuencia de mantenimiento dependerá de la época del año y las condiciones del sitio de reubicación. Durante las visitas de mantenimiento serán revisados los ejemplares evaluando sus condiciones y llevando un control estadístico de la mortalidad.

Durante el mantenimiento, se proporcionarán riegos, y de ser necesaria la aplicación de fertilizantes y plaguicidas o cualquier otra actividad al efecto de garantizar una alta de supervivencia. Una vez que se encuentren establecidos los ejemplares se espaciará paulatinamente el mantenimiento, lo cual favorecerá la adaptación definitiva de los individuos a las condiciones naturales del área.

VIII. CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Para realizar el rescate de la vegetación en el predio será necesario contar con un encargado capacitado, que sea responsable de las labores de rescate, dirija y coordine al personal a su cargo, solicite herramientas e insumos y mantenga comunicación constante con el personal de construcción.

Las personas responsables del rescate deberán ser profesionales biólogos o agrónomos con experiencia en rescate o propagación de especies vegetales de la región. Cuando el equipo de trabajo de la compañía constructora delimite en campo los sitios de desmonte, éstos se deberán mostrar a los responsables del rescate para que inicien las labores pertinentes.

Tabla 8 Calendario de trabajo

	Construcción	Inicio	Término	Duración (semanas)
1	Camino	19/10/25	29/11/25	7
2	Obra Civil (terracerías, cimentación y muros de contención)	30/11/25	28/02/26	15
3	Estructura metálica y acabados	19/10/25	29/03/26	27
4	Instalación eléctrica	17/01/26	18/03/26	10
5	Fibra Óptica	19/03/26	29/03/26	2
6	Sistema de tierras	19/03/26	29/03/26	2
7	Instalaciones	17/01/26	22/01/26	1
8	Servicios especiales y montajes	30/03/26	10/05/26	7

Anexo 1. Bitácora de Registro de Flora

Fecha de rescate	Especie		Sitio/KP	Número de identificación	Características		Fecha de reubicacion	Coordenadas de rescate	Coordenadas de reubicación	Observaciones
	Nombre común	Nombre científico			Diámetro	Altura (cm)				

Anexo 5
Memoria de Cálculo de Volúmenes de Especies a Remover

Cómo medir el volumen de un árbol en Pies, incluye
PDF - InfoAgronomo

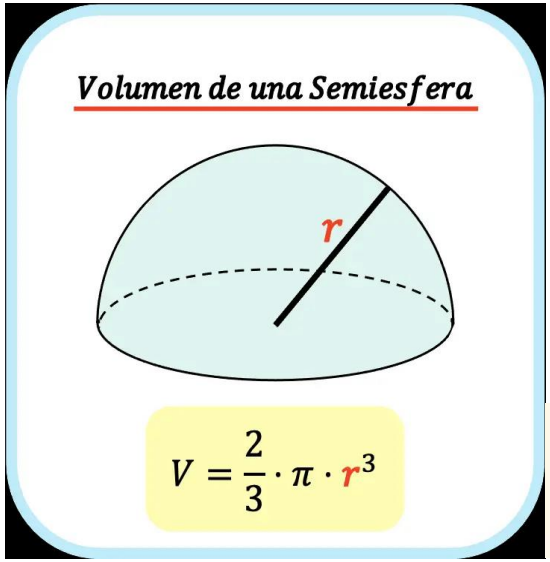
Especie	Diametro 1 (cm)	Diametro 2 (cm)	Promedio D (cm)	DAP (cm)	Altura (cm)	Coef Morf	Vol Ponderado (m3)	Volumen promedio (m3)	Individuos a remover	Volumen total a remover (m3)
Abies concolor				**40**	**840**	**0.75**	0.7917	0.791683	1	0.791683
Arctostaphylos patula	271	600	435.5			0.65	14.0555			
Arctostaphylos patula	239	178	208.5			0.65	1.5424			
Arctostaphylos patula	236	391	313.5			0.65	5.2432			
Arctostaphylos patula	212	196	204.0			0.65	1.4447			
Arctostaphylos patula	205	109	157.0			0.65	0.6585	2.5832	10	25.8321
Arctostaphylos patula	203	277	240.0			0.65	2.3524			
Arctostaphylos patula	103	119	111.0			0.65	0.2327			
Arctostaphylos patula	89	74	81.5			0.65	0.0921			
Arctostaphylos patula	80	111	95.5			0.65	0.1482			
Arctostaphylos patula	75	68	71.5			0.65	0.0622			
Holodiscus discolor		218.2			109		1.7679			
Holodiscus discolor		225.2			102		1.9435			
Holodiscus discolor		156.2			55		0.6485			
Holodiscus discolor		135.3			110		0.4215			
Holodiscus discolor		210.5			150		1.5872			
Holodiscus discolor		220.3			100		1.8194	1.4225	11	15.6480
Holodiscus discolor		223.1			190		1.8897			
Holodiscus discolor		221.2			100		1.8418			
Holodiscus discolor		136.5			120		0.4328			
Holodiscus discolor		232.4			123		2.1360			
Holodiscus discolor		189.6			80		1.1598			
Pinus jeffreyi				24.00	688.53	0.75	0.2336			
Pinus jeffreyi				18.00	160.00	0.75	0.0305	1.7604	6	10.5623
Pinus jeffreyi				45.00	822.89	0.75	0.9816			

Pinus jeffreyi	21.30	187.00	0.75	0.0500			
Pinus jeffreyi	66.30	1360.75	0.75	3.5234			
Pinus jeffreyi	35.50	1169.00	0.75	0.8678			
Pinus jeffreyi	60.00	2313.51	0.75	4.9060			
Pinus jeffreyi	34.50	1169.00	0.75	0.8196			
Pinus jeffreyi	41.00	800.00	0.75	0.7922	0.5440	3	1.6319
Pinus jeffreyi	15.00	152.00	0.75	0.0201			

Total	54.4660
Muertos	2.4236
Vivos	52.0424

Individuos muertos

Rescatable



$$V = \frac{3.1415 \times (Dap)^2 \times H_c \times f}{4}$$

Anexo 6
Análisis granulométrico y mecánica de suelos

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE INGENIERÍA

GEOMEC

CONSTRUCCION DE TELESCOPIO ASTRONOMICO, SAN PEDRO MARTIR

SOLICITANTE: ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE TELESCOPIO ASTRONOMICO

UBICACIÓN: SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA BAJA CALIFORNIA.

NOVIEMBRE DE 2022

Ensenada Baja California México, noviembre 10 de 2022

ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO

REF: Estudio geofísico y mecánica de suelos, Proyecto **"CONSTRUCCION TELESCOPIO ASTRONOMICO, SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA BAJA CALIFORNIA."**

Cordial saludo,

Con la presente nos es grato adjuntar el informe correspondiente al trabajo en referencia que hemos adelantado en cumplimiento de su amable solicitud.

En el informe encontrara usted, los aspectos relacionados con la investigación de campo y ensayos de laboratorio realizados, la descripción y el análisis de las condiciones de suelos halladas, así como las medidas de tratamientos de los suelos que hemos considerado pertinentes desde el punto de vista geotécnico para garantizar la estabilidad del proyecto contemplado.

Tendremos el gusto de ampliar a usted cualquier aspecto relacionado con los términos de este informe.

Atentamente

GEOMEC LABORATORIO DE INGENIERIA

ING. SURINDER REYES OROZCO
DIRECTOR GENERAL
CED. PROF. 11453382

OC. GEOL. JORGE ENRIQUE DIAZ GARCIA
COORDINADOR

DRA. A. IDALMIS FERNANDEZ HEREDIA
RESP. GEOFISICA Y SISMOLOGIA

CONTENIDO

INDICE

1. Introducción

2. Descripción de Proyecto

3. Objetivos

4. Metodología

5. Localización de predio

6. Ensayos de Campo

7. Ensayos de Laboratorio

8. Geología, tectonismo y sismicidad

9. Aspectos Sísmicos

10. Nivel Freático

11. Análisis de Resultados de Campo y Laboratorio

12. Estimación de Parámetros del Suelo

13. Evaluación de la Capacidad Portante Admisible de Terreno

14. Conclusiones y recomendaciones

15. Informe fotográfico

16. Referencias

1. Introducción

El diseño de cimentaciones de estructuras como edificios, puentes y presas requiere por lo general de un conocimiento de factores como a) la carga que se transmitirá por la superestructura al sistema de cimentación b) los requerimientos del reglamento de construcción local c) el comportamiento y la deformabilidad relacionada con el esfuerzo de los suelos que soportan el sistema de cimentación y d) las condiciones geológicas del suelo en consideración.

Las propiedades geotecnias de un suelo, como su distribución granulométrica, plasticidad compresibilidad y resistencia cortante, se pueden evaluar mediante pruebas de laboratorio adecuadas. Además, recientemente se ha puesto énfasis en la determinación in *situ* de las propiedades de resistencia y deformación del suelo, puesto que este proceso evita alterar las muestras durante la exploración en campo.

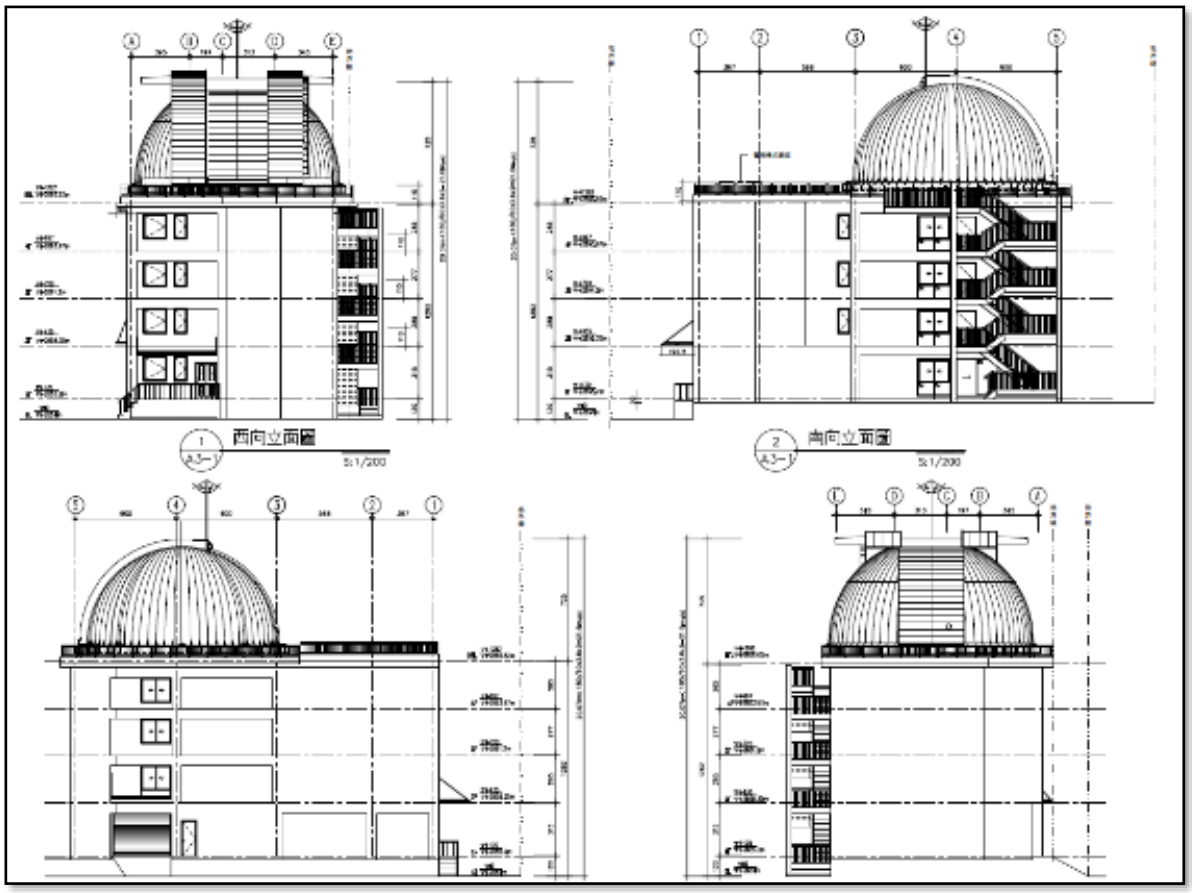
El presente estudio tiene como objetivo dar a conocer los trabajos realizados y los resultados del Estudio geofísico y de Mecánica de Suelos, solicitado por la **ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO** con el objeto de determinar la información requerida para la elaboración de proyecto: **CONSTRUCCION DE TELESCOPIO ASTRONOMICO EN LA SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.**

Dentro de los alcances del estudio se contempla:

- Excavación para exploraciones a profundidad máxima de **1.00 m**
- Estratigrafía presente en la zona a profundidad máxima de **25.00 m**
- Toma de Muestras Alteradas e Inalteradas
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio
- Análisis de los Trabajos de Campo y Laboratorio
- Determinación de la Capacidad Portante del Terreno
- Cálculo de los Asentamientos Esperados.
- Conclusiones y Recomendaciones

2. Descripción del Proyecto

El proyecto ha sido concebido para el **CONSTRUCCION DE TELESCOPIO ASTRONOMICO** con superficie aproximada de **144.00 m²** aproximadamente.



3. Objetivo

Obtención de información sobre las características físicas, mecánicas y geológicas del material que compone la estructura del suelo y subsuelo del lugar para el diseño de cimentación del proyecto.

4. Metodología

El cliente proporciono la ubicación exacta de los Sondeos a Cielo Abierto (SCA), por lo que al llegar al lugar se realizó un reconocimiento de la zona de estudio para poder determinar la ubicación y orientación de las líneas de refracción sísmica, así como la separación entre geófonos.

En este estudio se realizó 1 tendido sísmico empleando geófonos verticales de 4.5 Hz, espaciados a 5 m. Se hicieron impactos en la superficie a diferentes distancias antes del primer geófono y después del último (impacto directo e inverso). También se hicieron impactos en medio del tendido, entre los geófonos. La Figura 7, muestra un ejemplo de este tipo de arreglos para un tendido de 12 geófonos. Los círculos azules representan los puntos de impacto, y los amarillos la ubicación en distancia de los geófonos para cada sitio de impacto.

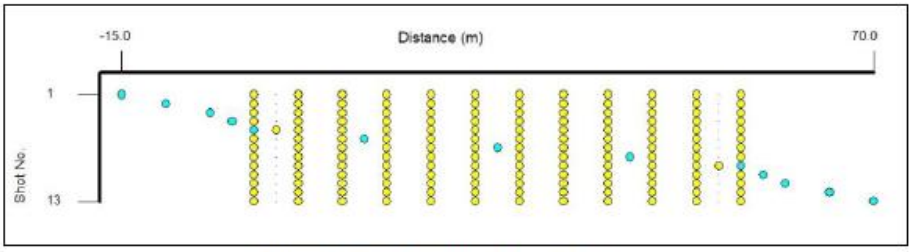


Figura 7. Arreglo de geófonos.

El equipamiento utilizado, consta de un sismógrafo DoReMi de 24 canales, y geófonos (sensores), verticales de 4.5 Hz alta ganancia 80 V/m/s. El sismógrafo DoReMi (Figura 8), es un instrumento innovador que distribuye a lo largo del cable toda la electrónica necesaria para grabar la señal sísmica. Cada canal es en sí mismo un sismógrafo, que es vinculado a los otros elementos con el fin de crear una Nano-red que es fácil de transportar en su cable rodador. Esta arquitectura tiene varios beneficios que en conjunto hacen que el sistema sea muy cómodo de usar en cualquier condición de operación. Frecuencia de muestreo: 500 a 20000 Hz (de 2 a 0.05 ms), resolución 0.5 µV/count. Para la generación de ondas se utiliza como fuente un marro conectado al cable del "trigger", que se encarga de marcar el momento de inicio de registro en la unidad de adquisición.

Figura 8. Equipo DoReMi.

Para interpretar los registros sísmicos, se empleó el software Seisimager de la Cía. Geometrix. Se generan los modelos del subsuelo, que representan la distribución de las velocidades sísmicas con la profundidad.

Se realizó también el registro de vibraciones ambientales en un punto designado por el cliente, para lo cual se utilizó un velocímetro (sensor electrodinámico) SS45 de tres componentes, con alta ganancia, frecuencia propia de 4.5 Hz (con ancho de banda utilizable de 0.2 – 1000 Hz) y sensitividad de 80 V/m/s. El sensor se conecta a un sismógrafo SL06, que es un instrumento de alto rendimiento basado en sistema Linux que registra la señal en una memoria USB (Figura 9). Se midió el movimiento del suelo en las tres componentes (Norte-Sur, Este-Oeste y Vertical).

Figura 9. Equipamiento utilizado en las mediciones RVA.

Para interpretar los registros sísmicos, se utiliza la técnica de cocientes espectrales H/V, basada en el uso de las componentes horizontales (H) y la vertical (V) de registros de ruido (microsismos), medidos sobre la superficie del suelo, también conocida como Técnica de Nakamura (Nakamura 1989). En la curva H/V se identifica la frecuencia fundamental (fn) del sitio, para lo cual se siguió la metodología

descrita en el proyecto "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations" (SESAME, 2004). El período dominante del suelo (Ts) en el punto medido es el valor inverso de la frecuencia fundamental.

La estructura somera en el sitio dado se puede modelar usando el método de propagación de ondas mediante matrices de rigidez. Los cocientes espectrales experimentales obtenidos de los registros de ruido ambiental, se comparan con los cocientes espectrales obtenidos teóricamente hasta lograr la mejor similitud entre ambos, enfocándose principalmente en la modelación del modo fundamental de vibración del sitio (Fernández, A.I., 2012). Finalmente, el sitio queda caracterizado por una columna sismoestratigráfica típica, y las propiedades de los estratos son estimadas en el proceso de modelado de los cocientes H/V.

La posición del punto de medición RVA y del tendido sísmico (TS), se muestran en la Figura 10, y sus coordenadas en la Tabla I.

5. Localización de predio

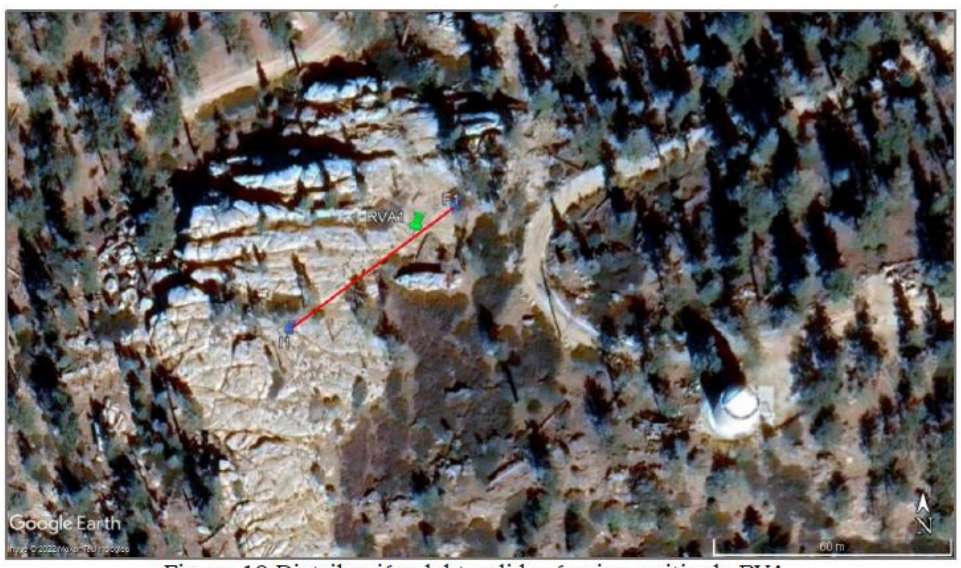


Figura 10 Distribución del tendido sísmico y sitio de RVA.

Tabla I. Coordenadas aproximadas de inicio y final de los tendidos.

ZONA 11R	INICIO		FINAL	
Medición	m E	m N	m E	m N
Tendido 1	0647290	3435223	0647337	3435256
RVA 1	0647325	3435248		

6. Ensayos de Campo

Estos trabajos fueron ejecutados por personal encargado de la elaboración del expediente técnico, quienes manifestaron que se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos en la **Normas Técnicas Complementarias de la Ley de Edificaciones del Estado**, y criterios adoptados al momento de realizar las excavaciones con la finalidad de obtener una mayor información del subsuelo, por lo que, en el presente debido al área del terreno y características del proyecto, se requirió de dos excavaciones o sondeos, por medios manuales para lograr llegar hasta una profundidad máxima de **1.00 m**. con respecto al nivel actual del terreno. Del sondeo excavado, se registró cuidadosamente el perfil del suelo y se clasificó visualmente los estratos, extrayéndose muestras representativas de los suelos, las que debidamente protegidas y seleccionadas, fueron trasladadas al laboratorio para su análisis.

En el área también se llevó a cabo un estudio geofísico, debido a la topografía de la zona de estudio se determinó realizar dos Tendidos de Refracción Sísmica y Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW) para obtener las velocidades sísmicas de las ondas longitudinales "P" y transversales "S" respectivamente (Vp y Vs), con el objetivo de determinar la estratigrafía presente en la zona de estudio hasta una profundidad de **25.00 m.**

7. Ensayos de Laboratorio

Una vez realizada la excavación del sondeo, las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa **GEOMEC LABORATORIO DE INGENIERIA**, las que llegaron en forma de muestras alterada, contenidas en bolsas de plástico debidamente protegido para evitar pérdida significativa de humedad. En laboratorio se verificó la clasificación visual de las muestras y se procedió a ejecutar los siguientes análisis:

- Ensayos de Contenido Natural de Humedad
- Ensayos de Análisis Granulométrico
- Ensayos de Limites de Consistencia
- Ensayos de Pesos Volumétricos
- Clasificación de Suelos, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

Análisis Granulométrico: El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado**.** El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo.

Límites de Consistencia: La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas.

Pesos Volumétricos: Se denomina peso volumétrico de un suelo al peso de dicho suelo contenido en la unidad de volumen.

Clasificación S.U.C.S: Los sistemas de clasificación de suelos dividen los suelos en grupos y subgrupos con base en propiedades ingenieriles comunes como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas de clasificación principales en uso actual son 1) SISTEMA AASHTO

y 2) SISTEMA S.U.C.S. (el sistema AASHTO se emplea principalmente en la clasificación de las capas de pavimento de una carretera **NO** se utiliza en la construcción de cimentaciones).

8. Geología, Tectonismo y sismicidad

La Sierra San Pedro Mártir (SSPM), región donde se localiza el sitio de estudio, es un sistema montañoso que se orienta en dirección NNW-SSE y que dentro del contexto regional forma parte de las Cordilleras Peninsulares de Baja California. Su geología (Figura 4) está definida por los procesos geológico-tectónicos que han operado en la región, particularmente el emplazamiento de las rocas plutónicas del Batolito Peninsular (BP) y sus efectos metamórficos; y el proceso de apertura del Golfo de California (i.e., tectonismo convergente y etapa de rifting). Derivado de lo primero, en la SSPM afloran rocas metamórficas y granitoides de distinta afinidad (Gastil et al., 1971). De acuerdo con la cartografía de reconocimiento de estos autores, en el área del observatorio astronómico y sus alrededores afloran exclusivamente rocas tonalíticas. Sin embargo, trabajos realizados más recientemente y a mayor detalle en esta zona (e.g., Rossi et al., 2017) reportan la presencia de rocas metasedimentarias del Mesozoico inferior y granitos (stricto sensu) y tonalitas que forman parte del BT.

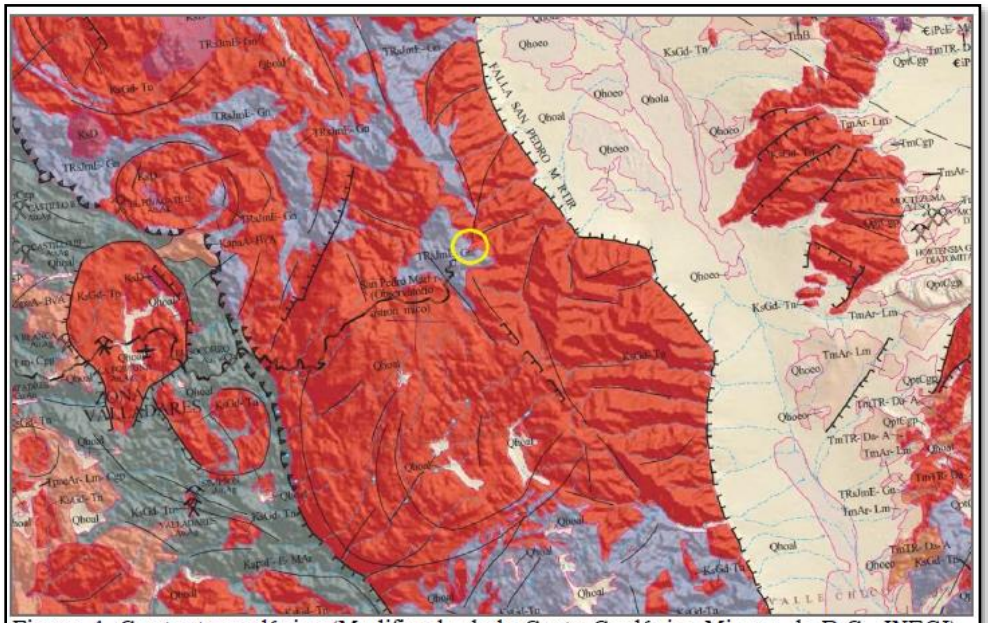


Figura 4. Contexto geológico (Modificado de la Carta Geológico Minera de B.C., INEGI)- El círculo amarillo encierra el área de estudio.

En cuanto al marco estructural en la SSPM y particularmente en el área del OA-UNAM, el mismo está definido principalmente por la deformación asociada con la apertura del Golfo de California. Las fallas (o, sistema de fallas) de carácter regional que por su cercanía y actividad pudieran tener en algún momento dado cierta influencia en el sitio de estudio, son: la Falla de Agua Blanca (FAB), la Falla de San Miguel (FSM) y el sistema de fallas que forman el Escarpe Principal del Golfo a esta latitud (Falla Sierra Juárez, sector sur; y Falla San Pedro Mártir, sector norte) (Figura 5). Todas son fallas activas desde el punto de vista geológico (i.e., con rupturas cuaternarias) y sísmico, aunque con relación a su actividad sísmica, esta varía de una falla a otra. En la Figura 6, se presenta la sismicidad de los años 2015 a 2020, registrada por la Red Sismológica del Noroeste de México (RESNOM) operada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) para la región de estudio, con la finalidad de contextualizar lo dicho en el enunciado anterior.

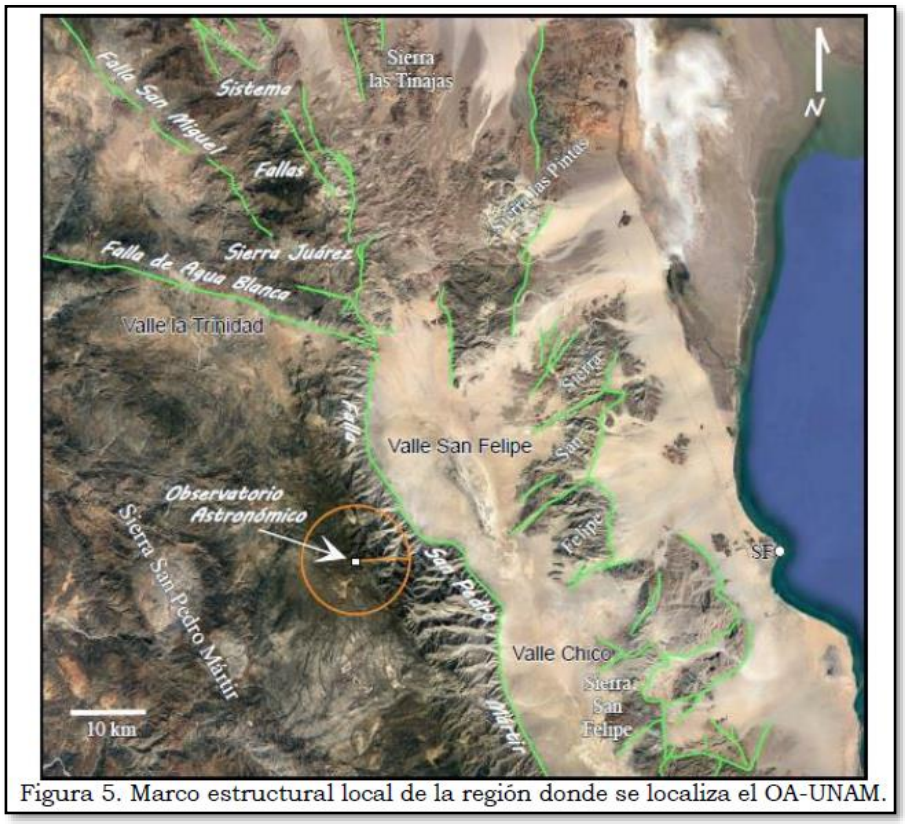


Figura 5. Marco estructural local de la región donde se localiza el OA-UNAM.

9. Aspectos Sísmicos

La porción norte de Baja California, se caracteriza por una sismicidad entre moderada y alta, como consecuencia de la red de falla de San Andrés. Lo anterior sugiera que la zona en estudio, podría encontrarse sujeta a movimientos de tierra provenientes tanto de temblores locales como distantes, de acuerdo a la Red **Sísmica del Noroeste de México (RESNOM-CICESE).**

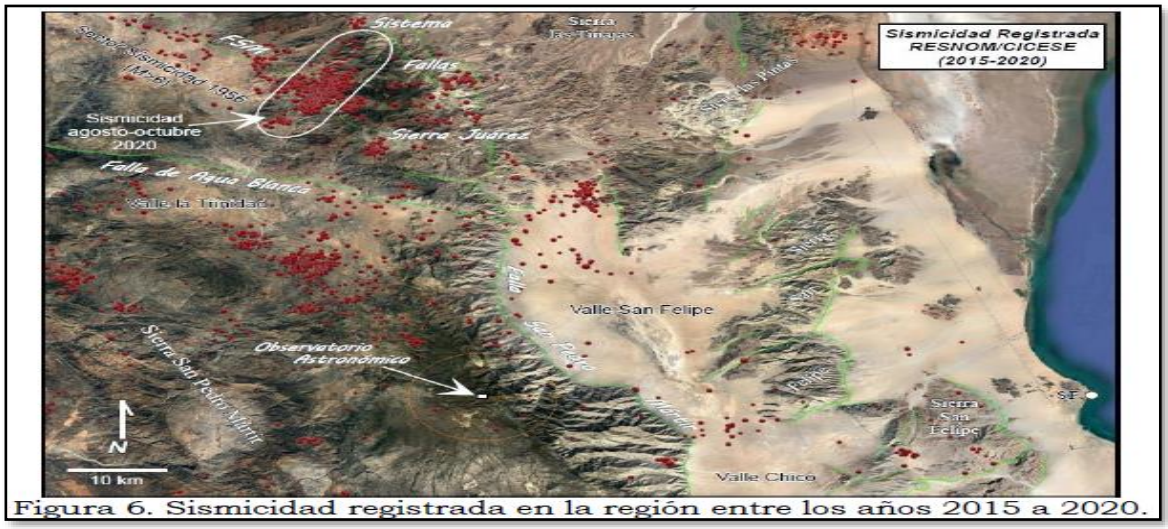


Figura 6. Sismicidad registrada en la región entre los años 2015 a 2020.

Para los efectos a las **Normas Técnicas Complementarias de la Ley de Edificaciones del Estado**, se considera el lugar del estudio zona **"C"** (*Véase la figura 1.1)* y un **Suelo tipo II.**

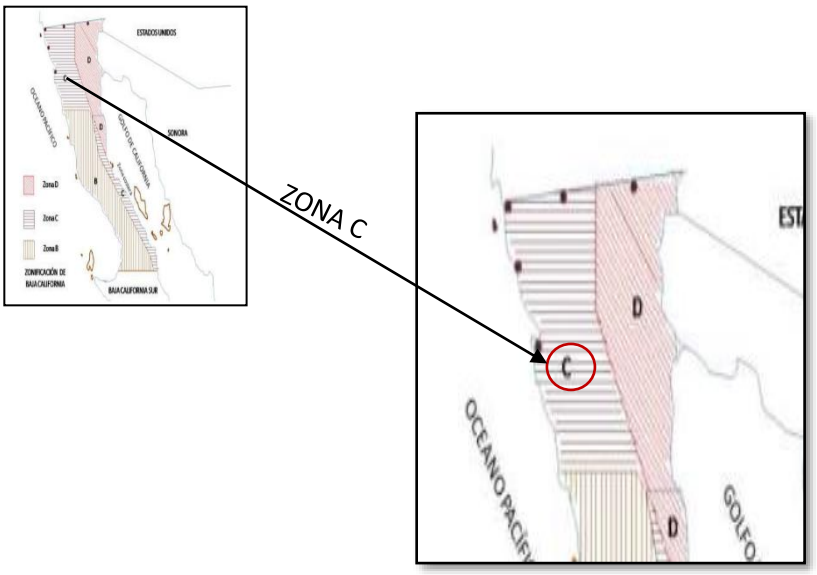


figura 1. Zonificación del Estado de B, C. para fines de Diseño por Sismo

Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

GRUPO B.

Zona	a_o	SUELO	c	T_a[1]	T_b[1]	r
B	0.08	I	0.17	0.09	0.6	2/3
	0.08	II	0.21	0.09	0.6	2/3
	0.08	III	0.25	0.09	0.6	2/3
C	0.12	I	0.25	0.11	0.65	1
	0.12	II	0.32	0.11	0.65	1
	0.12	III	0.38	0.11	0.65	1
D	0.25	I	0.29	0.13	0.7	4/3
	0.25	II	0.36	0.13	0.7	4/3
	0.25	III	0.44	0.13	0.7	4/3

[1] Periodos en segundos

10. Nivel Freático

La ubicación de la capa freática es función de la época del año en que se realice la investigación de campo, así como las variaciones naturales de los sistemas de lluvia que abastecen los estratos acuíferos.

De acuerdo a las investigaciones realizadas en la zona comprendida en el estudio, **NO** se ha detectado la Napa Freática hasta la profundidad investigada en la **HORA Y FECHA** que se realizó los trabajos de campo.

11. Análisis de Resultados de Campo y Laboratorio

REGISTROS DE CAMPO

PROYECTO:	CONSTRUCCION TELESCOPIO ASTRONOMICO				
UBICACIÓN:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.				
SONDEO:	S1	**N ° MUESTRAS:**	1	**MÉTODO DE EXPLORACIÓN:**	SCA
SOLICITANTE:	ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO		**FECHA:**	07 DE SEPTIEMBRE DEL 2022	

PROFUNDIDAD (m)	IDENTIFICACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL PROMEDIO (%)	COMPACTACION DEL MATERIAL PROMEDIO G_c (%)	COMPACIDAD RELATIVA PROMEDIO C_R (%)	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
	TIPO Y NUMERO DE MUESTRA	x PESO ESPECIFICO HUMEDO NATURAL (kg/m^3)				
0.00	S1-M1	1960	7.14	94.42	52.69	**ARENA BIEN GRADUADA (SW)**
0.50					82.07	
1.00					99.58	
1.50	**AFLORAMIENTO DE ROCA**					
2.00						

S1.2,3,4: NUMERO DE SONDEO

M1.2,3,4: NUMERO DE MUESTRA ENCONTRADA

DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

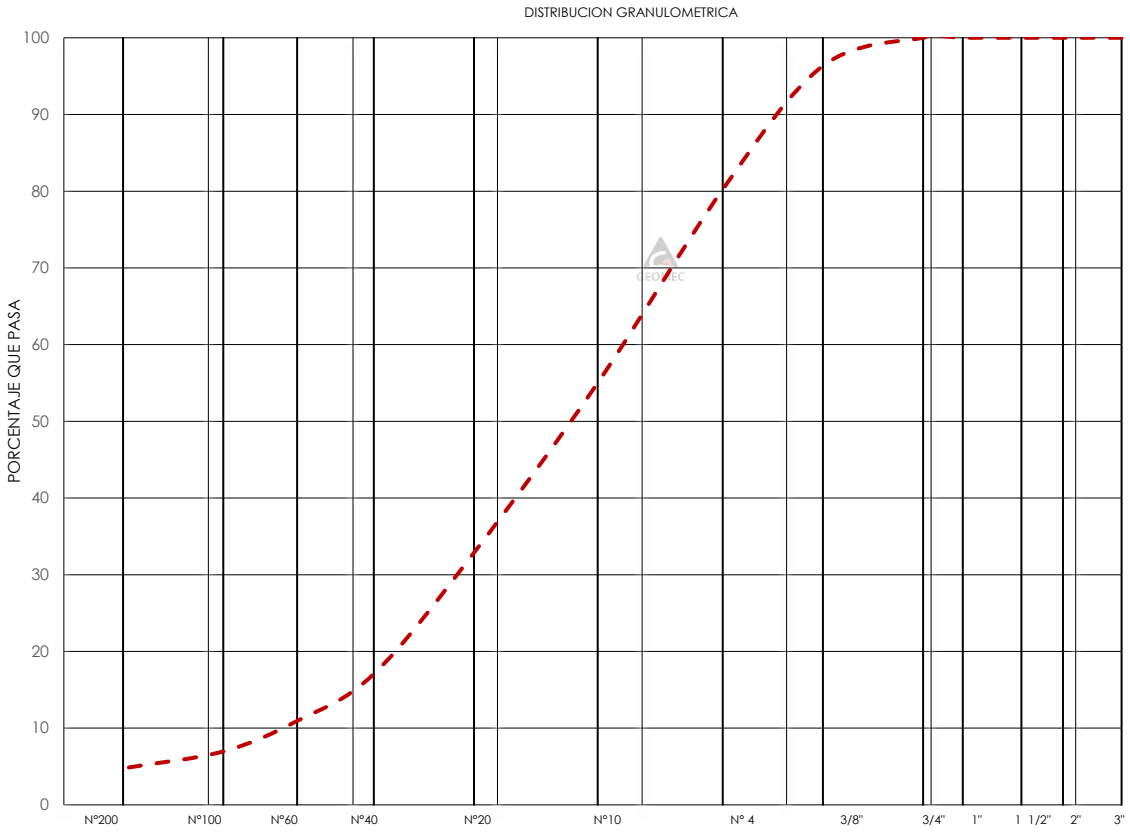
SOLICITANTE: ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO

UBICACIÓN: SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.

SONDEO: S1 **MUESTRA N °:** 1 **MÉTODO DE EXPLORACIÓN:** PCA

FECHA DE ESTUDIO: 07 DE SEPTIEMBRE DE 2022 **MUESTREO:** M·MMP·1·06/

Malla	Abertura N. (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Individual	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Malla	Abertura N. (mm)	Peso Retenido gr	% Retenido Individual	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00	0	0.00	0.00	100.00	No. 10	2.00	125.78	25.23	45.00	55.00
2"	50.00	0	0.00	0.00	100.00	No. 20	0.85	110.36	22.13	67.13	32.87
1 ½"	37.50	0	0.00	0.00	100.00	No. 40	0.43	78.82	15.81	82.94	17.06
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00	No. 60	0.25	30.54	6.13	89.07	10.93
¾"	19.00	0	0.00	0.00	100.00	No. 100	0.15	19.80	3.97	93.04	6.96
⅜"	9.50	108	3.67	3.67	96.33	No. 200	0.075	11.00	2.21	95.24	4.76
No. 4	4.75	474	16.10	19.77	80.23		Pasa N° 200	23.72	4.76	100.00	
Pasa No. 4	Pasa N° 4	2362.00	80.23	100.00							
	TOTAL	2944.00	gr				TOTAL	400.02	gr		



MUESTRA:	UNICA	**LL:**	25.80 %	**SS:**	2.68
ESPESOR DE ESTRATO:	0.00 a 1.00 m	**LP:**	NP %	**GRAVAS:**	19.77 %
P.V.H.N PROM.:	1960.00 kg/m³	**IP:**	NP %	**ARENAS:**	75.47 %
P.V.S.S:	1437.88 kg/m³	**Cc:**	---	**FINOS:**	4.76 %
P. V.S.C:	1911.90 kg/m³	**Cu:**	--	**CLASIFICACIÓN S.U.C.S:**	**SW**

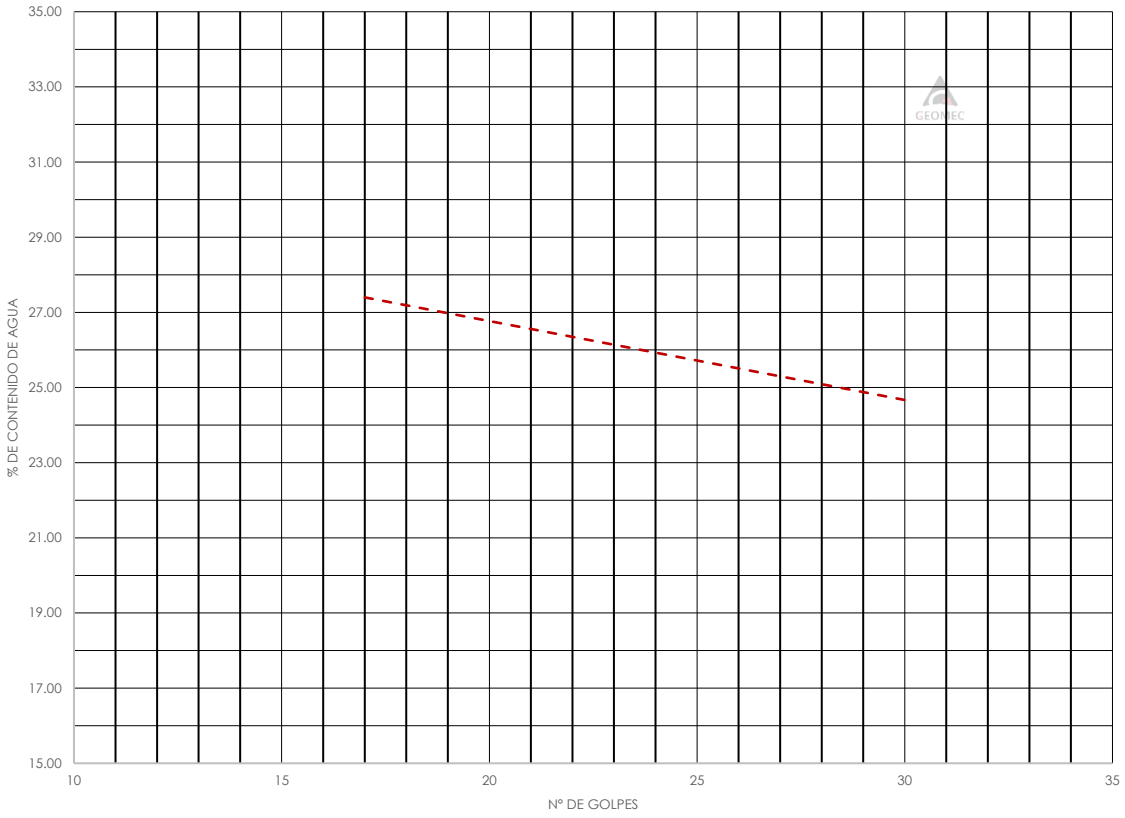
LIMITES DE CONSISTENCIA

SOLICITANTE: ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO

UBICACIÓN: SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.

SONDEO: S1 **MUESTRA N °:** 1 **MÉTODO DE EXPLORACIÓN:** PCA

FECHA DE ESTUDIO: 07 DE SEPTIEMBRE DE 2022 **MUESTREO:** M·MMP·1·06/



(LL) **25.80 %** (LP) **NP %** (IP) **NP %**

Sondeo: S1
Muestra: 1
Nivel: 0.00-1.00 m
Espesor de estrato: 1.00 m

LL: Limite Liquido
LP: Limite Plástico
IP: Índice Plástico
CL: Contracción Lineal

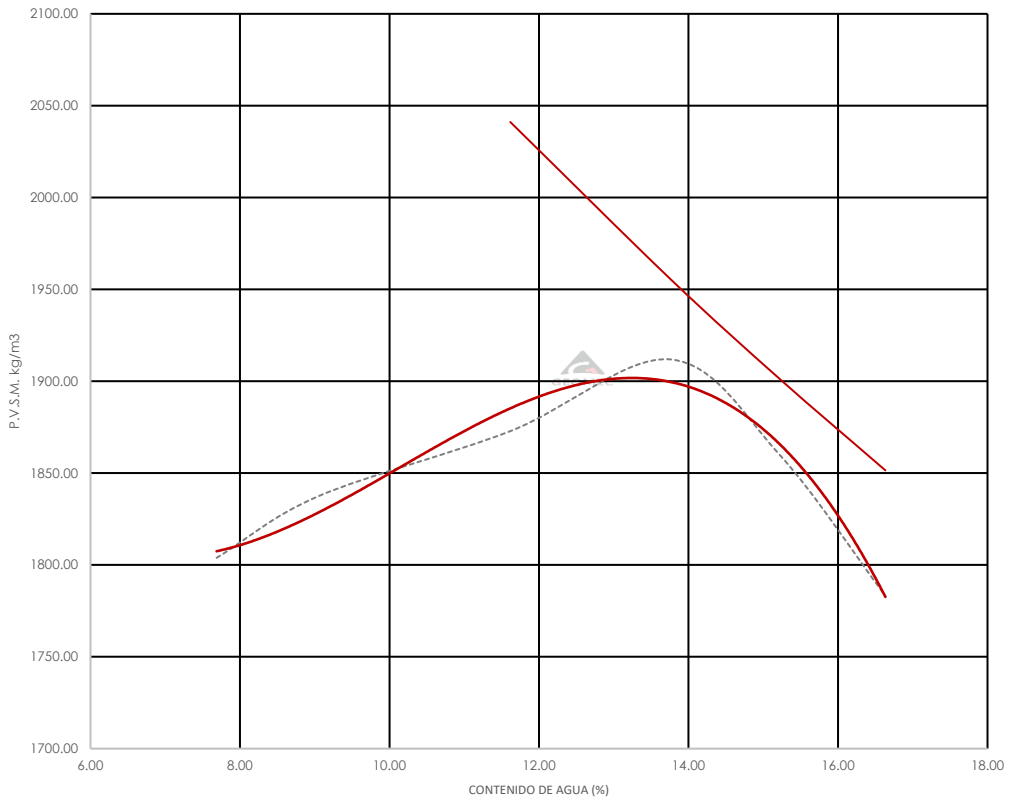
Clasificación S.U.C.S: **SW**

Material que pasa la malla N ° 40

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO

SOLICITANTE: ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO
UBICACIÓN: SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.
SONDEO: S1 **MUESTRA N °:** 1 **MÉTODO DE EXPLORACIÓN:** PCA
FECHA DE ESTUDIO: 07 DE SEPTIEMBRE DE 2022 **MUESTREO:** M·MMP·1·06/

NUM. CAPAS	**3**	PESO DE PISON (kg)	**2.50**	MOLDE	**1-A**
GOLPES/CAPA	**25**	ALTURA DE CAIDA	**30.5**	VOLUMEN	**942.03**



PESO VOL. SECO MAXIMO **1911.90 kg/m³** HUMEDAD OPTIMA **13.76 %**

Sondeo: S1
Muestra: 1
Nivel: 0.00 – 1.00 m
P.V.S.M: Peso Volumétrico Seco Máximo
H. Opt: Humedad Optima
Espesor: 1.00 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S)

SOLICITANTE:	ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO				
UBICACIÓN:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.				
N° SONDEOS:	2	**N °: MUESTRA:**	1	**MÉTODO DE EXPLORACIÓN:**	PCA
FECHA DE ESTUDIO:	07 DE SEPTIEMBRE DE 2022	**MUESTREO:**	M·MMP·1·06/		

Según la prospección efectuada en los sondeos y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por:

Sondeo 1. Estrato 0.00-1.00 m: el material se considera un material grueso, de acuerdo a su granulometría, límites y a la carta de plasticidad la muestra se clasifica como arena limosa **(SW),** mezcla de arena, grava y finos.

Se asume los parámetros geotécnicos para el nivel de apoyo, resumidos en el apartado Estimación de parámetros del suelo de este documento, dichos parámetros se obtienen por medida directa o por correlación

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUBFIJO
Grava	G	Bien Graduado	W
Arena	S	Probablemente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido bajo (<50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido alto (>50)	H

PERFIL ESTATIGRAFICO

SOLICITANTE:	ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO				
UBICACIÓN:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.				
SONDEO:	1	**MUESTRA N °:**	1	**MÉTODO DE EXPLORACIÓN:**	PCA
FECHA DE ESTUDIO:	07 DE SEPTIEMBRE DE 2022	**MUESTREO:**	M·MMP·1·06/		

Obra:	CONSTRUCCION TELESCOPIO ASTRONOMICO						GEOMEC
Ubicación:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.						
Sondeo:	1	**Profundidad:**	0.00 m – 25.00 m	**N° Muestras:**	1	**Fecha:**	07 DE SEP 2022

Como resultado de los trabajos de campo realizados, se obtuvo el perfil de distribución de las velocidades sísmicas Vp y Vs sobre la línea del tendido sísmico. La Figura 11, representa la distribución de la velocidad de las ondas P (Vp) con la profundidad, mientras que la Figura 12, representa el perfil en función de Vs.

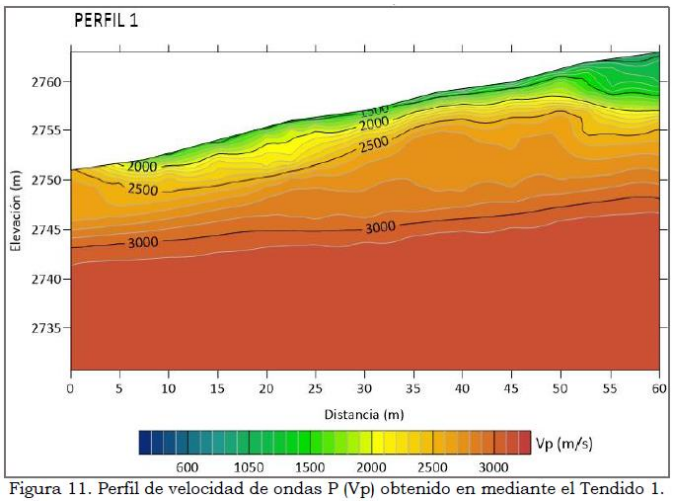


Figura 11. Perfil de velocidad de ondas P (Vp) obtenido en mediante el Tendido 1.

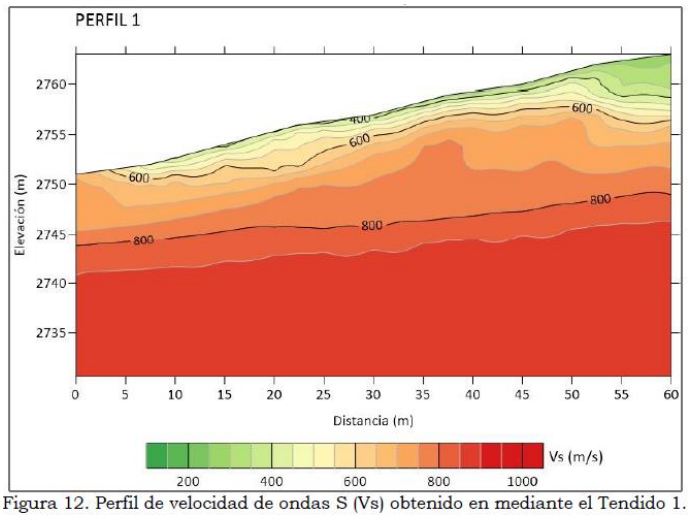


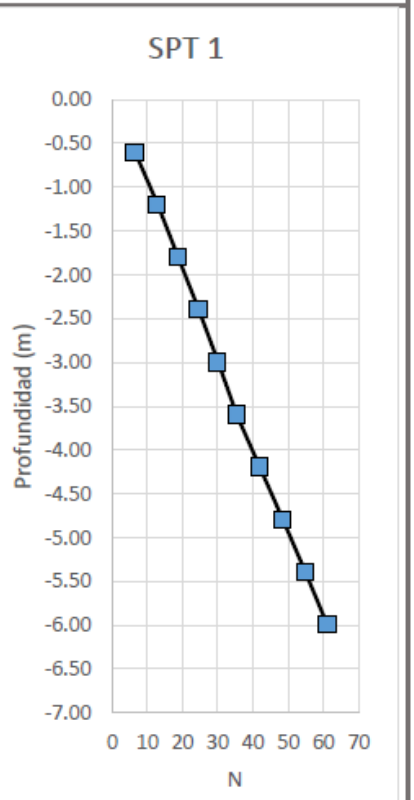
Figura 12. Perfil de velocidad de ondas S (Vs) obtenido en mediante el Tendido 1.

Muy Suelta | Suelta | Media | Densa | Muy Densa

La tabla va acompañada de una gráfica de la distribución de N con la profundidad.

Tabla III. Número de golpes N (RVA 1)

Prof. (m)	N
0.6	7
1.2	13
1.8	19
2.4	25
3.0	30
3.6	36
4.2	42
4.8	49
5.4	55
6.0	61



12. Estimación de parámetros del suelo

ESTIMACION DE PARAMETROS DEL SUELO					
SOLICITANTE:	ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO				
UBICACIÓN:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.				
N° SONDEOS:	2	**N ° MUESTRA:**	1	**MÉTODO DE EXPLORACIÓN:**	PCA
FECHA DE ESTUDIO:	07 DE SEPTIEMBRE DE 2022	**MUESTREO:**	M·MMP·1·06/		

La estratigrafía obtenida en el sitio de medición RVA se resume en la Tabla II.

Tabla II. Resumen de las propiedades de los estratos estimados en los sitios. Dominante y la frecuencia fundamental de vibración del suelo en el sitio, respectivamente.

RVA 1 T_s=0.18 s F_n=5.69 Hz							
ESTRATO	H(m)	V_P (m/s)	Vs (m/s)	ρ(kg/m^3)	v	G(kg/cm^2)	E(kg/cm^2)
1	0.60	580	295	1960	0.38	1740	4800
	3.00	620	320	1975	0.36	2060	5610
2	6.30	880	450	1980	0.35	4090	11040
	9.90	980	500	1987	0.37	5070	13880
3	6.50	1860	950	2020	0.30	18590	48330
--	--	3720	1905	2127	0.25	78710	196780

H – Espesor del estrato

V_p y V_s - Velocidad de las ondas de cuerpo

ρ densidad

v coeficiente de Poisson

G- Módulo de Corte

E - Módulo de Young

T_s y f_n, son el periodo dominante la frecuencia fundamental de vibración del suelo en el sitio, respectivamente.

1) Estimación del Angulo de Fricción Interna (Φ)

Como parámetros y propiedades teóricas podrán considerarse las siguientes

PROFUNDIDAD (m)			ɣ (ton/m³)	σ (ton/m²)	σ´ (ton/m²)	N_{60}	C_N	$(N_1)_{60}$	ø´
0.00	-	0.50	1.960	0.980	0.980	4	1.70	7	**29.50**
0.50	-	1.00	1.960	1.960	1.960	5	1.70	8	**29.60**
1.00	-	1.50	1.960	2.940	2.940	12	1.70	21	**31.60**

por correlación con el ensayo de penetración estándar (SPT) Normalizado en la ASTM-1586

Nota: para el valor de la corrección por confinamiento C_N, como valor máximo se utilizó 1.70, Dado que no fue posible el ensayo de penetración estándar por el tipo de terreno, se propuso el siguiente ángulo de fricción

$$C_N = \left[\frac{1}{\frac{\sigma'_0}{P_a}}\right]^{0.5} \qquad \phi' = 27.1 + 0.30N_{60} - 0.00054[N_{60}]^2 \qquad \text{Ø}' = 27.0 + 0.36N_{60}$$

$$\text{Ø}' = 28.5 + 0.25N_{60} \qquad \text{Ø}' = 27.0 + 0.3N_{60} \qquad \text{Ø}' = \arctan\left(\frac{2}{3}tan\,\theta^{\circ}\right)$$

Donde:

ɣ = *peso específico del material*
σ = *presión vertical total a la profundidad, por peso propio del suelo*
σ´ = *presión vertical efectiva*
N_{60} = *valor obtenido de la exploración de campo*
C_N = *factor de corrección*
$(N_1)_{60}$= *valor de N_{60} corregido a un valor estándar*
ø° = *ángulo de fricción del suelo*

13. Evaluación de la Capacidad Portante admisible de Terreno

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

SOLICITANTE:	ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO				
UBICACIÓN:	SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.				
SONDEO:	S1	**N ° MUESTRA:**	1	**MÉTODO DE EXPLORACIÓN:**	PCA
FECHA DE ESTUDIO:	07 DE SEPTIEMBRE DE 2022	**MUESTREO:**	M·MMP·1·06/		

$$q_u = C´N_C F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

D_f	ø	ɣ ton/m³	q ton/m²	B (m)	L (m)	D_f/B	N_q	N_c	N_γ	F_{qd}	F_{cd}	$F_{\gamma d}$	F_{cs}	F_{qs}	$F_{\gamma s}$	q_{adm} ton/m²
0.00 m	28.25°	1.960	0.00	0.60 m	10.00 m	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.03	1.03	0.98	3.32
				0.80 m	10.00 m	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.05	1.04	0.97	4.39
				1.00 m	10.00 m	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.06	1.05	0.96	5.44
				1.20 m	10.00 m	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.07	1.06	0.95	6.47
				1.40 m	10.00 m	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.08	1.08	0.94	7.48
0.50 m	28.44°	1.960	0.98	0.60 m	10.00 m	0.83	15.45	26.68	17.82	1.25	1.26	1.00	1.03	1.03	0.98	9.91
				0.80 m	10.00 m	0.63	15.45	26.68	17.82	1.19	1.20	1.00	1.05	1.04	0.97	10.75
				1.00 m	10.00 m	0.50	15.45	26.68	17.82	1.15	1.16	1.00	1.06	1.05	0.96	11.70
				1.20 m	10.00 m	0.42	15.45	26.68	17.82	1.12	1.13	1.00	1.07	1.06	0.95	12.69
				1.40 m	10.00 m	0.36	15.45	26.68	17.82	1.11	1.11	1.00	1.08	1.08	0.94	13.70
1.00 m	31.60°	1.960	1.96	0.60 m	10.00 m	1.67	22.12	34.33	28.44	1.46	1.49	1.00	1.04	1.04	0.98	27.38
				0.80 m	10.00 m	1.25	22.12	34.33	28.44	1.35	1.36	1.00	1.05	1.05	0.97	27.64
				1.00 m	10.00 m	1.00	22.12	34.33	28.44	1.28	1.29	1.00	1.06	1.06	0.96	28.54
				1.20 m	10.00 m	0.83	22.12	34.33	28.44	1.23	1.24	1.00	1.08	1.07	0.95	29.74
				1.40 m	10.00 m	0.71	22.12	34.33	28.44	1.20	1.21	1.00	1.09	1.09	0.94	31.10

Donde:

D_F	Profundidad de desplante	**F_q, F_{cs}, F_γ**	Factores de Forma
L	*Largo de Cimentación*	**$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$**	Factores de Profundidad
B	*Ancho de Cimentación*	**ɣ**	*Peso específico Húmedo Natural*
N_c, N_q, N_γ	*Factores de Capacidad de Carga*	**q_{adm}**	*Capacidad portante admisible*

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

SOLICITANTE: ING. LILIANA FIGUEROA CARRILLO
UBICACIÓN: SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.
SONDEO: S2 **N ° MUESTRA:** 1 **MÉTODO DE EXPLORACIÓN:** PCA
FECHA DE ESTUDIO: 07 DE SEPTIEMBRE DE 2022 **MUESTREO:** M·MMP·1·06/

$$q_u = C´N_C F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

D_f	ø	ɣ ton/m³	q ton/m²	B (m)	L (m)	D_f/B	N_q	N_c	N_γ	F_{qd}	F_{cd}	$F_{\gamma d}$	F_{cs}	F_{qs}	$F_{\gamma s}$	q_{adm} ton/m²
				0.80 m	**0.80 m**	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.58	1.54	0.60	**2.72**
				1.00 m	**1.00 m**	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.58	1.54	0.60	**3.40**
0.00 m	**28.25°**	**1.960**	0.00	**1.20 m**	**1.20 m**	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.58	1.54	0.60	**4.08**
				1.40 m	**1.40 m**	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.58	1.54	0.60	**4.76**
				1.60 m	**1.60 m**	0.00	15.13	26.30	17.33	1.00	1.00	1.00	1.58	1.54	0.60	**5.44**
				0.80 m	**0.80 m**	0.63	15.45	26.68	17.82	1.19	1.20	1.00	1.58	1.54	0.60	**12.02**
				1.00 m	**1.00 m**	0.50	15.45	26.68	17.82	1.15	1.16	1.00	1.58	1.54	0.60	**12.43**
0.50 m	**28.44°**	**1.960**	0.98	**1.20 m**	**1.20 m**	0.42	15.45	26.68	17.82	1.12	1.13	1.00	1.58	1.54	0.60	**12.94**
				1.40 m	**1.40 m**	0.36	15.45	26.68	17.82	1.11	1.11	1.00	1.58	1.54	0.60	**13.50**
				1.60 m	**1.60 m**	0.31	15.45	26.68	17.82	1.09	1.10	1.00	1.58	1.54	0.60	**14.09**
				0.80 m	**0.80 m**	1.25	22.12	34.33	28.44	1.35	1.36	1.00	1.64	1.62	0.60	**35.93**
				1.00 m	**1.00 m**	1.00	22.12	34.33	28.44	1.28	1.29	1.00	1.64	1.62	0.60	**35.42**
1.00 m	**31.60°**	**1.960**	1.96	**1.20 m**	**1.20 m**	0.83	22.12	34.33	28.44	1.23	1.24	1.00	1.64	1.62	0.60	**35.45**
				1.40 m	**1.40 m**	0.71	22.12	34.33	28.44	1.20	1.21	1.00	1.64	1.62	0.60	**35.79**
				1.60 m	**1.60 m**	0.63	22.12	34.33	28.44	1.17	1.18	1.00	1.64	1.62	0.60	**36.33**

Donde:

D_F	Profundidad de desplante	**F_q,F_{cs},F_γ**	Factores de Forma
L	*Largo de Cimentación*	**F_{cd},F_{qd},$F_{\gamma d}$**	Factores de Profundidad
B	*Ancho de Cimentación*	**ɣ**	*Peso específico Húmedo Natural*
N_c, N_q, N_γ	*Factores de Capacidad de Carga*	**q_{adm}**	*Capacidad portante admisible*

14. Conclusiones y Recomendaciones

Las recomendaciones que se brindan en el presente informe tienen un alcance limitado y deberán ser tomadas solamente para el análisis de cimentación de la **CONSTRUCCION TELESCOPIO ASTRONOMICO, SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B.C.**

Los siguientes puntos constituyen una síntesis de la geotécnica estudiada, con base a los trabajos de campo y posteriores ensayos de laboratorio.

GEOTECNIA

Dadas las características del terreno y resultados obtenidos en campo y laboratorio, el terreno está conformado generalmente por **Arenas bien graduadas (SW)**

Arenas bien graduada (SW) con 19.77 % de grava, 75.47 % de arena, 4.76 % de finos y un límite liquido de 25.80 %. La porosidad obtenida promedio 32.07 % y una compacidad relativa promedio del 83.67 %, asociando estos valores se puede resumir que nos encontramos en presencia de suelo denso y apto para el desplante de estructuras.

La ripiabilidad se refiere a la dificultad con la que los materiales terrestres pueden ser excavados. Son varios los criterios que se han venido utilizando para clasificar la ripiabilidad de un material. El más extendido, consiste en determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas de compresión (Ondas P) a través del terreno o macizo rocoso, aplicando algún método de prospección geofísica, de los cuales el más utilizado es el llamado método de refracción sísmica.

La velocidad de las ondas sísmicas Vp, está influenciada por diversos factores, como son la naturaleza del medio, la presencia de humedad y el estado de alteración de la roca. La ripiabilidad también depende de otros parámetros, entre los que se destacan la resistencia de la roca (a la compresión simple y a la tracción); el índice de calidad del macizo rocoso (RQD), el cual es una medida del grado de fracturamiento presente en el mismo.

Los modelos de velocidad sísmica medidos se transforman en gráficos de ripiabilidad. En estos gráficos, Vp se transforma a un grado de ripabilidad de acuerdo con la litología de la zona de estudio. Los grados de ripabilidad estimados no tienen en cuenta otros factores importantes, como la presencia de juntas o el rumbo y el buzamiento del macizo rocoso, sin embargo, son una muy buena aproximación de lo que existe en campo y permiten hacer una evaluación bastante precisa para predecir el esfuerzo de excavación, realizar el cronograma del proyecto, la estimación del presupuesto y la selección de los equipos de extracción.

El rango de variación de los valores de Vp obtenidos sobre la línea del tendido sísmico, oscila aproximadamente entre 1000 y 3300 m/s. En el modelo interpretado de Vp (Figura 11), se han resaltado las isolíneas que diferencian de forma aproximada entre materiales sueltos (Vp<600 m/s), los fácilmente ripiables (600m/s<Vp<1050m/s), los de escarificado moderadamente difícil (1050m/s<Vp<1500m/s), los de escarificado dificultoso (1500m/s<Vp<2000m/s), los que requieren voladuras ligeras (2000m/s<Vpz2500m/s), así como, los que requieren dinamitado (Vp>2500m/s).

Como se puede observar, en términos de ripiabilidad, los estratos presentes, poseen ripiabilidad difícil prácticamente desde la superficie, incluso en algunas zonas se anticipa el uso de voladuras ligeras.

Por otro lado, podemos decir que superficialmente se observa un fracturamiento intenso en la zona de estudio, pero este parece no estar afectando mucho a profundidad, dado que no se observan anomalías asociadas a este tipo de comportamiento en el perfil. Sin embargo, la literatura reporta que valores de Vp<3000 m/s, en general corresponden a rocas fuertemente fracturadas (Helfrich, 1971), ver Tabla IV.

Tabla IV. Relación entre Vp y el RQD de las rocas (Helfrich, 1971).

NIVEL DE FACTURACIÓN	Vp (m/s)	RQD
Roca sin facturación	>4500	>95%
Roca con pocas fracturas	4000-4500	95-75%
Roca fracturada en grado medio	3500-4000	75-50%
Roca con numerosas fracturas	3000-3500	50-25%
Roca fuertemente fracturada	<3000	<25%

En relación al rango de variación de los valores de Vs, este oscila entre los 250-1050 m/s.

A modo de comparación, se muestran las Tablas V a VII, que corresponden a diferentes normas sísmicas de construcción sismoresistente, donde se clasifican los suelos en función de la velocidad de propagación de las ondas de corte (Vs), distinguiendo los tipos de terrenos blandos de los duros, y/o los cohesivos de los no cohesivos, así como los sueltos de los compactos.

Tabla V. Norma española (NCSE-02):

Tipo de suelo	Descripción	Vs (m/s)
I	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso	>750
II	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros	750-400
III	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme	400-200
IV	Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando	<200

Tabla VI.| Norma de los Estados Unidos de América (NEHRP):

TIPOLOGÍA DE MATERIAL	DESCRIPCIÓN	V_S en los 30 m superiores (m/s)
A	Roca compacta	> 1500
B	Roca	$760 < V_S \leq 1500$
C	Suelo muy denso y roca blanda	$360 < V_S \leq 760$
D	Suelo rígido $15 \leq N_{SPT} \leq 50$ o $50\ kPa \leq C_U \leq 100\ kPa$	$180 \leq V_S \leq 360$
E	Perfil con más de 3 m de arcilla blanda con IP>20 $\omega \geq 40$ % y $C_U < 25\ kPa$	<180
F	1. Suelos susceptibles de rotura o colapso bajo carga sísmica tales como suelos licuefractables, arcillas sensitivas o suelos débilmente cementados	
	2. Turba/ arcillas orgánicas de potencia mayor a 3 m	
	3. Arcillas de plasticidad muy alta con una potencia mayor a 3 m y un IP>75 4. Arcillas de rigidez blanda a media de potencia >36 m	

Tabla VII. Norma de la Unión Europea (Eurocódigo-8):

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	Vs,30 [m/s]	N_{SPT}	Cu [kpa]
A	Roca u otra formación con al menos 5 m de material meteorizado en superficie	>800	-	-
B	Depósitos de arena densa, grava o arcilla muy dura de varios m de potencia caracterizada por un incremento de sus propiedades mecánicas en profundidad	360-800	>50	>250
C	Depósitos profundos de arena densa a medio densa, grava o arcilla dura con potencias de varias decenas a centenares de m	180-360	15-50	70-250
D	Depósitos de suelos sueltos a medio cohesivos (con o sin niveles cohesivos blandos) o bien suelos cohesivos blandos a duros predominantemente.	<180	<15	<70
E	Perfil de suelo que consiste en un nivel aluvial en la superficie con valores Vs,30 de la clase C o D y potencia variable entre 5 y 20 m situados sobre un material más duro de Vs,30>800 m/s			-
S1	Depósitos que consisten en arcillas o limos con un índice de plasticidad alto (>40) y un alto contenido en agua			10-20
S2	Depósitos formados por suelos licuables, arcillas sensitivas o cualquier otro tipo de perfil incluido en las clases A, E o S1			

En base a estas normas, y teniendo en cuenta la geología del sitio, podemos decir que el área está representada por una capa superficial de muy poco espesor de roca muy fracturada e intemperizada (Estrato 1), seguido de roca muy fracturada (Estrato 2), que, a profundidad, se encuentra en estado cada vez más sano (Estrato 3).

Cabe señalar que ambos métodos sísmicos arrojaron valores comparables, por lo que las propiedades de los estratos encontrados mediante el RVA (densidad-ρ, coeficiente de Poisson-□ y módulos elásticos de Young-E y de Corte-G), pueden ser utilizadas en sitios del perfil con valores de Vs y/o Vp similares.

La clasificación de los estratos, está basada en la información de la geología local reportada por diferentes autores, en las propiedades estimadas de los estratos, en la clasificación dada por las normas internacionales, así como en nuestro conocimiento de la zona. Para corroborarla, se deberán realizar sondeos directos.

El modelo estratigráfico contenido en el presente informe es el que se realiza con nuestro mejor criterio geotécnico, siendo consecuentes con los datos que se disponen; pese a ello, no tiene por qué ser el único técnicamente correcto.

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.

Las formulaciones de capacidad portante empleadas en el presente trabajo corresponden a las recomendadas por las *Normas Técnicas Complementarias Estructurales de la Ley de Edificaciones del Estado* y a su vez teorías aceptadas por esta misma (terzaghi, meyerhof, vesic etc).

tomando como datos de partida los parámetros geomecánicas estimados de acuerdo a los ensayos in situ y laboratorio en el apartado **N° 12**, **ESTIMACION DE PARAMETROS DEL SUELO**, se realizaron estimaciones de la capacidad portante admisible del terreno para diferentes geometrías de zapatas y profundidades. Dicho lo anterior de acuerdo a los resultados obtenidos en consecuencia la capacidad portante admisible que deberá utilizarse será la mostrada en el apartado **N° 13. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**, según sea el caso de la cimentación a utilizarse.

En base a **las Normas Técnicas Complementarias de la Ley de Edificaciones del Estado**, para el diseño sisimico se deberá considerar un tipo **de suelo II**, en Zona sísmica **"C".**

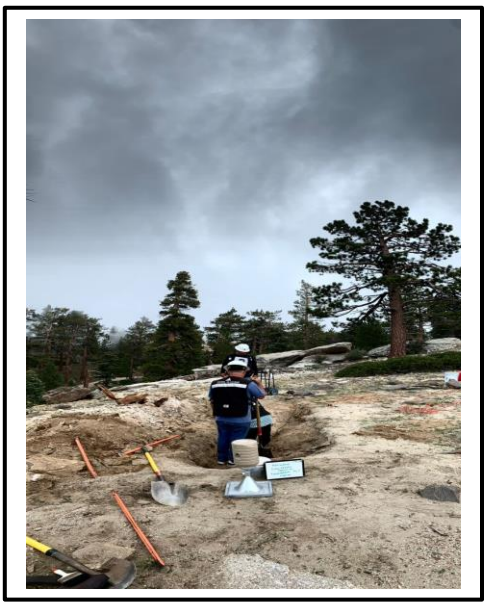
RECOMENDACIONES.

Es importante recordar, que el suelo es de naturaleza única, es decir, es altamente variable, dicho lo anterior tenga en consideración las siguientes recomendaciones.

1.- Desplante de cimientos

- Las aguas superficiales tales como irrigación y lluvia, deberán conducirse de una manera adecuada a registros pluviales para así reducir el peligro potencial de filtraciones y saturación del subsuelo.
- En caso de seleccionar otro sistema de cimentación durante la etapa de diseño, es recomendable informar para determinar la capacidad portante admisible para las características de posible nueva cimentación.
- Para la colocación de material del sitio, para posibles nivelaciones de terreno, este deberá ser tendido en capas no mayores a 20 cm de espesor, siendo este homogenizado con la humedad optima que le corresponda, alcanzando una compactación del 95 % esta respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO-MODIFICADA, no deberá colocarse una nueva capa si la subyacente no cumple con el grado de compactación especificado.
- Es importante que cuando los materiales sean extraídos de bancos o sea necesario almacenarlo, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, con el propósito de evitar las alteraciones de sus características.
- Si durante la etapa de la construcción se encuentra una estratificación del subsuelo, diferente a la presentada en los pozos a cielo abierto, es recomendable informar a los responsables de obra para que tomen sus precauciones correspondientes.
- El estudio se realizó en las condiciones actuales, si la construcción de la obra se realiza en época de lluvia, se recomienda proteger inmediatamente las excavaciones para evitar que el agua reblandezca el fondo de la misma.

15. Informe Fotográfico



Determinación del P.V.H. en Campo

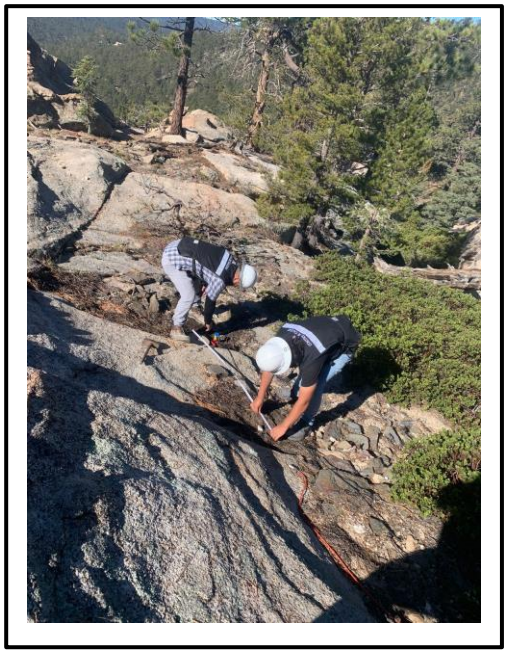
proceso de exploración

Determinación del P.V.H. en Campo

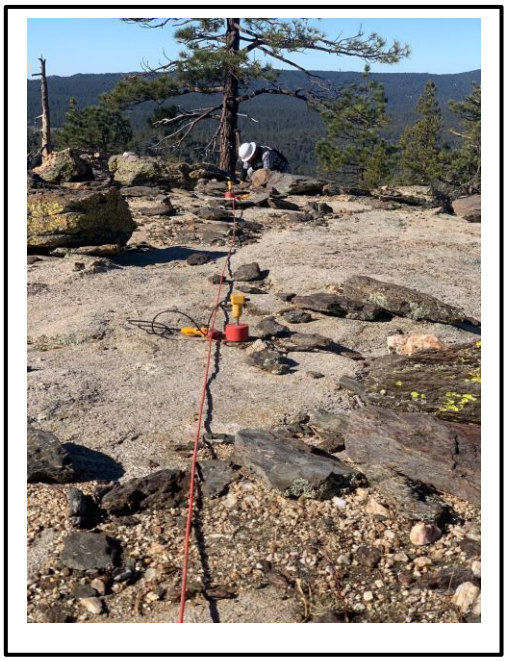
proceso de exploración

instalación de geófonos

procesamiento de datos

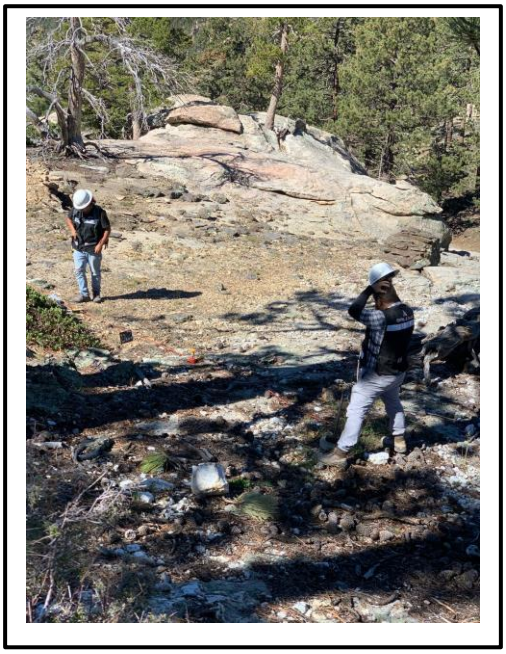


tendido de línea línea refracción sísmica



tendido de línea línea refracción sísmica

procesamientos de datos



toma de datos

toma de datos

análisis de datos

16. Referencias

Braja M. Das. (1999). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. México: Thomson Editores.

Braja M. Das. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotecnia. México: engage Learning Editores, S.A. de C.V.

Juárez Badillo, Rico Rodríguez. (2004). Teoría y Aplicaciones de La Mecánica de Suelos Tomo II. México: Limusa S.A. de C.V.

Karl Terzaghi-R.B.Peck- La Mecánica de Suelos en la Ingeniería Practica

Normas Técnicas Complementarias Estructurales de la Ley de Edificaciones del Estado

MGraw-hill- Ingeniería de Cimentaciones

Joseph E. Bowles, P. E., S.E. (1997). Foundation Analysis And Desing Fifth Edition, McGraw- Hill

Software de apoyo Geologismiki SPTcor versión 4.0 correcciones y parámetros del ensayo SPT

Software de apoyo Strater 5, perfiles estratigráficos

Software comercial Sedlog versión 3.1 perfiles estratigráficos

Carta Geológico-Minera de Baja California. Servicio Geológico Mexicano. Coordinación General de Minería.

Fernández, A. I. 2012. Estudio de atenuación y respuesta sísmica del terreno en la región noreste de Sonora, México. Tesis de Doctorado. CICESE.

Gastil, R.G., Phillipps, R.P., Allison, E.C., 1971, Reconocimiento Geológico del Estado de Baja California, Mapa Geológico, escala 1:250 000

Gastil, R. G., Richard P. Phillips, Edwin C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California Geological Society of America. Volume 140. DOI: https://doi.org/10.1130/MEM140

Helfrich, H.K., 1971, Mapping of rock mass strength by the seismic refraction method, IVA Report 38, Stockholm.

National Earthquake Hazards Reduction Program. NEHRP.

Nakamura, Y. (1989). A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface, Quarterly Report of RTRI, 30:1, 25-33.

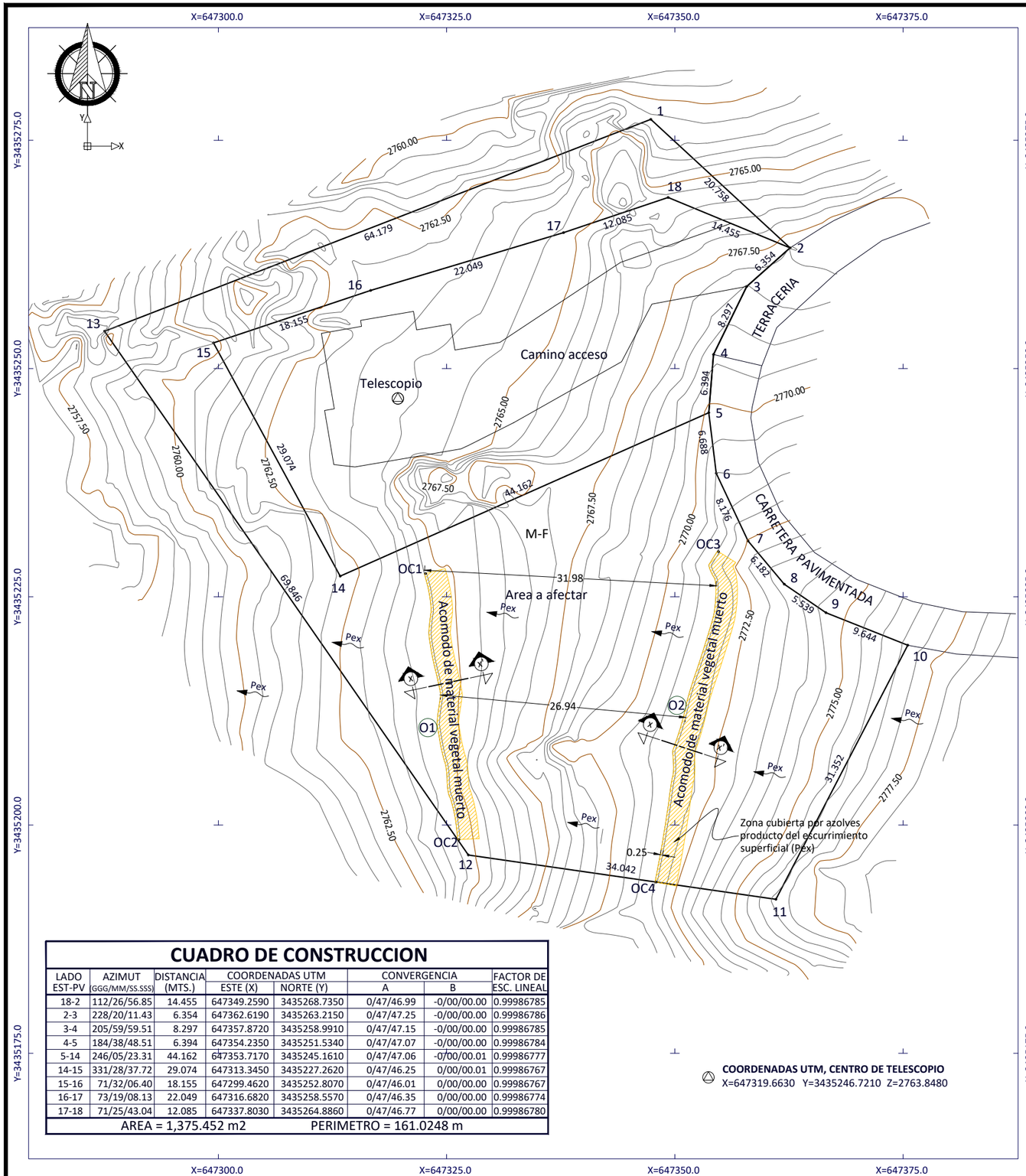
Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02). 2009.

Norma Europea (Eurocódigo-8), 1998.

Rossi, M.W., Quingley, M.C., Fletcher, J.M., Whipple, K.X., Díaz-Torres, J.J., Seiler, C., Fifield, L.K., and Heimsath, A.M., 2017, Along-strike variation in catchment morphology and cosmogenic denudation rates reveal the pattern and history pf footwall uplift, Main Gulf Escarpment, Baja California: Geological Society of America Bulletin, v. 129, # 7/8, p. 837-854.

Site Effects Assessment Using Ambient Excitations (SESAME) Project. Deliverable D23.12: guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation, http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Delivrables/Del-D23-HV_user_Guidelines.pdf, 2004: (last accessed August 2010).

Anexo 7
Plano de las obras de conservación de suelo y agua



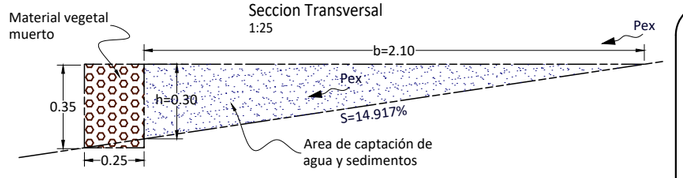
CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PV	AZIMUT (GGG/MM/SS.SSS)	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)	CONVERGENCIA A	CONVERGENCIA B	FACTOR DE ESC. LINEAL
18-2	112/26/56.85	14.455	647349.2590	3435268.7350	0/47/46.99	-0/00/00.00	0.99986785
2-3	228/20/11.43	6.354	647362.6190	3435263.2150	0/47/47.25	-0/00/00.00	0.99986786
3-4	205/59/59.51	8.297	647357.8720	3435258.9910	0/47/47.15	-0/00/00.00	0.99986785
4-5	184/38/48.51	6.394	647354.2350	3435251.5340	0/47/47.07	-0/00/00.00	0.99986784
5-14	246/05/23.31	44.162	647353.7170	3435245.1610	0/47/47.06	-0/00/00.01	0.99986777
14-15	331/28/37.72	29.074	647313.3450	3435227.2620	0/47/46.25	0/00/00.01	0.99986767
15-16	71/32/06.40	18.155	647299.4620	3435252.8070	0/47/46.01	0/00/00.00	0.99986767
16-17	73/19/08.13	22.049	647316.6820	3435258.5570	0/47/46.35	0/00/00.00	0.99986774
17-18	71/25/43.04	12.085	647337.8030	3435264.8860	0/47/46.77	0/00/00.00	0.99986780
AREA = 1,375.452 m2			PERIMETRO = 161.0248 m				

COORDENADAS UTM, CENTRO DE TELESCOPIO
X=647319.6630 Y=3435246.7210 Z=2763.8480

Corte x-x'

Seccion Transversal
1:25



NOTA:

El cordon de material vegetal muerto se debera formar siguiendo la curva de nivel, quedando perpendicular a la pendiente del terreno, con la finalidad de propiciar la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que se interceptan los azolves que se erosionen ladera arriba.

PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Trazar la línea para cosntrucción de cordones de material vegetal muerto sobre la curva de nivel 2,764.5 (29.60 m) y sobre curva de nivel 2,771.5 (37.5 m)
2. Acordonar el material cuidando que la línea este a nivel
3. Asentar el material al suelo, podando las ramas y seccionando los troncos más grandes para dar la altura de 35.0 cm

COORDENADAS DE LAS OBRAS

OBRA	LADO EST-PV	LONGITUD (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
O1	OC1-OC2	29.60	647322.693	3435227.553
	OC2		647326.332	3435198.404
O2	OC3-OC4	37.50	647354.782	3435229.939
	OC4		647347.951	3435193.757

MACRO LOCALIZACIÓN

MICRO LOCALIZACIÓN

INFORMACIÓN DE REFERENCIA ESPACIAL

Proyección	Universal Transversal de Mercator (UTM)
Datum de Referencaia	WGS84
Zona Horaria	11N UTM

CÓDIGO CLASE DE LA TIERRA

CÓDIGO	CLASE DE LA TIERRA
R	RIEGO O HUMEDAD DE PRIMERA
T	TEMPORAL
B	AGOSTADERO DE BUENA CALIDAD
M	MONTE O AGOSTADERO EN TERRENOS ÁRIDOS
I	INFRAESTRUCTURA Y OTROS

CÓDIGO	USO ACTUAL DEL SUELO
A	AGRÍCOLA
B	CULTIVO DE ALGODÓN
C	CULTIVOS VALIOSOS PERENNES: PLÁTANO, CAÑA DE AZÚCAR, CAFÉ, HULE,PALMA, VID, OLIVO, QUINA, VAINILLA, AGAVE, NOPAL, Y ÁRBOLES FRUTALES
D	PECUARIO
E	AGROPECUARIO
F	FORESTAL
G	MINERO
H	SALINERO
J	ACUÍCOLA
K	RESERVA DE LA BIOSFERA
L	RECREATIVO
Y	OTROS

CÓDIGO	USO ACTUAL DEL SUELO
ASENTAMIENTO HUMANO	
N	HABITACIONAL
P	COMERCIAL
Q	MIXTO
R	INDUSTRIAL
S	SERVICIOS PÚBLICOS
T	BALDÍO
V	ÁREAS DE RESERVA DE CRECIMIENTO
W	OTROS

DAVID MORALES GALLEGOS
Cédula Profesional Federal 3532849 | Cédula Profesional Estatal 028568-03/22 | Perito Deslindador 068/PDSQ

PREDIO: PROYECTO TP2M

UBICACIÓN: OAN DEL PARQUE NACIONAL SIERRA SAN PEDRO MARTIR, ENSENADA B. C.

SUPERFICIE TOTAL (m2)	SUPERFICIE PROYECTO (m2)	ESTADO ACTUAL	CLAVE CATASTRAL
1,375.425	506.040	RÚSTICO	00-000-000

OBRA: ACORDONAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO

PLANO QUE MUESTRA: PREDIO TP2M

NOMBRE DEL PROYECTO:
CONSTRUCCION DE OBRAS PARA CONSERVACION DEL SUELO EN AREA DE PROYECTO TP2M

PROPIETARIO O POSEEDOR: OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL

RESPONSABLE DE PROYECTO:
ING. DAVID MORALES GALLEGOS
PERITO DESLINDADOR No. 068/PDSQ

PROYECTISTA DIBUJANTE:
ING. DAVID MORALES GALLEGOS
PERITO DESLINDADOR No. 068/PDSQ

ESCALA GRÁFICA 1: 500.00
0 6.00 9.00 12.00 18.00 24.00 30.00
METROS

FECHA DE ELABORACIÓN:	ESCALA:	No. DE PLANO:
3 FEBRERO 2025	LAS INDICADAS	1/1

Anexo 8
Memoria de Cálculo Erosión

Estimaciones de la pérdida del suelo por procesos erosivos hídricos y eólicos en el área requerida de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Para estimar la perdida de suelo por procesos erosivos se utiliza la ecuación universal de perdida de suelo definida por Wischmeier & Smith, 1978, se expresa en Ton/ha

Ecuación Universal de pérdida de suelo

$$A = R\ K\ LS\ C\ P$$

Donde:

A= Pérdida de suelo en ton/ha/año
R= Factor de erosividad de la lluvia, en Mj/ha mm/hr
K = Factor de erosionabilidad del suelo, en ton/ha.Mj*ha/mm/hr
LS = Factor de longitud y grado de pendiente, adim
C= Factor de cultivo o cobertura vegetal, adim
P = Factor de prácticas mecánicas, adim

EROSION ACTUAL EN EL AREA SUJETA A CUSTF

Para estimar la perdida de suelo en condiciones actuales se utiliza esta ecuación pero sin considerar el factor de practicas mecánicas (P), debido a que el área carece de este tipo de obras de conservación de suelo, quedando de la siguiente manera

$$A = R\ K\ LS\ C$$

Datos de entrada					
Superficie sujeta a CUSTF		1,375.452 m2			
Precipitación media anual observada (PMA)		259.230 mm			
Textura del suelo:	Arena (Ar)		Elev máxima:	2,776.000	msnm
Contenido Materia Orgánica:	0.00-5.00 %		Elev mínima:	2,762.500	msnm
Densidad aparente:	1,960.000 gr/cm3		Longitud de la pendiente:	90.500	m
			Pendiente media:	14.917	%

Resultados

Área sujeta CUSTF	Erosión actual Ton/Ha/Año	Perdida de suelo actual en el área sujeta a CUSTF
0.1375452 Ha	2.941847 Ton/Ha/Año	0.404637 Ton/Año

Los resultados anteriores se obtuvieron después de haber calculado cada unos de los factores que intervienen en la ecuación universal de perdida de suelo, el procedimiento fue el siguiente:

Factor de erosividad de la lluvia (R)

Este factor se calcula utilizando cualquiera de las ecuaciones regionalizadas por Becerra (1997), dicha ec. se selecciona en función de la ubicación del proyecto, para el caso de Baja California corresponde la región 2 por tal motivo la ecuación será

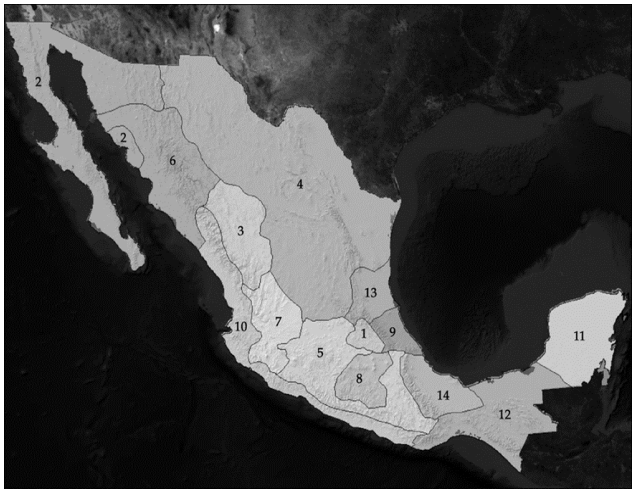
$$R = 3.4555\ P + 0.006470\ P^2$$

Donde:

P= Precipitación media anual observada en el área de interés, en mm

Cuadro. Ecuaciones regionalizadas para la republica mexicana (Becerra, 1997)

Región	Ecuación	R^2
1	1.2078 P + 0.002276 P^2	0.92
2	3.4555 P + 0.006470 P^2	0.93
3	3.6752 P - 0.001720 P^2	0.94
4	2.8959 P + 0.002983 P^2	0.92
5	3.4880 P - 0.000188 P^2	0.94
6	6.6847 P + 0.001680 P^2	0.9
7	-0.0334 P + 0.006100 P^2	0.98
8	1.9967 P + 0.003270 P^2	0.98
9	7.0458 P - 0.002096 P^2	0.97
10	6.8938 P + 0.000442 P^2	0.95
11	3.7745 P + 0.004540 P^2	0.98
12	2.4619 P + 0.006067 P^2	0.96
13	10.7427 P + 0.001008 P^2	0.97
14	1.5005 P - 0.002640 P^2	0.95



Regionalizadas para la republica mexicana (Becerra, 1997)

R= 3.4555 (259.23) + 0.006470 (259.23)^2

R= **1,330.5545**

Factor de erosionabilidad del suelo (K)

Valor de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de m.o. (Morgan 1985), a medida que el valor de K aumenta, se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosión Para su determinación se hace uso de la siguiente tabla:

Valores promedio del factor Erosionabilidad (K), en funsion de la textura del suelo

Textura	Porcentaje de materia orgánica %		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.01
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla		0.013-.0.029	

Fuente: (Morgan, 1985; en Montes-León, 2011)

Con base en los resultados de laboratorio (Geomec, Laboratorio de Ingeniería), en el área de proyecto

se tiene un suelo arenoso bien graduado con presencia de gravas (SW) con la siguientes características

Textura:	Arena mal graduada, con elevado contenido de gravas	
Grava:	19.77	%
Arena:	75.47	%
Finos (Limos):	4.76	%
Materia orgánica:	0.0-0.5	%

Con esta información se entra en la tabla anterior y se determina que el valor que le corresponde a K es:

K	**0.005**	

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor se obtiene utilizando la siguiente ecuación

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro depende de la pendiente de la ladera y cuyo valor es 0.50

Valores del parámetro m en función de la pendiente (S)

S (%)	m
≥5	0.5
3-5	0.4
1-3	0.3
≤1	0.2

Wischimeier & Smith (1978)

Si no se dispone de la pendiente media del terreno se puede estimar de manera muy aproximada con

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} 100$$

Donde:

Hf= Elevación máxima del terreno, en m

Hi= Elevación mínima del terreno, en m

L= Longitud del terreno, en m

Hf =	**2,776.000**	m
Hi =	**2,762.500**	m
λ =L =	**90.500**	m
m=	**0.500**	adim
S=	**14.917**	%

Finalmente, el valor del grado y longitud de la pendiente (LS) es:

LS = (90.5)^0.5 (0.0138 + 0.00965 x14.917 + 0.00138 (14.917)^2

LS = **4.421985679**

Factor de cultivo o cobertura vegetal (C)

El valor del factor de protección C es menor que 1, en promedio indica que a medida que aumenta la cobedrtura del suelo, el valor de C se reduce, pudiendo alcanzar valores similares a 0. Experimentalmente se han obtenido una serie de valores en función de la cubierta vegetal y del nivel de productividad, mismos que se muestran a continuación

Factor Cobertura vegetal (C) par aser aplicado en la EUPS

Cultivo	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.540	0.620	0.800
Maíz labranza cero	0.050	0.100	0.150
Maíz rastrojo	0.100	0.150	0.200
Algodón	0.300	0.420	0.490
Pastizal	0.004	0.010	0.100
Alfalfa	0.020	0.050	0.100
Trébol	0.025	0.050	0.100
Sorgo grano	0.430	0.550	0.700
Sorgo grano rastrojo	0.110	0.180	0.250
Soya	0.480		
Soya después de maíz con rastrojo	0.180		
Trigo	0.150	0.380	0.530
Trigo rastrojo	0.100	0.180	0.250
Bosque natural	0.001	0.010	0.100
Sabana en buenas condiciones	0.010	0.540	
Sabana sobrepastoreada	0.100	0.220	
Maíz-sorgo, Mijo	0.4 a0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Fuente: PROCYMAF, 2010. CONAFOR

Como el área de proyecto actualmente tiene cobertura vegetal del orden de 40-45% consistente en **bosque natural** de manzanita, (*Arctostaphylos patula*), por lo que se podría considerar como bosque de **Baja Productividad**

Con esta información se hace uso de la tabla anterior y se obtienen valor correspondiente al factor cobertura vegetal(C), el cual será considerado para estimar la perdida de suelo en condiciones actuales

C = **0.10** Adim

Estimaciones de la pérdida del suelo por procesos erosivos hídricos y eólicos en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Para estimar la perdida de suelo por procesos erosivos se utiliza la ecuación universal de perdida de suelo definida por Wischmeier & Smith, 1978, se expresa en Ton/ha

Ecuación Universal de pérdida de suelo

$$A = R\ K\ LS\ C\ P$$

Donde:

A= Pérdida de suelo en ton/ha/año
R= Factor de erosividad de la lluvia, en Mj/ha mm/hr
K = Factor de erosionabilidad del suelo, en ton/ha.Mj*ha/mm/hr
LS = Factor de longitud y grado de pendiente, adim
C= Factor de cultivo o cobertura vegetal, adim
P = Factor de prácticas mecánicas, adim

EROSION POTENCIAL EN EL AREA SUJETA A CUSTF

Para estimar la perdida de suelo después de la remoción de la vegetación existente se utiliza la misma ec. pero ahora sin considerar el factor de cobertura vegetal (C) y realizando el comparativo aplicando practicas mecánicas (P) para conservación de suelo quedando de la siguiente manera

Erosión potencial	**A= R K LS**
Erosión potencial modificada con practicas de conservación	**A= R K LS P**

Datos de entrada					
Superficie sujeta a CUSTF		1,375.452 m2			
Precipitación media anual observada (PMA)		259.23 mm			
Textura del suelo:	Arena (Ar)		Elev máxima:	2,776.000	msnm
Contenido Materia Orgánica:	0.00-5.00 %		Elev mínima:	2,762.500	msnm
Densidad aparente:	1,960.000 gr/cm3		ongitud de la pendiente:	90.500	m
			Pendiente media:	14.917	%

Resultados

Erosión potencial (después de remover la cobertura vegetal)

Área sujeta CUSTF	Erosión actual Ton/Ha/Año	Perdida de suelo en el área sujeta a CUSTF
0.1375452 Ha	29.418465 Ton/Ha/Año	4.046369 Ton/Año

Erosión potencial modificada con practicas de conservación

Área sujeta CUSTF	Erosión actual Ton/Ha/Año	Perdida de suelo en el área sujeta a CUSTF
0.1375452 Ha	20.592926 Ton/Ha/Año	2.832458 Ton/Año

Los resultados anteriores se obtuvieron después de haber calculado cada unos de los factores que intervienen en la ecuación universal de perdida de suelo, el procedimiento fue el siguiente:

Factor de erosividad de la lluvia (R)

Este factor se calcula utilizando cualquiera de las ecuaciones regionalizadas por Becerra (1997), dicha ecuació se selecciona en función de la ubicación del proyecto, para el caso de Baja California corresponde la región dos, por tal motivo la ecuación será

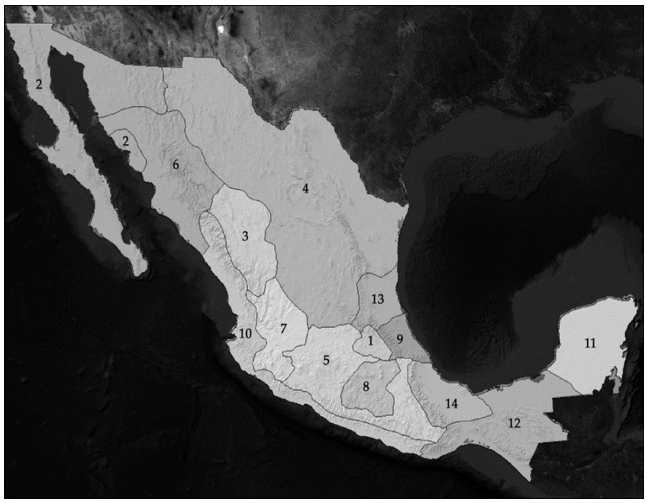
$$R = 3.4555\ P + 0.006470\ P^2$$

Donde:

P= Precipitación media anual observada en el área de interés, en mm

Cuadro. Ecuaciones regionalizadas para la republica mexicana (Becerra, 1997)

Región	Ecuación	R^2
1	$1.2078\ P + 0.002276\ P^2$	0.92
2	$3.4555\ P + 0.006470\ P^2$	0.93
3	$3.6752\ P - 0.001720\ P^2$	0.94
4	$2.8959\ P + 0.002983\ P^2$	0.92
5	$3.4880\ P - 0.000188\ P^2$	0.94
6	$6.6847\ P + 0.001680\ P^2$	0.9
7	$-0.0334\ P + 0.006100\ P^2$	0.98
8	$1.9967\ P + 0.003270\ P^2$	0.98
9	$7.0458\ P - 0.002096\ P^2$	0.97
10	$6.8938\ P + 0.000442\ P^2$	0.95
11	$3.7745\ P + 0.004540\ P^2$	0.98
12	$2.4619\ P + 0.006067\ P^2$	0.96
13	$10.7427\ P + 0.001008\ P^2$	0.97
14	$1.5005\ P - 0.002640\ P^2$	0.95



Regionalizadas para la republica mexicana (Becerra, 1997)

R= 3.4555 (259.23) + 0.006470 (259.23)^2

R= **1,330.5545**

Factor de erosionabilidad del suelo (K)

Valor de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985), a medida que el valor de K aumenta, se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse Para su determinación se hace uso de la siguiente tabla:

Valores promedio del factor Erosionabilidad (K), en funsion de la textura del suelo

Textura	Porcentaje de materia orgánica %		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.01
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena migajosa	0.012	0.01	0.008

Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla		0.013-.0.029	

Fuente: (Morgan, 1985; en Montes-León, 2011)

Con base en los resultados de laboratorio (Geomec, Laboratorio de Ingeniería), en el área de proyecto se tiene un suelo arenoso bien graduado con presencia de gravas (SW) con la siguientes características

Textura:	Arena mal graduada, con elevado contenido de gravas	
Grava:	19.77	%
Arena:	75.47	%
Finos (Limos):	4.76	%
Materia orgánica:	0.0-0.5	%

Con esta información se entra en la tabla anterior y se determina que el valor de K es:

K	**0.005**

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor se obtiene utilizando la siguiente ecuación

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro depende de la pendiente de la ladera y cuyo valor es 0.50

Valores del parámetro m en función de la pendiente (S)

S (%)	m
≥5	0.5
3-5	0.4
1-3	0.3
≤1	0.2

Wischimeier & Smith (1978)

Si no se dispone de la pendiente media del terreno se puede estimar de manera muy aproximada con

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} 100$$

Donde:

Hf= Elevación máxima del terreno, en m
Hi= Elevación mínima del terreno, en m
L= Longitud del terreno, en m

Hf =	2,776.000	m
Hi =	2,762.500	m
λ =L =	90.500	m
m=	0.500	adim

S= 14.917 %

Finalmente, el valor del grado y longitud de la pendiente (LS) es:

LS = (90.5)^0.5 (0.0138 + 0.00965 x14.917 + 0.00138 (14.917)^2

LS = **4.421985679**

Factor de prácticas mecánicas (P)

El valor de P se obtiene también de tabas que se han generado de manera experimental, su valor va de 0 a 1 , un valor cercano a 0, indica una alta eficiencia en la obra o practica implementada

El Valor de P depende del tipo de obra a implementar, para el caso que nos ocupa, la propuesta para mitigar los efectos resultantes por el CUSTF, es la siguiente:

Medida de Mitigación:

Acordonamiento de material vegetal muerto en curvas de nivel, dicho material se obtendrá de la vegetación que se removerá del área sujeta a CUSTF, a esta tipo de practica, le corresponde a:

P = **0.700** Adim

El valor de P se obtuvo de la siguiente tabla

Anexo 9.
Memoria de cálculo de infiltración de agua

Calculo de volumen de agua infiltrado en el área sujeta a CUSTF

$$F=(P - L - Pex - Vs - ETP) \times A$$

F = volumen infiltrado, en m3/año
P = lluvia total ocurrida durante la tormenta, en mm/año
L = intercepción, en mm/año
Pex = lluvia en exceso o escurrimientos, en mm/año
Vs = volumen almacenado en depresiones, en mm/año
ETP = evapotranspiración, en mm/año
A = Área sujeta CUSTF, en m2

Factor	Condición		
	Actual	Con CUSTF	
Infiltración (F)	**49.9497**	**8.0683**	**m3/año**
Lluvia total (P)	259.2300	259.2300	mm
Intercepción (L)	18.1805	47.6850	mm
Lluvia en exceso (Pex)	18.1563	18.5910	mm
Volumen almac en depresiones (VS)	5.0000	5.5100	mm
Evapotranspiración (ETP)	181.5781	181.5781	mm
Área sujeta a CUSTF (A)	1,375.4516	1,375.4516	m2

41.8814 m3/año
132.95683 m

Estimación de cada uno de los parámetros de la ecuación anterior

Lluvia total ocurrida (P)

La precipitación se obtuvo del sistema de monitoreo meteorológico del OAN-SPM, los cuales cubren un período de ocho años (2006 a 2013), teniendo un valor de:

P= **259.23** mm/año Precipitación promedio anual observada

Intercepción (L)

Para la estimación de este parámetro existe varios autores, una de las metodologías mas utilizadas es la propuesta por Helvey y Patric (1965), para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = P - Th - Sf$$

Donde
L = Pérdida bruta por intercepción (mm/año)
P = Precipitación sobre la cubierta vegetal (mm/año)
Th = Precipitación no interceptada (mm)
Sf = Cantidad de agua que alcanza el terreno, bajando por tallos y troncos (mm)

La precipitación no interceptada (Th) esta dada por

$$Th = (100 - Pb) \times P$$

Donde:

Pb= Perdida bruta por intercepción en %, obtenida de la tabla

La cantidad de agua que alcanza el terreno bajando por los tallos y troncos (Sf) se calcula con

$$Sf = ft \times P$$

Donde:

ft= Porcentaje del agua interceptada que fluye por los tallos (de tabla)

Sin embargo, tener disponible los valores de los parámetros de **Pb** y **ft**, no siempre es posible para todos los tipos de vegetación, razón por lo que algunos autores, por medio de experimentación han desarrollado modelos matemáticos que dependen únicamente de la precipitación, así como el que proponen R.A. Merrim y M.R. Collings (citadas por D.F. Campos Aranda en su libro "Procesos del ciclo hidrológico", 1998), quienes después de realizar ajustes minuciosos a datos obtenidos por diversos autores proponen una ecuación que se puede aplicar a bosques de pino y chaparral de hojas perenes y de hojas caducas del estado de California USA, dicho modelo es el que se muestra a continuación

$$L = 2.1082(1 - e^{-0.4743\,P}) + 0.062\,P$$

Donde:

L= Perdida del agua de lluvia por intercepción, en mm
e= Base de los logaritmos naturales
P= Precipitación media anual observada en mm

Sustituyendo valores en la ecuación anterior, se obtiene el valor de la intercepción del agua por la vegetación (L), esto en condiciones actuales

L= 2.1081 x (1 - e^-0.4743 x 259.23) + 0.062 x 259.23
L= **18.18046** mm Condición actual

Una vez que se remuva la vegetacion en toda la superficie del area sujeta a CUSTF (1375.4516 m2), para fines de estimacion de la intercepción del agua, esta será considerada como área urbana y de acuerdo a lo citado por D.F. Campos Aranda (1998), las perdidas por intercepción puede llegar a ser del 100%, por lo que se tiene lo siguiente

Tipo de cobertura	Superficie (m2)	Intercepción (L), en mm		
		Actual	Con CUSTF	Con CUSTF Ponderado
Bosque natural	869.4121	18.18	18.18	11.49
Área urbana	506.0395		259.23	95.37
	1,375.4516	**18.18**		**47.69**

Lluvia en exceso o escurrimiento (Pex)

Para su estimación se utiliza la ecuación siguiente

$$Q = Pex = \frac{\left(P - \frac{2,540}{N} + 25.4\right)^2}{P + \frac{22,860}{N} - 228.6}$$

TIPO DE BOSQUE		PERDIDA BRUTA POR INTERCEPCION, EN %		PERDIDA NETA POR INTERCEPCION, EN %		FLUJO POR LOS TALLOS, EN %	
		CON HOJAS	SIN HOJAS	CON HOJAS	SIN HOJAS	CON HOJAS	SIN HOJAS
De hojas caducas septentrional		20	17	18	7	5	10
Álamo – Abedul		15	12	10	4	3	8
Abeto		35	—	32	—	3	—
Pino Blanco		30	—	26	—	4	—
Pinabete		30	—	28	—	2	—
Pino Rojo		32	—	29	—	3	—

Donde:
Pex = Lluvia en exceso, en mm
N = Numero de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo cobertura, adim (de tablas)
P= precipitación acumulada en mm 259.23 mm

El valor del parámetro N, esta determinado por los siguientes factores

Suelo.

Es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración. El USDA-SCS tomo en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en 4 clases

Grupos de suelos de acuerdo con sus características

Grupo de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil Infiltración básica 8–12 mm / hr
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplo: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones Infiltración básica 4-8 mm / hr
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una menor infiltración que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos Infiltración básica de 1–4 mm / hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm / hr.

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno

Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno

Clases de cobertura vegetal

Clase	% de cobertura
Buena	> de 75%
Regular	entre 50 y 75%
Mala	< de 50%

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Vegetación y condición hidrológica

Vegetación	Condición hidrológica
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreadas, sin crecimiento rastrero. En condiciones regulares: moderadamente pastoreadas y con algo de crecimiento. En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	En buenas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobrepastoreado. En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos. En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Uso del suelo:

Es un factor determinante en la estimación de las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último factor, se obtiene la Curva de escurrimiento (N) que se utilizará en la fórmula

Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo.

Uso del Suelo	Tratamiento o practica	Condición hidrológica	Curvas numéricas			
			A	B	C	D
Suelo en descanso	Surcos rectos		77	86	91	94
Cultivos de escarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva de nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva de nivel	Buena	95	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva de nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva de nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva de nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva de nivel	Buena	55	60	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	79	86	99
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva de nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva de nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva de nivel	Buena	20	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Camino de tierra		Buena	72	82	87	89
Caminos pavimentados		Buena	90	90	90	90

Fuente: Manual de obras y practicas de Conafor, 2016

Aplicando el procedimiento descrito se calcula el escurrimiento superficial para el área de interés quedando como sigue

Datos de entrada

Profundidad:	Suelos someros

Clase textural del suelo:	(Ar). Arena bien graduada con limos en poca proporción	Precipitación:	259.23	mm/anuales
Contenido de materia orgánica:	0-5%	Cobertura vegetal:	40.00	%

Con esta información se concluye que el área de interés actualmente tiene los siguientes parámetros

Tipo de suelo:	Corresponde al grupo C, suelos someros con moderadamente alto potencial de escurrimiento
Condición hidrológica:	Regular 40%-45% de cobertura vegetal
Uso del suelo:	Bosque regular de baja transpiración, no existe manejo implementado en el área

Una vez que se realice la remoción de la vegetación por CUSTF, los parámetros del área serán los siguientes

Tipo de suelo:	Corresponde al grupo C, suelos someros con moderadamente alto potencial de escurrimiento
Condición hidrológica:	Mala 0%-40% de cobertura vegetal
Uso del suelo:	Bosque malo de baja transpiración, no existe manejo implementado en el área

Con esa información se entra en la tabla anterior para obtener el valor de la Curva de escurrimiento (N) para las condiciones actuales y para las condiciones posteriores a realizar la remoción de la vegetación, los resultados se consignan a continuación:

N se calcula en función del tipo de suelo, cobertura vegetal y condición hidrológica, este valor se obtiene de la tabla anterior

Tipo de suelo	Tipo de Vegetación		Área	No. de Escurrimiento (N)		No de Escurrimiento Ponderado
	Actual	Con CUSTF		Actual	Con CUSTF	
Tipo C	Bosque regular de baja transpiración	Bosque regular de baja transpiración	869.412	73.0000	73.0000	46.1427
	---	Bosque malo de baja transpiración	506.040	---	77.0000	28.3289
		Total	**1,375.452**	**73.0000**		**74.4716**

Finalmente la precipitación en exceso actual y con CUSTF es:

Factor	Actual		Con CUSTF	
Pex=	**18.1563**	mm/año	**18.591**	mm/año

Almacenamiento en Depresiones (Vs)

Para el calculo de este parámetro se utiliza la siguiente ecuación

$$Vs = Sd\left(1 - e^{-k\,Pe}\right)$$

Donde:
Vs = volumen almacenado en depresiones (mm/anual)
Pe = lluvia en exceso acumulada (mm/anual), Pe= P-Ia = P - 0.10 S
Sd = capacidad de almacenamiento de depresiones de la cuenca (entre 12 y 50 mm)
k = constante (k=1/Sd)

Tabla I. Valor de Sd para distintas texturas del suelo (Hicks, 1994)

Tipo de Suelo	Sd (mm)
Suelos arenosos	5.0
Suelos Francos	3.8
Suelos arcillosos	2.5
Áreas urbanas*	6.4
Pavimentos*	1.6

*A.L. Tholin y C.J. Kiefer (1960)

Pe= P -0.10 S

Tabla para obtener el valor Sd en función del tipo de suelo, este dato será utilizado para la determinación del almacenamiento en depresiones

S= 25400/CN-24.5

Donde:
S = Infiltración potencial, en mm
N = Numero de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo cobertura, adim (de tablas)
El parámetro N se obtuvo en el apartado anterior, dicho valor se indica a continuación:

Parámetro	Actual	Con CUSTF
N	73.0000	74.4716

Con estos valores, primero se calcula el valor de la Infiltración potencial (S) y posteriormente el valor de la Lluvia en exceso acumulada (Pe), los resultados de estos cálculos son los siguientes:

Parámetro	Actual	Con CUSTF
S, en mm	322.5452	315.6695
Pe, en mm	226.9755	227.6631

Tipo de Suelo	Superficie (m2)	Sd de tabla, en mm			k, adim		
		Actual	Con CUSTF	Con CUSTF Ponderado	Actual	Con CUSTF	Con CUSTF Ponderado
Suelos arenosos	869.412	5.00	5.00	3.16	0.2	0.3165	0.2000
Área urbana*	506.040	0	6.40	2.35	0	0.4255	0.1600
	1,375.452	**5.00**		**5.51**	**0.20**	0.7420	**0.1800**

Se considera área urbana a la superficie destinada a:

Área de instalación de telescopio		m2
Camino de acceso		m2
Total área urbana	**506.040**	**m2**

Finalmente se calcula el valor del Volumen almacenado en depresiones (Vs)

Factor	Actual	Con CUSTF
Vs, en mm	**5.0000**	**5.5100**

Evapotranspiración (ETP)

La estimación de esta factor se realiza utilizando el método de Thornthwaite con la ecuación siguiente

$$ETP' = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

ETP' = Evapotranspiración potencial mensual, en mm, para meses teóricos de 30 días con 12 horas diarias de insolación. También conocida como evapotranspiración sin corregir
T= temperatura media mensual del aire, en °C
I = Índice de calor anual, igual a la suma de los 12 índices mensuales del año en análisis

$$I = \sum_{1}^{12} i$$

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

a= exponente calculado con la expresión siguiente

$$a = 6.75x10^{-7}\, I^3 - 7.71x10^{-5}\, I^2 + 1.792x10^{-2}\, I + 0.49239$$

En primer termino se calcula el valor de i para cada mes y posteriormente se suman para obtener I

Mes	Temp prom Máx (°C)	i
Enero	1.55	0.17
Febrero	2.29	0.307
Marzo	3.8	0.66
Abril	4.95	0.985
Mayo	7.97	2.026
Junio	13.15	4.323
Julio	13.63	4.564
Agosto	13.03	4.264
Septiembre	11.24	3.409
Octubre	8.35	2.174
Noviembre	5.18	1.055
Diciembre	2.45	0.34
	I=	**24.277**

a= -0.093100

Sustituyendo valores en ETP' se obtiene el valor de la evapotranspiración sin corregir

Mes	Temp prom Máx (°C)	ETP'
Enero	1.5500	16.6825
Febrero	2.2900	16.0872
Marzo	3.8000	15.3463
Abril	4.9500	14.9732
Mayo	7.9700	14.3237
Junio	13.1500	13.6713
Julio	13.6300	13.6257
Agosto	13.0300	13.6830
Septiembre	11.2400	13.8725
Octubre	8.3500	14.2617
Noviembre	5.1800	14.9100
Diciembre	2.4500	15.9864
	ETP'=	**177.424**

La evapotranspiración corregida ETP mensual es

$$ETP = ETP'\left(\frac{d}{30}\right)\left(\frac{N}{12}\right)$$

Donde:
d= Duración real del mes
N= Numero de horas de sol, según latitud, adim de tabla
Lat Norte 31.044°

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
30°	10.5	11.1	12.0	12.9	13.7	14.1	13.9
35°	10.2	10.9	12.0	13.1	14.1	14.6	14.3

30° - 35°	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4
	0.06264	0.04176	0.00000	-0.04176	-0.08352	-0.10440	-0.08352
N	***10.43736***	***11.05824***	***12.00000***	***12.94176***	***13.78352***	***14.20440***	***13.98352***

Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
13.2	12.4	11.5	10.7	10.2
13.5	12.4	11.3	10.3	9.8

-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4
-0.06264	0.00000	0.04176	0.08352	0.08352
13.26264	***12.40000***	***11.45824***	***10.61648***	***10.11648***

Mes	Duración en días	N	ETP
Enero	31	10.4374	14.9938
Febrero	28	11.0582	13.8364
Marzo	31	12.0000	15.8578
Abril	30	12.9418	16.1483
Mayo	31	13.7835	17.0010
Junio	30	14.2044	16.1827
Julio	31	13.9835	16.4072
Agosto	31	13.2626	15.6268
Septiembre	30	12.4000	14.3349
Octubre	31	11.4582	14.0718
Noviembre	30	10.6165	13.1910
Diciembre	31	10.1165	13.9264
		ETP=	**181.5781**

Anexo 10
Listado de Flora de la Sierra de San Pedro Mártir

Anexo 8. Listado Florístico

Familia	Género	Especie	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES	EPC*
Amaryllidaceae	*Allium*	*eurotophilum*	-	No endémica	-	-	-	-
Anacardiaceae	*Rhus*	*aromatica*	Agrito	No endémica	-	-	-	-
Anacardiaceae	*Rhus*	*ovata*	Arbusto de azúcar	No endémica	-	-	-	-
Arecaceae	*Brahea*	*armata*	Palmera azul	No endémica	-	LC	-	-
Asparagaceae	*Agave*	*deserti*	Maguey	No endémica	-	-	-	-
Asparagaceae	*Nolina*	*palmeri*	Sotol	Endémica	-	-	-	-
Asparagaceae	*Yucca*	*schidigera*	Yuca	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Achillea*	*millefolium*	Milenrama	No endémica	-	LC	-	-
Asteraceae	*Artemisia*	*tridentata*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Baccharis*	*salicifolia*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Brickellia*	*grandiflora*	-	Endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Cirsium*	*scariosum*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Erigeron*	*divergens*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Erigeron*	*speciosus*	Margarita de Oregón	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Eriodictyon*	*angustifolium*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*haplopappus*	pulvinatus	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Hieracium*	*fendleri*	Oreja de Conejo	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Hulsea*	*mexicana*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Hymenopappus*	*filifolius*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Machaeranthera*	*wigginsii*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Senecio*	*moranii*	-	No endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Sphaeromeria*	*martirensis*	-	Endémica	-	-	-	-
Asteraceae	*Stephanomeria*	*monocephala*	-	No endémica	-	-	-	-
Brassicaceae	*Draba*	*corrugata*	-	No endémica	-	-	-	-
Brassicaceae	*Nasturtium*	*officinale*	Berro Blanco	No endémica	-	LC	-	-
Brassicaceae	*Physaria*	*peninsularis*	-	No endémica	-	-	-	-
Cactaceae	*Echinocereus*	*mombergerianus*	-	No endémica	-	DD	II	-
Campanulaceae	*Nemacladus*	*longiflorus*	-	No endémica	-	-	-	-
Caryophyllaceae	*Silene*	*laciniata*	Clavel del monte	No endémica	-	LC	-	-
Crassulaceae	*Dudleya*	*pauciflora*	-	Endémica	-	-	-	-
Crassulaceae	*Sedum*	*niveum*	-	No endémica	-	-	-	-
Cupressaceae	*Calocedrus*	*decurrens*	Cedro Colorado	No endémica	A	LC	-	-
Cupressaceae	*Cupressus*	*montana*	Ciprés Rugoso	No endémica	Pr	CR	-	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*pringlei*	-	No endémica	-	-	-	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*pungens*	Manzanita	No endémica	-	-	-	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*glauca*	pingüica	No endémica	-	-	-	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*patula*	-	No endémica	-	-	-	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*peninsularis*	Manzanita	No endémica	-	-	-	-
Ericaceae	*Ornithostaphylos*	*oppositifolia*	-	No endémica	-	-	-	-

Ericaceae	*Sarcodes*	*sanguinea*	-	No endémica	-	-	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*lurida*	-	No endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Acacia*	*greggii*	Uña de gato	No endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Acmispon*	*americanus*	-	No endémica	-	LC	-	-
Fabaceae	*Astragalus*	*gruinus*	-	Endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Astragalus*	*circumdatus*	-	Endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Astragalus*	*gruinus*	-	Endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Lupinus*	*andersonii*	-	No endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Prosopis*	*glandulosa*	Mezquite dulce	No endémica	-	-	-	-
Fabaceae	*Trifolium*	*wigginsii*	-	No endémica	-	LC	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*dumosa*	Encinillo	No endémica	-	EN	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*agrifolia*	Encino verde	No endémica	-	LC	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*cornelius - mulleri*	Encino	No endémica	-	LC	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*chrysolepis*	Roble fusiforme	No endémica	-	LC	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*peninsularis*	Roble Peninsular	Endémica	-	DD	-	-
Fagaceae	*Quercus*	*kelloggii*	Roble	No endémica	-	LC	-	-
Garryaceae	*Garrya*	*grisea*	-	No endémica	-	-	-	-
Lamiaceae	*Monardella*	*linoides*	-	No endémica	-	-	-	-
Lamiaceae	*Monardella*	*macrantha*	-	No endémica	-	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia*	*pachyphylla*	-	No endémica	-	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia*	*pachyphylla*	-	No endémica	-	-	-	-
Malvaceae	*Fremontodendron*	*californicum*	Arbusto de franela	No endémica	-	-	-	-
Onagraceae	*Epilobium*	*ciliatum*	-	No endémica	-	LC	-	-
Onagraceae	*Oenothera*	*californica*	-	No endémica	-	-	-	-
Orobanchaceae	*castilleja*	*martinii*	-	Endémica	-	-	-	-
Phrymaceae	*Mimulus*	*purpureus*	-	No endémica	-	-	-	-
Phrymaceae	*Mimulus*	*rubellus*	-	No endémica	-	-	-	-
Pinaceae	*Abies*	*concolor*	Oyamel de California	No endémica	Pr	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*jeffreyi*	Pino Negro	No endémica	Pr	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*contorta*	Pino de San Pedro Mártir	No endémica	-	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*devoniana*	Pino Escobetón	No endémica	-	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*lambertiana*	Pino de Azúcar	No endémica	-	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*monophylla*	Piñón simple	No endémica	Pr	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*quadrifolia*	Piñón de California	No endémica	Pr	LC	-	-
Pinaceae	*Pinus*	*coulteri*	Pino de Brea	No endémica	P	NT	-	-
Plantaginaceae	*Penstemon*	*californicus*	-	No endémica	-	-	-	-
Plantaginaceae	*Penstemon*	*labrosus*	-	No endémica	-	-	-	-
Platanaceae	*Platanus*	*racemosa*	Aliso	No endémica	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*tectorum*	Arabueyes	No endémica	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*arsenei*	-	No endémica	-	-	-	-
Polemoniaceae	*Eriastrum*	*densifolium*	-	No endémica	-	-	-	-

Polemoniaceae	*Ipomopsis*	*effusa*	-	No endémica	-	-	-	-
Polemoniaceae	*Leptosiphon*	*melingii*	-	Endémica	-	-	-	-
Polemoniaceae	*Linanthus*	melingii	-	No endémica	-	-	-	-
Polygonaceae	*Eriogonum*	hastatum	-	No endémica	-	-	-	-
Polygonaceae	*Eriogonum*	*hastatum*	-	Endémica	-	-	-	-
Polygonaceae	*Eriogonum*	*wrightii*	-	No endémica	-	-	-	-
Pteridaceae	*Myriopteris*	*fendleri*	-	No endémica	-	-	-	-
Ranunculaceae	*Aquilegia*	*formosa*	-	No endémica	-	-	-	-
Ranunculaceae	*Ranunculus*	*cymbalaria*	Oreja de Ratón	No endémica	-	LC	-	-
Ranunculaceae	*Thalictrum*	*fendleri*	-	No endémica	-	-	-	-
Rhamnaceae	*Ceanothus*	*leucodermis*	Lila de california	No endémica	-	-	-	-
Rhamnaceae	*Ceanothus*	*greggii*	Palo de zorrillo	No endémica	-	-	-	-
Rhamnaceae	*Ceanothus*	*cordulatus*	Cuerniblanco	No endémica	-	-	-	-
Rhamnaceae	*Fragula*	*californica*	Californica buckthorn	No endémica	-	-	-	-
Rosaceae	*Adenostoma*	*fasciculatum*	Chamizo	No endémica	-	-	-	-
Rosaceae	*Cercocarpus*	*betuloides*	-	No endémica	-	-	-	-
Rosaceae	*Horkelia*	*clevelandii*	-	No endémica	-	-	-	-
Rosaceae	*Ivesia*	*argyrocoma*	-	No endémica	-	-	-	-
Rubiaceae	*Galium*	*wigginsii*	-	No endémica	-	-	-	-
Salicaceae	*Populus*	*tremuloides*	Álamo Temblón	No endémica	-	-	-	-
Salicaceae	*Populus*	*fremontii*	Álamo	No endémica	-	-	-	-
Salicaceae	*Salix*	*lasiolepis*	Ahuejote	No endémica	-	-	-	-
Santalaceae	*Phoradendron*	*pauciflorum*	-	No endémica	-	-	-	-
Sapindaceae	*Aesculus*	*parryi*	Trompo	Endémica	-	-	-	-
Saxifragaceae	*Micranthes*	*eriophora*	-	No endémica	-	-	-	-

PASTOS Y HERBÁCEAS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC**
Poaceae	*Agrostis*	*exarata*	Hierba Doblada del Pacífico	-	-	-	-	-
Poaceae	*Agrostis*	*scabra*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Agrostis*	*stolonifera*	Pasto	No endémica	-	-	-	-
Poaceae	*Alopecurus*	*aequalis*	Cola de zorra acuática	-	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida*	*adscensionis*	Zacate tres barbas	-	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida*	*arizonica*	Tres Aristas Arizónico	-	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida*	*divaricata*	Tres Barbas Abierto	-	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida*	*havardii*	-	-	-	-	-	-

PASTOS Y HERBÁCEAS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC**
Poaceae	*Aristida*	*purpurea* var. *fendleriana*	Tres Aristas Curvado	-	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida*	*schiedeana*	Tres Barbas Abierto	-	-	-	-	-
Poaceae	*Blepharoneuron*	*tricholepis*	Popotillo del Pinar	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bothriochloa*	*barbinodis*	Cola de Caballo	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua*	*aristidoides*	Navajita Aguja	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua*	*barbata* var. *barbata*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua*	*curtipendula*	Banderilla	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*carinatus* var. *marginatus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*ciliatus*	Triguillo	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*diandrus*	Bromo	No endémica	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*hordeaceus*	Barbas de Macho	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*richardsonii*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*Bromus rubens*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*tectorum*	Pasto Espiguilla	-	-	-	-	-
Poaceae	*Bromus*	*carinatus* var. *carinatus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Cynodon*	*dactylon*	Gallitos	-	-	-	-	-
Poaceae	*Deschampsia*	*cespitosa*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Deschampsia*	*danthonioides*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Deschampsia*	*elongata*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Dichanthelium*	*oligosanthes* var. *scribnerianum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Digitaria*	*californica*	Zacate Punta Blanca	-	-	-	-	-
Poaceae	*Dinebra*	*panicea* subsp. *brachiata*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Disakisperma*	*dubia*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Elymus*	*elymoides* var. *brevifolius*	Triguillo Desértico	-	-	-	-	-
Poaceae	*Elymus*	*glaucus* subsp. *glaucus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Elymus*	*trachycaulus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis*	*cilianensis*	Zacate Apestoso	-	-	-	-	-

PASTOS Y HERBÁCEAS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC**
Poaceae	*Eragrostis*	*intermedia*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis*	*pectinacea* var. *pectinacea*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*bajacaliforniana*	-	-	-	-	-	SI
Poaceae	*Festuca*	*bromoides*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*microstachys*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*myuros*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*octoflora*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*ovina*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Festuca*	*perennis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Hordeum*	*brachyantherum* subsp. *brachyantherum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Hordeum*	*jubatum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Hordeum*	*murinum* subsp. *glaucum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Hordeum*	*murinum* subsp. *leporinum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Hordeum*	*vulgare*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Koeleria*	*macrantha*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Melica*	*frutescens*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Melica*	*imperfecta*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*alopecuroides*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*appressa*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*arsenei*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*asperifolia*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*emersleyi*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*filiformis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*fragilis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*minutissima*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*pauciflora*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia ramulosa*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia repens*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*richardsonis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*rigens*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*wolfii*	-	-	-	-	-	-

PASTOS Y HERBÁCEAS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC**
Poaceae	*Muhlenbergia*	*wrightii*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Panicum*	*hirticaule*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Paspalum*	*distichum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*annua*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*bajaensis*	-	-	-	-	-	SI
Poaceae	*Poa*	*fendleriana* subsp. *fendleriana*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*fendleriana* subsp. *longiligula*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*pratensis* subsp. *agassizensis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*pratensis* subsp. *pratensis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Poa*	*secunda* subsp. *secunda*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Polypogon*	*interruptus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Polypogon*	*monspeliensis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Polypogon*	*viridis*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Schismus*	*barbatus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Trifolium*	*wormskioldii*	-	-	A	-	-	SI
Poaceae	*Sphenopholis*	*obtusata*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Sporobolus*	*cryptandrus*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Stipa*	*coronata*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Stipa*	*lepida*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Stipa*	*pinetorum*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Stipa*	*pringlei*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Stipa*	*speciosa*	-	-	-	-	-	-
Poaceae	*Zuloagaea*	*bulbosa*	-	-	-	-	-	-

Anexo 11
Muestreo de flora e índices de biodiversidad del SA

Número de Individuos - Muestreo SA

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total por especie
Abies concolor		15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	200
Arctostaphylos patula		3	33	23	2	1	1		16	1			97	79	24		280
Astragalus gruinus			4			7	22		16								49
Ceanothus cordulatus													3	2	2		7
Eriogonium wrightii		30	22	125	1	247	104	56	12	34	38		60		23		752
Hesperocyparis montana												1					1
Heuchera rubescenns												1				1	2
Holodiscus discolor			4	1	8	24		8		1	29	5				1	81
Philadelphus microphyllus	10		1			4		14		4	11	23	3			1	71
Pinus jeffreyi	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24		98
Pinus lambertiana	2				2	1		2		2	1	3					13
Pinus quadrifolia	1																1
Populus tremuloides																137	137
Quercus chrysolepis	19		3		1		1			1		2	1				28
Quercus tormentella											1						1
Ribes cereum						2											2
Salvia pachyphylla									79				1		83		163
Symphoricarpos rotundifolius	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	872
	38	127	96	260	74	379	297	163	225	87	257	74	204	89	184	204	2758

ESTRATO ARBOREO

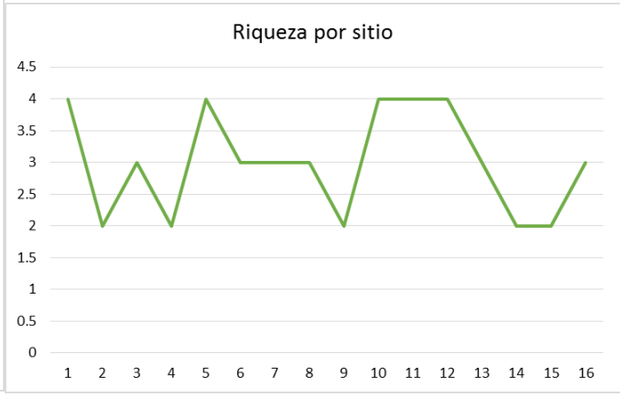
	SITIO																
Especie	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TOTAL**
Abies concolor	0	15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	200
Pinus jeffreyi	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24	1	99
Pinus lambertiana	2	0	0	0	2	1	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	13
Pinus quadrifolia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Populus tremuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	137
Quercus chrysolepis	19	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	28
Quercus tormentella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
																	479
Numero de Individuos	**26**	**25**	**14**	**10**	**58**	**12**	**21**	**33**	**14**	**43**	**36**	**44**	**36**	**21**	**40**	**182**	
Riqueza (Numero de especies)	4	2	3	2	4	3	3	3	2	4	4	4	3	2	2	3	
Riqueza Específica (Margalef)	0.921	0.311	0.758	0.434	0.739	0.805	0.657	0.572	0.379	0.798	0.837	0.793	0.558	0.328	0.271	0.384	
Indice de Shannon	0.801	0.671	1.028	0.577	0.745	0.780	0.776	0.691	0.546	0.830	0.928	0.881	0.822	0.566	0.399	0.502	
Dominancia de Simpson	0.555	0.462	0.219	0.260	0.507	0.125	0.249	0.379	0.087	0.334	0.206	0.288	0.189	0.066	0.361	0.590	
Indice de Simpson	0.445	0.538	0.781	0.740	0.493	0.875	0.751	0.621	0.913	0.666	0.794	0.712	0.811	0.934	0.639	0.410	

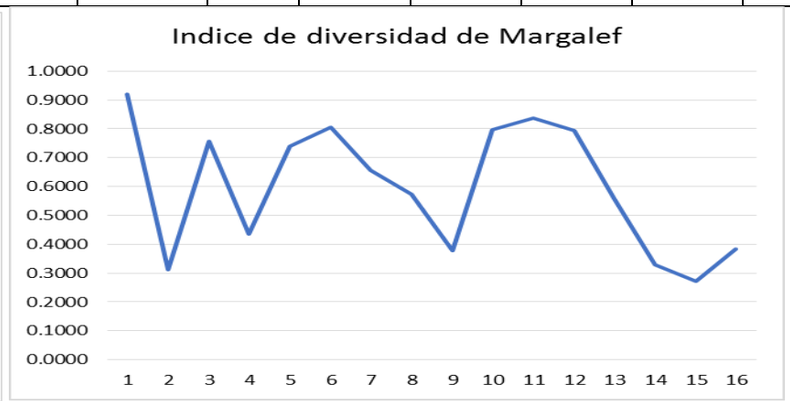
Abundancia relativa (ni/Eni)															
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
0.0000	0.6000	0.2143	0.5000	0.6897	0.3333	0.4762	0.6061	0.0714	0.5581	0.3333	0.5227	0.3333	0.0952	0.0250	0.1538
0.1154	0.3200	0.3571	0.1000	0.1724	0.0833	0.1429	0.0909	0.2857	0.1395	0.3056	0.0909	0.2778	0.2381	0.6000	0.0055
0.0769	0.0000	0.0000	0.0000	0.0345	0.0833	0.0000	0.0606	0.0000	0.0465	0.0278	0.0682	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0385	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7527
0.7308	0.0000	0.2143	0.0000	0.0172	0.0000	0.0476	0.0000	0.0000	0.0233	0.0000	0.0455	0.0278	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0278	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

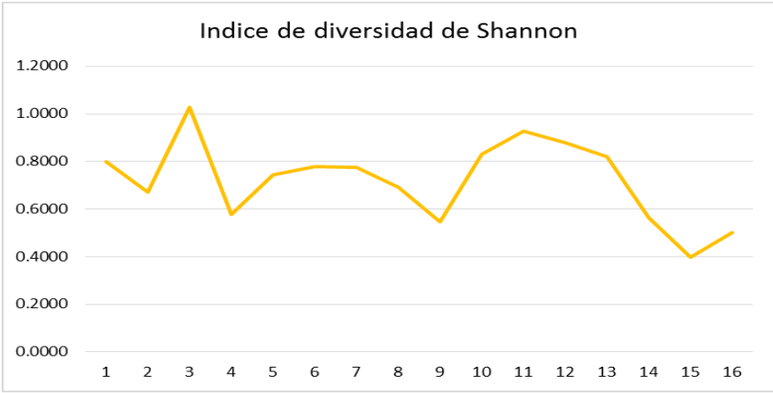
pi2															
0.0000	0.3600	0.0459	0.2500	0.4756	0.1111	0.2268	0.3673	0.0051	0.3115	0.1111	0.2732	0.1111	0.0091	0.0006	0.0237
0.0133	0.1024	0.1276	0.0100	0.0297	0.0069	0.0204	0.0083	0.0816	0.0195	0.0934	0.0083	0.0772	0.0567	0.3600	0.0000
0.0059	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0069	0.0000	0.0037	0.0000	0.0022	0.0008	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5666
0.5340	0.0000	0.0459	0.0000	0.0003	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0021	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

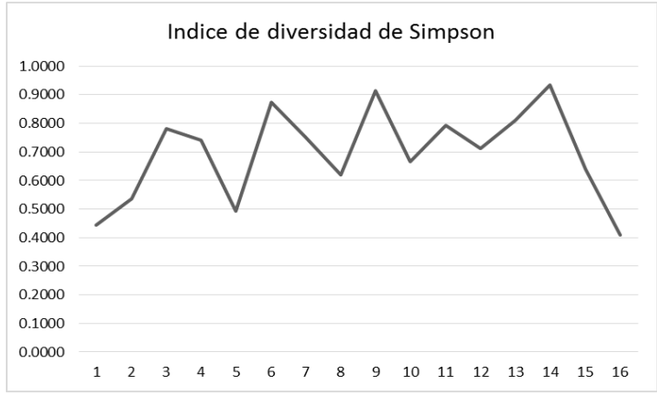
SITIO: ARBOREO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numero de Individuos	26	25	14	10	58	12	21	33	14	43	36	44	36	21	40	182
Riqueza (Numero de especies)	4	2	3	2	4	3	3	3	2	4	4	4	3	2	2	3
Riqueza Específica (Margalef)	0.9208	0.3107	0.7578	0.4343	0.7388	0.8049	0.6569	0.5720	0.3789	0.7976	0.8372	0.7928	0.5581	0.3285	0.2711	0.3843
Indice de Shannon	0.8010	0.6711	1.0279	0.5768	0.7455	0.7804	0.7763	0.6914	0.5464	0.8305	0.9276	0.8807	0.8216	0.5656	0.3987	0.5018
Shannon media	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000	1.9000
Dominancia de Simpson	0.5547	0.4624	0.2194	0.2600	0.5068	0.1250	0.2494	0.3792	0.0867	0.3337	0.2060	0.2882	0.1890	0.0658	0.3606	0.5903
Indice de Simpson`	0.4453	0.5376	0.7806	0.7400	0.4932	0.8750	0.7506	0.6208	0.9133	0.6663	0.7940	0.7118	0.8110	0.9342	0.6394	0.4097



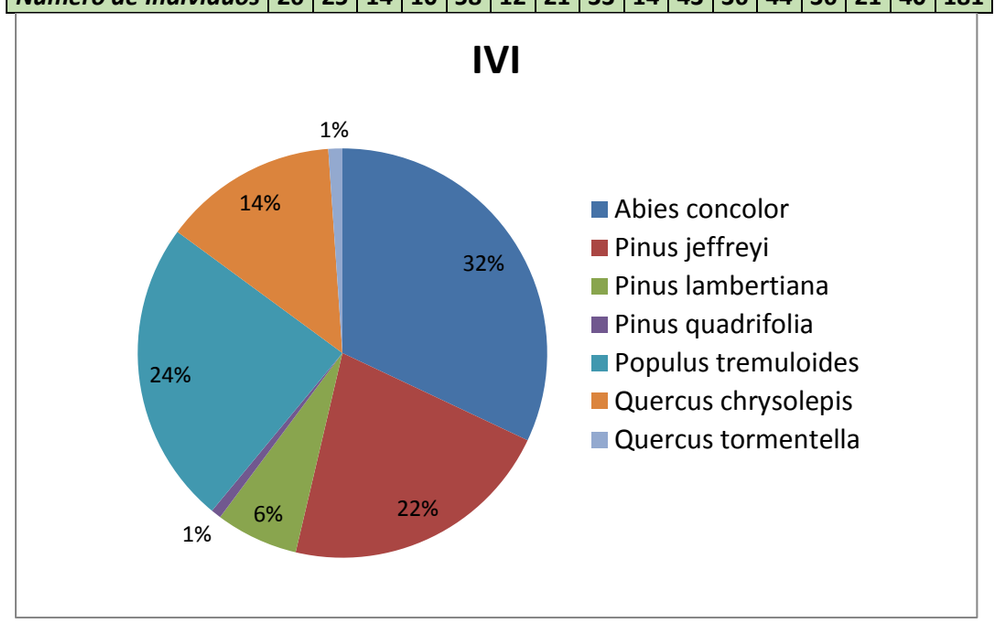






Frecuencia de individuos por especie por SITIO

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Totales	D (cm)	A copa especie (m2)	Ai	ARi	Di	DRi	Fi	FRi	IVI
Abies concolor	0	15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	200	40.58	81.16	0.01176	41.84100	0.0047741	22.2760	0.8824	31.914894	32.01063
Pinus jeffreyi	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24	0	98	46.69	45.76	0.00576	20.50209	0.0026915	12.5587	0.8824	31.914894	21.65857
Pinus lambertiana	2	0	0	0	2	1	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	13	55.00	7.15	0.00076	2.71967	0.0004206	1.9625	0.4118	14.893617	6.52525
Pinus quadrifolia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27.50	0.28	0.00006	0.20921	1.618E-05	0.0755	0.0588	2.1276596	0.80411
Populus tremuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	137	110.30	151.11	0.00806	28.66109	0.0088889	41.4755	0.0588	2.1276596	24.08807
Quercus chrysolepis	19	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	28	268.95	75.31	0.00165	5.85774	0.0044298	20.6693	0.4118	14.893617	13.80687
Quercus tormentella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	358.00	3.58	0.00006	0.20921	0.0002106	0.9826	0.0588	2.1276596	1.10649
																			364.34	**0.02812**		**0.0214317**		**2.7647**		**100.00000**
Numero de Individuos	**26**	**25**	**14**	**10**	**58**	**12**	**21**	**33**	**14**	**43**	**36**	**44**	**36**	**21**	**40**	**181**										



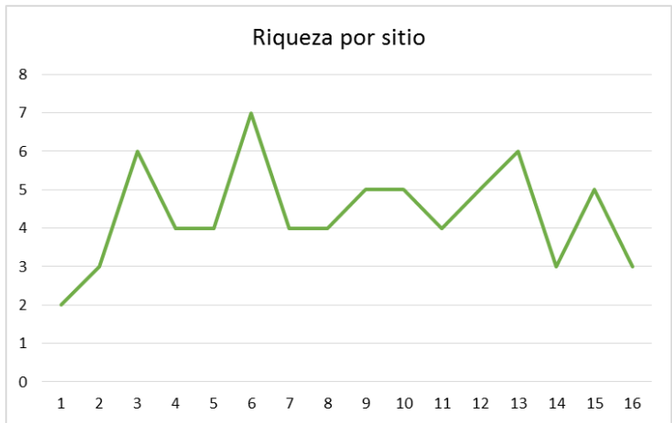
ESTRATO ARBUSTIVO

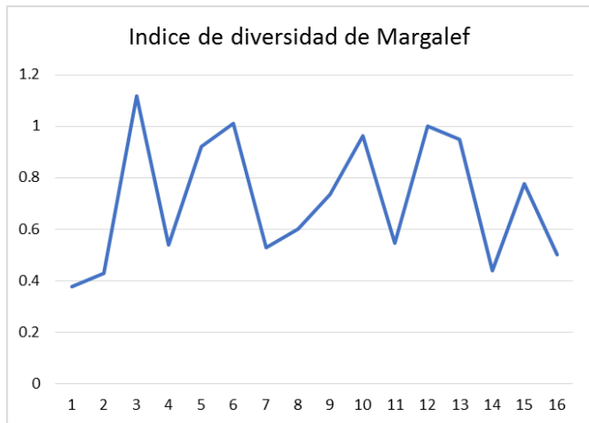
	SITIO: ARBUSTIVAS																
Especie	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TOTAL**
Arctostaphylos patula	0	3	33	23	2	1	1	0	16	1	0	0	97	79	24	0	280
Astragalus gruinus	0	0	4	0	0	7	22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	49
Ceanothus cordulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	7
Eriogonium wrightii	0	30	22	125	0	247	104	56	12	34	38	0	60	0	23	0	751
Hesperocyparis montana	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Heuchera rubescenns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Holodiscus discolor	0	0	4	1	8	24	0	8	0	1	29	5	0	0	0	1	81
Philadelphus microphyllus	10	0	1	0	0	4	0	14	0	4	11	23	3	0	0	1	71
Ribes cereum	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Salvia pachyphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	1	0	83	0	163
Symphoricarpos rotundifolius	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	872
																	2279
Numero de Individuos	**14**	**106**	**88**	**258**	**26**	**379**	**290**	**146**	**229**	**64**	**243**	**54**	**194**	**96**	**174**	**54**	
Riqueza (Numero de especies)	2	3	6	4	4	7	4	4	5	5	4	5	6	3	5	3	
Riqueza Específica (Margalef)	0.379	0.429	1.117	0.540	0.921	1.011	0.529	0.602	0.736	0.962	0.546	1.003	0.949	0.438	0.775	0.501	
Indice de Shannon	0.570	0.727	1.388	0.954	0.927	0.958	0.916	1.117	1.257	0.972	0.973	1.066	1.079	0.289	1.234	0.418	
Dominancia de Simpson	0.556	0.530	0.264	0.408	0.250	0.483	0.424	0.328	0.311	0.334	0.442	0.240	0.354	0.678	0.288	0.445	
Indice de Simpson	0.444	0.470	0.736	0.592	0.750	0.517	0.576	0.672	0.689	0.666	0.558	0.760	0.646	0.322	0.712	0.555	

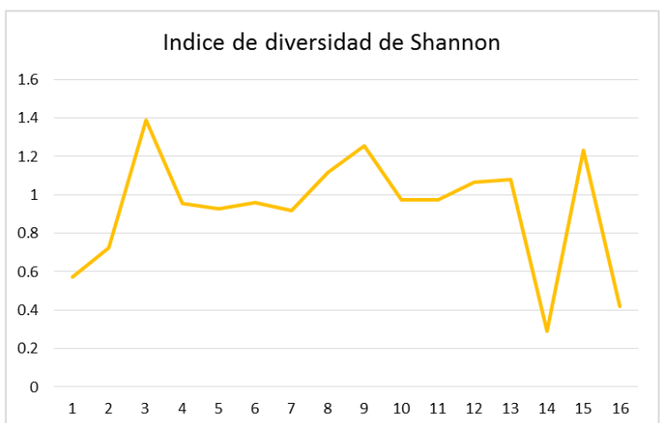
pi															
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
0.0000	0.0283	0.3750	0.0891	0.0769	0.0026	0.0034	0.0000	0.0699	0.0156	0.0000	0.0000	0.5000	0.8229	0.1379	0.0000
0.0000	0.0000	0.0455	0.0000	0.0000	0.0185	0.0759	0.0000	0.0699	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0155	0.0208	0.0115	0.0000
0.0000	0.2830	0.2500	0.4845	0.0000	0.6517	0.3586	0.3836	0.0524	0.5313	0.1564	0.0000	0.3093	0.0000	0.1322	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0385	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0185	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0185	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0455	0.0039	0.3077	0.0633	0.0000	0.0548	0.0000	0.0156	0.1193	0.0926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0185
0.7143	0.0000	0.0114	0.0000	0.0000	0.0106	0.0000	0.0959	0.0000	0.0625	0.0453	0.4259	0.0155	0.0000	0.0000	0.0185
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.0000	0.4770	0.0000
0.2143	0.6698	0.2386	0.4070	0.3846	0.2322	0.5379	0.4110	0.4236	0.2188	0.6337	0.2222	0.0876	0.0104	0.1552	0.6667

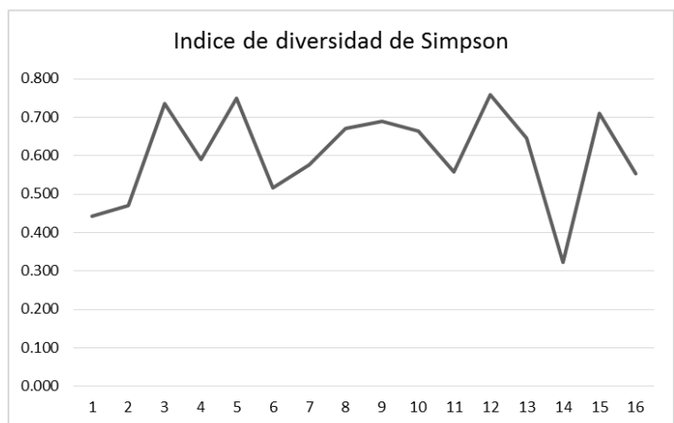
pi2															
0.0000	0.0008	0.1406	0.0079	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0002	0.0000	0.0000	0.2500	0.6772	0.0190	0.0000
0.0000	0.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0003	0.0058	0.0000	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0001	0.0000
0.0000	0.0801	0.0625	0.2347	0.0000	0.4247	0.1286	0.1471	0.0027	0.2822	0.0245	0.0000	0.0957	0.0000	0.0175	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0021	0.0000	0.0947	0.0040	0.0000	0.0030	0.0000	0.0002	0.0142	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
0.5102	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0092	0.0000	0.0039	0.0020	0.1814	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2275	0.0000
0.0459	0.4486	0.0569	0.1656	0.1479	0.0539	0.2894	0.1689	0.1794	0.0479	0.4016	0.0494	0.0077	0.0001	0.0241	0.4444

	SITIO															
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Numero de Individuos	14	106	88	258	26	379	290	146	229	64	243	54	194	96	174	54
Riqueza (Numero de especies)	2	3	6	4	4	7	4	4	5	5	4	5	6	3	5	3
Riqueza Específica (Margalef)	0.37892318	0.42886804	1.11673528	0.54025245	0.92078303	1.01052015	0.52911164	0.60197368	0.73614366	0.96179669	0.54614354	1.00276159	0.94915236	0.43817867	0.77533575	0.5013808
Indice de Shannon	0.57043268	0.72656261	1.38818886	0.95399346	0.92747127	0.95791639	0.91647992	1.11695213	1.2573964	0.97174138	0.97301586	1.06583136	1.07896076	0.28858205	1.23426709	0.41805022
Shannon media	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Dominancia de Simpson	0.556	0.530	0.264	0.408	0.250	0.483	0.424	0.328	0.311	0.334	0.442	0.240	0.354	0.678	0.288	0.445
Indice de Simpson	0.444	0.470	0.736	0.592	0.750	0.517	0.576	0.672	0.689	0.666	0.558	0.760	0.646	0.322	0.712	0.555









	Frecuencia de individuos por especie por SITIO																								
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	# Ind Totales	D (cm)	A copa especie	Ai	ARi	Di	DRi	Fi	FRi	IVI
Arctostaphylos patula	0	3	33	23	2	1	1	0	16	1	0	0	97	79	24	0	280	179.79	503.42	0.01647	12.28070	0.0296132	28.0270	0.6471	15.492958	18.60022
Astragalus gruinus	0	0	4	0	0	7	22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	49	20.03	9.81	0.00288	2.14912	0.0005772	0.5463	0.2353	5.6338028	2.77640
Ceanothus cordulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	7	251.56	17.61	0.00041	0.30702	0.0010358	0.9803	0.1765	4.2253521	1.83757
Eriogonium wrightii	0	30	22	125	1	247	104	56	12	34	38	0	60	0	23	0	752	30.44	228.92	0.04424	32.98246	0.013466	12.7447	0.7059	16.901408	20.87619
Hesperocyparis montana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	70.00	0.70	0.00006	0.04386	4.118E-05	0.0390	0.0588	1.4084507	0.49709
Heuchera rubescenns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	18.00	0.36	0.00012	0.08772	2.118E-05	0.0200	0.1176	2.8169014	0.97489
Holodiscus discolor	0	0	4	1	8	24	0	8	0	1	29	5	0	0	0	1	81	149.82	121.36	0.00476	3.55263	0.0071386	6.7562	0.5294	12.676056	7.66164
Philadelphus microphyllus	10	0	1	0	0	4	0	14	0	4	11	23	3	0	0	1	71	114.83	81.53	0.00418	3.11404	0.0047959	4.5391	0.5294	12.676056	6.77638
Ribes cereum	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	169.00	3.38	0.00012	0.08772	0.0001988	0.1882	0.0588	1.4084507	0.56145
Salvia pachyphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	1	0	83	0	163	52.53	85.62	0.00959	7.14912	0.0050362	4.7665	0.1765	4.2253521	5.38031
Symphoricarpos rotundifolius	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	872	85.26	743.50	0.05129	38.24561	0.0437353	41.3927	0.9412	22.535211	34.05785
																			1796.21	0.13412		0.1056593		4.1765		100.00000
Numero de Individuos	**14**	**106**	**88**	**258**	**26**	**379**	**290**	**146**	**229**	**64**	**243**	**54**	**194**	**96**	**174**	**55**										

Anexo 12
Memoria de censo de campo vegetación sitio ngEHT

Cuadrante	Especie	Forma de vid	Altura (m)	Diámetro 1 (cm	Diámetro 2 (cm)	DAP	Waypoint
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	11.69	NA	NA	34.5	N09
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	6.89	NA	NA	24	N10
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	1.6	NA	NA	18	N06
Único	*Abies concolor*	Árbol	8.40	NA	NA	40	N07
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	8.23	NA	NA	45	N04
	Pinus jeffreyi	Árbol	8.00	NA	NA	41	N05
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	1.87	NA	NA	21.3	N02
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	13.61	NA	NA	66.3	N03
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	11.69	NA	NA	35.5	N01
Único	*Pinus jeffreyi*	Árbol	23.14	NA	NA	60	N01
	Pinus jeffreyi	Árbol	1.52	NA	NA	15	N11
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	271	600	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	239	178	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	236	391	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	212	196	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	205	109	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	203	277	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	103	119	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	89	74	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	80	111	NA	
Único	*Arctostaphylos patula*	Arbusto	NA	75	68	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.07	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA	
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA	

Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.07	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.07	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.07	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.4	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.39	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.36	NA	NA	NA

Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.4	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.56	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.59	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.58	NA	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.09	218.2	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.02	225.2	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	0.55	156.2	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.17	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.07	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.59	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA

Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Astragalus circumdatus*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA

Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.47	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.49	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.48	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.5	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.59	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.65	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA

Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.67	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.67	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.66	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.65	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.66	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.63	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.65	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.61	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.67	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.9	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.9	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.65	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.56	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA

Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.9	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.69	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.19	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.05	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.06	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.05	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.06	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA

Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.08	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.09	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.05	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.06	NA	NA	NA
Único	*Agrostis scabra*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.13	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.16	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.16	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.13	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.16	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.16	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.1	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.14	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.15	NA	NA	NA
Único	*Gallium wigginsi*	Herbácea	0.16	NA	NA	NA

Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.1	135.3	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.5	210.5	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1	220.3	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.9	223.1	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1	221.2	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.2	136.5	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	1.23	232.4	NA	NA
Único	*Holodiscus discolor*	Arbusto	0.8	189.6	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.9	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.9	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.6	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.68	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.7	NA	NA	NA
Único	*Piptochaetium sp*	Herbácea	0.8	NA	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	8.3	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.03	8.8	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.02	7.5	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.02	7.8	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	8.5	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	8.5	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	9.1	NA	NA

Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	9.8	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.05	11.5	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.03	12.3	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.03	10.1	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.02	11.8	NA	NA
Único	*Calyptridium parryi*	Herbácea	0.02	10.5	NA	NA
			0.919425021	117.8235294	212.3	36.41818182

Especies	Frecuencia	Muertos	
Pinus jeffreyi	10	3	
Abies concolor	1		1
Arctostaphylos patula	10		
Agrostis scabra	87		
Piptochaetium sp	160		
Holodiscus discolor	11		
Gallium wigginsi	36		
Astragalus circumdatus	1		
Calyptridium parryi	13		
	329		

Arboles	
Arbustos	
Hierbas y pastos	

Anexo 13
Memoria de cálculo de biodiversidad SA vs Sitio TP2m

ESTRATO ARBOREO

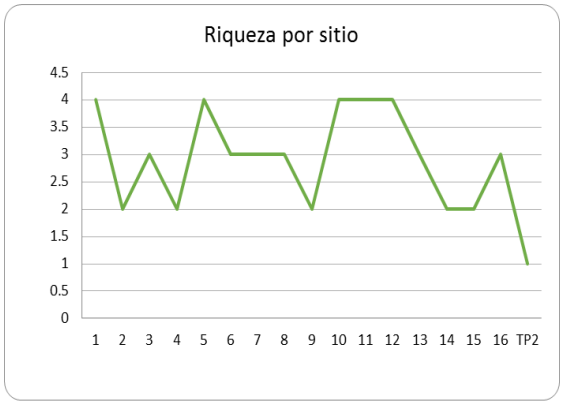
	SITIO : ESTRATO ARBOREO																
	Sistema Ambiental																Proyecto
Especie	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TP2**
Abies concolor	0	15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	0
Pinus jeffreyi	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24	1	7
Pinus lambertiana	2	0	0	0	2	1	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	0
Pinus quadrifolia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Populus tremuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0
Quercus chrysolepis	19	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0
Quercus peninsularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus tormentella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Numero de Individuos	**25**	**23**	**11**	**6**	**53**	**6**	**14**	**25**	**5**	**33**	**25**	**32**	**23**	**7**	**25**	**166**	**7**
Riqueza (Numero de especies)	4	2	3	2	4	3	3	3	2	4	4	4	3	2	2	3	1
Riqueza Específica (Margalef)	0.932	0.319	0.834	0.558	0.756	1.116	0.758	0.621	0.621	0.858	0.932	0.866	0.638	0.514	0.311	0.391	0.000
Indice de Shannon	0.794	0.646	1.067	0.451	0.726	0.868	0.759	0.635	0.500	0.817	0.971	0.892	0.838	0.598	0.168	0.459	0.000
Dominancia de Simpson	0.600	0.546	0.355	0.722	0.607	0.500	0.561	0.661	0.680	0.567	0.427	0.545	0.463	0.592	0.923	0.710	1.000
Indice de Simpson	0.400	0.454	0.645	0.278	0.393	0.500	0.439	0.339	0.320	0.433	0.573	0.455	0.537	0.408	0.077	0.290	0.000

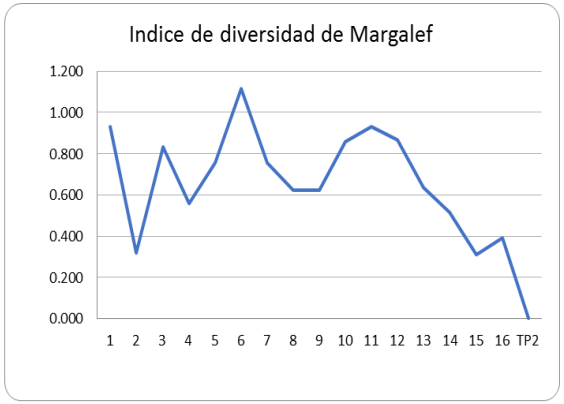
Abundancia relativa (ni/Eni)																
Sistema Ambiental																Proyecto
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TP2**
0.0000	0.6522	0.2727	0.8333	0.7547	0.6667	0.7143	0.8000	0.2000	0.7273	0.4800	0.7188	0.5217	0.2857	0.0400	0.1687	0.0000
0.1200	0.3478	0.4545	0.1667	0.1887	0.1667	0.2143	0.1200	0.8000	0.1818	0.4400	0.1250	0.4348	0.7143	0.9600	0.0060	1.0000
0.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0377	0.1667	0.0000	0.0800	0.0000	0.0606	0.0400	0.0938	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8253	0.0000
0.7600	0.0000	0.2727	0.0000	0.0189	0.0000	0.0714	0.0000	0.0000	0.0303	0.0000	0.0625	0.0435	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

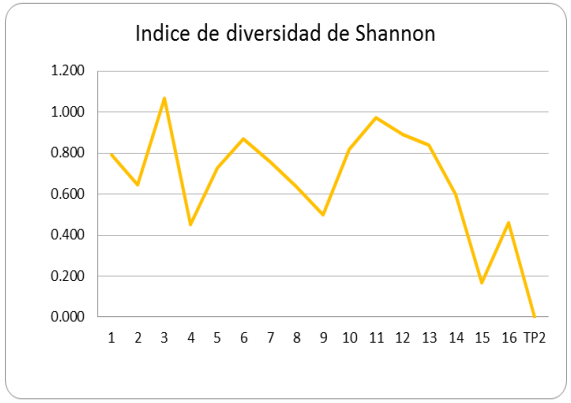
pi*log(pi)																
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TP2**
0.0000	-0.2788	-0.3543	-0.1519	-0.2124	-0.2703	-0.2403	-0.1785	-0.3219	-0.2316	-0.3523	-0.2374	-0.3394	-0.3579	-0.1288	-0.3002	0.0000
-0.2544	-0.3673	-0.3584	-0.2986	-0.3147	-0.2986	-0.3301	-0.2544	-0.1785	-0.3100	-0.3612	-0.2599	-0.3621	-0.2403	-0.0392	0.0000	0.0000
-0.2021	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1237	-0.2986	0.0000	-0.2021	0.0000	-0.1699	-0.1288	-0.2219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.1288	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1585	0.0000
-0.2086	0.0000	-0.3543	0.0000	-0.0749	0.0000	-0.1885	0.0000	0.0000	-0.1060	0.0000	-0.1733	-0.1363	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1288	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

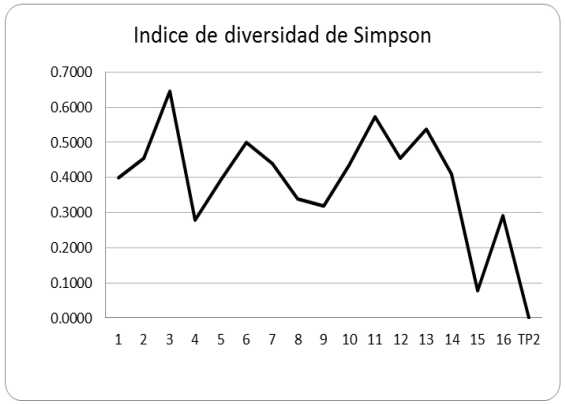
pi2																
0.0000	0.4253	0.0744	0.6944	0.5696	0.4444	0.5102	0.6400	0.0400	0.5289	0.2304	0.5166	0.2722	0.0816	0.0016	0.0285	0.0000
0.0144	0.1210	0.2066	0.0278	0.0356	0.0278	0.0459	0.0144	0.6400	0.0331	0.1936	0.0156	0.1890	0.5102	0.9216	0.0000	1.0000
0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0278	0.0000	0.0064	0.0000	0.0037	0.0016	0.0088	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6811	0.0000
0.5776	0.0000	0.0744	0.0000	0.0004	0.0000	0.0051	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0039	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	SITIO																
	Sistema Ambiental																Proyecto
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TP2
Numero de Individuos	**25**	**23**	**11**	**6**	**53**	**6**	**14**	**25**	**5**	**33**	**25**	**32**	**23**	**7**	**25**	**166**	**7**
Riqueza (Numero de especies)	4	2	3	2	4	3	3	3	2	4	4	4	3	2	2	3	1
Riqueza Específica (Margalef)	0.932	0.319	0.834	0.558	0.756	1.116	0.758	0.621	0.621	0.858	0.932	0.866	0.638	0.514	0.311	0.391	0.000
Indice de Shannon	0.794	0.646	1.067	0.451	0.726	0.868	0.759	0.635	0.500	0.817	0.971	0.892	0.838	0.598	0.168	0.459	0.000
Shannon media	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658	0.658
Dominancia de Simpson	0.6000	0.5463	0.3554	0.7222	0.6070	0.5000	0.5612	0.6608	0.6800	0.5666	0.4272	0.5449	0.4631	0.5918	0.9232	0.7096	1
Indice de Simpson	0.4000	0.4537	0.6446	0.2778	0.3930	0.5000	0.4388	0.3392	0.3200	0.4334	0.5728	0.4551	0.5369	0.4082	0.0768	0.2904	0









	Frecuencia de individuos por especie por SITIO																		
	Sistema Ambiental																Proyecto		
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TP2	# Ind Totales	D promedio (cm)
Abies concolor	0	15	3	5	40	4	10	20	1	24	12	23	12	2	1	28	0	200	40.58
Pinus jeffreyi	3	8	5	1	10	1	3	3	4	6	11	4	10	5	24	1	7	106	46.69
Pinus lambertiana	2	0	0	0	2	1	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	0	13	55.00
Pinus quadrifolia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27.50
Populus tremuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0	137	110.30
Quercus chrysolepis	19	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	28	268.95
Quercus tormentella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	358.00
Numero de Individuos	**25**	**23**	**11**	**6**	**53**	**6**	**14**	**25**	**5**	**33**	**25**	**32**	**23**	**7**	**25**	**166**	**7**		

A copa especie	Ai	ARi	Di	DRi	Fi	FRi	IVI
81.16	0.01176	41.15226	0.004774	22.0499	0.8824	30.61224	31.27149
49.49	0.00624	21.81070	0.002911	13.4461	1.0000	34.69388	23.31688
7.15	0.00076	2.67490	0.000421	1.9425	0.4118	14.28571	6.30105
0.28	0.00006	0.20576	1.62E-05	0.0747	0.0588	2.040816	0.77376
151.11	0.00806	28.18930	0.008889	41.0546	0.0588	2.040816	23.76157
75.31	0.00165	5.76132	0.00443	20.4595	0.4118	14.28571	13.50218
3.58	0.00006	0.20576	0.000211	0.9726	0.0588	2.040816	1.07307
368.07	**0.02859**		**0.021651**		**2.8824**		**100.00000**

ESTRATO ARBUSTIVO

	SITIO																	
	Sistema Ambiental																Proyecto	SUMA
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TP2	
Arctostaphylos patula	0	3	33	23	2	1	1	0	16	1	0	0	97	79	24	0	10	290
Astragalus gruinus	0	0	4	0	0	7	22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	49
Astragalus circumdatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ceanothus cordulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	7
Eriogonium wrightii	0	30	22	125	0	247	104	56	12	34	38	0	60	0	23	0	0	751
Galium wigginsii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	36
Hesperocyparis montana	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Heuchera rubescenns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Holodiscus discolor	0	0	4	1	8	24	0	8	0	1	29	5	0	0	0	1	11	92
Philadelphus microphyllus	10	0	1	0	0	4	0	14	0	4	11	23	3	0	0	1	0	71
Calyptridium parryi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13
Agrostis scabra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	87
Piptochaetium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160
Ribes cereum	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Salvia pachyphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	1	0	83	0	0	163
Symphoricarpos rotundifolius	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	0	872
Numero de Individuos	**13**	**104**	**85**	**254**	**21**	**373**	**283**	**138**	**220**	**54**	**232**	**42**	**181**	**82**	**159**	**38**	**318**	
Riqueza (Numero de especies)	2	3	6	4	4	7	4	4	5	5	4	5	6	3	5	3	7	
Riqueza Específica (Margalef)	0.390	0.431	1.125	0.542	0.985	1.013	0.531	0.609	0.742	1.003	0.551	1.070	0.962	0.454	0.789	0.550	1.041	
Indice de Shannon	0.540	0.721	1.402	0.953	0.945	0.957	0.915	1.125	1.269	0.982	0.973	1.119	1.087	0.180	1.261	0.243	1.321	
Dominancia de Simpson	0.645	0.550	0.283	0.421	0.383	0.499	0.445	0.367	0.337	0.470	0.485	0.397	0.406	0.929	0.345	0.899	0.345	
Indice de Simpson	0.355	0.450	0.717	0.579	0.617	0.501	0.555	0.633	0.663	0.530	0.515	0.603	0.594	0.071	0.655	0.101	0.655	

pi

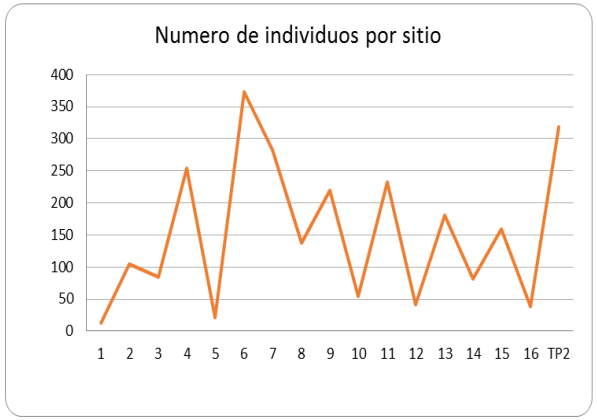
Sistema Ambiental																Proyecto
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TP2**
0.0000	0.0288	0.3882	0.0906	0.0952	0.0027	0.0035	0.0000	0.0727	0.0185	0.0000	0.0000	0.5359	0.9634	0.1509	0.0000	0.0314
0.0000	0.0000	0.0471	0.0000	0.0000	0.0188	0.0777	0.0000	0.0727	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0166	0.0244	0.0126	0.0000	0.0000
0.0000	0.2885	0.2588	0.4921	0.0000	0.6622	0.3675	0.4058	0.0545	0.6296	0.1638	0.0000	0.3315	0.0000	0.1447	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1132
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0476	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0238	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0238	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0471	0.0039	0.3810	0.0643	0.0000	0.0580	0.0000	0.0185	0.1250	0.1190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0263	0.0346
0.7692	0.0000	0.0118	0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	0.1014	0.0000	0.0741	0.0474	0.5476	0.0166	0.0000	0.0000	0.0263	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0409
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2736
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5031
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3591	0.0000	0.0000	0.0000	0.0055	0.0000	0.5220	0.0000	0.0000
0.2308	0.6827	0.2471	0.4134	0.4762	0.2359	0.5512	0.4348	0.4409	0.2593	0.6638	0.2857	0.0939	0.0122	0.1698	0.9474	0.0000

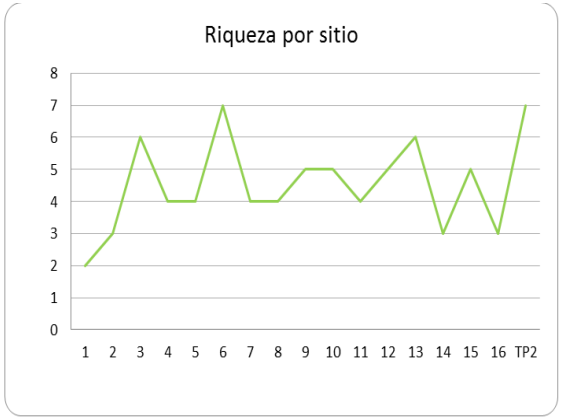
pi*log(pi)

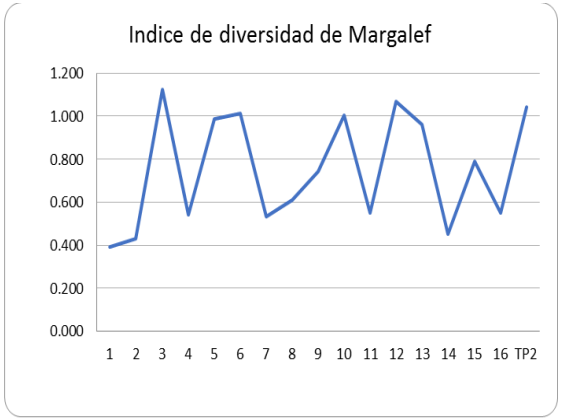
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**TP2**
0.0000	-0.1023	-0.3673	-0.2175	-0.2239	-0.0159	-0.0199	0.0000	-0.1906	-0.0739	0.0000	0.0000	-0.3343	-0.0359	-0.2854	0.0000	-0.1088
0.0000	0.0000	-0.1438	0.0000	0.0000	-0.0746	-0.1986	0.0000	-0.1906	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0181
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0680	-0.0906	-0.0550	0.0000	0.0000
0.0000	-0.3586	-0.3498	-0.3489	0.0000	-0.2730	-0.3679	-0.3660	-0.1587	-0.2913	-0.2963	0.0000	-0.3660	0.0000	-0.2797	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2466
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.1438	-0.0218	-0.3676	-0.1765	0.0000	-0.1651	0.0000	-0.0739	-0.2599	-0.2534	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0957	-0.1164
-0.2018	0.0000	-0.0523	0.0000	0.0000	-0.0486	0.0000	-0.2321	0.0000	-0.1928	-0.1446	-0.3298	-0.0680	0.0000	0.0000	-0.0957	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1307
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3546
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3456
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3678	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0287	0.0000	-0.3393	0.0000	0.0000
-0.3384	-0.2606	-0.3454	-0.3652	-0.3533	-0.3407	-0.3283	-0.3621	-0.3611	-0.3500	-0.2720	-0.3579	-0.2222	-0.0537	-0.3011	-0.0512	0.0000

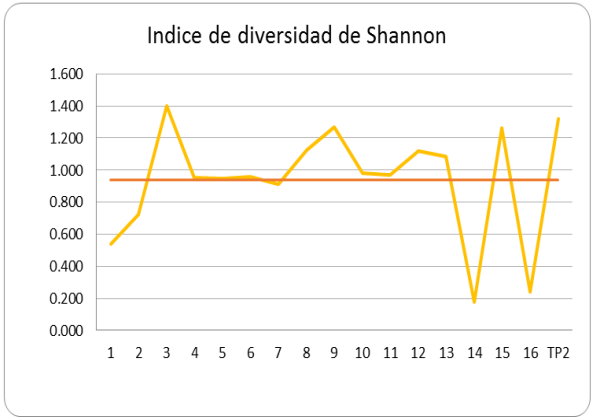
pi2																
0.0000	0.0008	0.1507	0.0082	0.0091	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0003	0.0000	0.0000	0.2872	0.9282	0.0228	0.0000	0.0010
0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	0.0000	0.0004	0.0060	0.0000	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0006	0.0002	0.0000	0.0000
0.0000	0.0832	0.0670	0.2422	0.0000	0.4385	0.1350	0.1647	0.0030	0.3964	0.0268	0.0000	0.1099	0.0000	0.0209	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0128
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	0.1451	0.0041	0.0000	0.0034	0.0000	0.0003	0.0156	0.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0012
0.5917	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0103	0.0000	0.0055	0.0022	0.2999	0.0003	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0748
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2532
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1289	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2725	0.0000	0.0000
0.0533	0.4661	0.0610	0.1709	0.2268	0.0557	0.3039	0.1890	0.1944	0.0672	0.4406	0.0816	0.0088	0.0001	0.0288	0.8975	0.0000

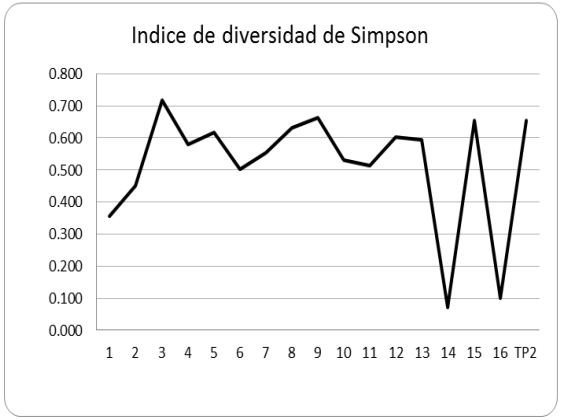
	SITIO																
	Sistema Ambiental																Proyecto
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TP2
Numero de Individuos	13	104	85	254	21	373	283	138	220	54	232	42	181	82	159	38	318
Riqueza (Numero de especies)	2	3	6	4	4	7	4	4	5	5	4	5	6	3	5	3	7
Riqueza Específica (Margalef)	0.390	0.431	1.125	0.542	0.985	1.013	0.531	0.609	0.742	1.003	0.551	1.070	0.962	0.454	0.789	0.550	1.041
Indice de Shannon	0.540	0.721	1.402	0.953	0.945	0.957	0.915	1.125	1.269	0.982	0.973	1.119	1.087	0.180	1.261	0.243	1.321
Shannon media	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941	0.941
Dominancia de Simpson	0.645	0.550	0.283	0.421	0.383	0.499	0.445	0.367	0.337	0.470	0.485	0.397	0.406	0.929	0.345	0.899	0.345
Indice de Simpson	0.355	0.450	0.717	0.579	0.617	0.501	0.555	0.633	0.663	0.530	0.515	0.603	0.594	0.071	0.655	0.101	0.655





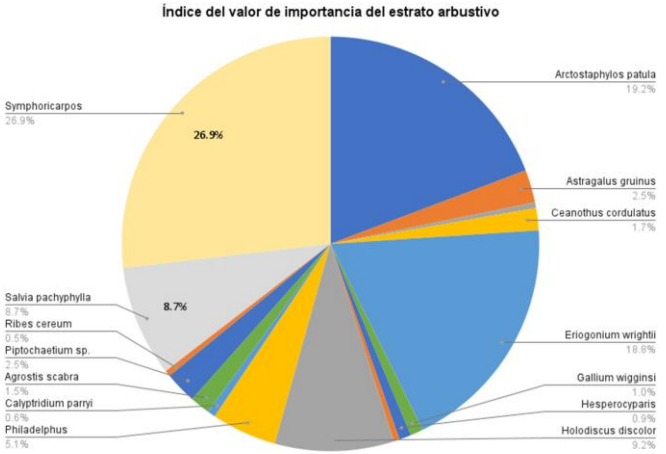






	Frecuencia de individuos por especie por SITIO																			
	Sistema Ambiental																Proyecto			
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TP2	nd Total	D (cm)	A copa especie
Arctostaphylos patula	0	3	33	23	2	1	1	0	16	1	0	0	97	79	24	0	10	290	186.20	539.98
Astragalus gruinus	0	0	4	0	0	7	22	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	49	20.03	9.81
Astragalus circumdatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	16.00	0.16
Ceanothus cordulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	7	251.56	17.61
Eriogonium wrightii	0	30	22	125	0	247	104	56	12	34	38	0	60	0	23	0	0	751	30.44	228.60
Galium wigginsii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	36	14.80	5.33
Hesperocyparis montana	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	70.00	1.40
Heuchera rubescenns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	16.30	0.16
Holodiscus discolor	0	0	4	1	8	24	0	8	0	1	29	5	0	0	0	1	11	92	211.00	194.12
Philadelphus microphyllus	10	0	1	0	0	4	0	14	0	4	11	23	3	0	0	1	0	71	18.00	12.78
Calyptridium parryi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	9.50	1.24
Agrostis scabra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	87	0.00	0.00
Piptochaetium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160	0.00	0.00
Ribes cereum	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20.00	0.40
Salvia pachyphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	1	0	83	0	0	163	169.00	275.47
Symphoricarpos rotundifolius	3	71	21	105	10	88	156	60	97	14	154	12	17	1	27	36	0	872	52.53	458.06
																				1745.13

Ai	ARi	Di	DRi	Fi	FRi	IVI
0.01706	11.16673	0.031764	30.9422	0.7059	15.58442	19.23
0.00288	1.88679	0.000577	0.5624	0.2353	5.194805	2.55
0.00006	0.03851	9.41E-06	0.0092	0.0588	1.298701	0.45
0.00041	0.26954	0.001036	1.0091	0.1765	3.896104	1.72
0.04418	28.91798	0.013447	13.0996	0.6471	14.28571	18.77
0.00212	1.38621	0.000313	0.3053	0.0588	1.298701	1.00
0.00012	0.07701	8.24E-05	0.0802	0.1176	2.597403	0.92
0.00006	0.03851	9.59E-06	0.0093	0.0588	1.298701	0.45
0.00541	3.54255	0.011419	11.1236	0.5882	12.98701	9.22
0.00418	2.73392	0.000752	0.7323	0.5294	11.68831	5.05
0.00076	0.50058	7.26E-05	0.0708	0.0588	1.298701	0.62
0.00512	3.35002	0	0.0000	0.0588	1.298701	1.55
0.00941	6.16095	0	0.0000	0.0588	1.298701	2.49
0.00012	0.07701	2.35E-05	0.0229	0.0588	1.298701	0.47
0.00959	6.27647	0.016204	15.7851	0.1765	3.896104	8.65
0.05129	33.57720	0.026945	26.2481	0.9412	20.77922	26.87
0.15276		**0.102654**		**4.5294**		**100.00000**



Anexo 14
Listado de Fauna de la Sierra de San Pedro Mártir

Anexo 10. Listado Faunístico
FAUNA

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Accipitridae	*Accipiter*	*cooperii*	Gavilán de Cooper	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Accipiter*	*striatus*	Gavilán Pecho Canela	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Aquila*	*chrysaetos*	Águila Real	No endémica	A	LC	II	Si
Aves	Accipitridae	*Buteo*	*regalis*	Aguililla Real	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Buteo*	*jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	No endémica	-	LC	II	-
Aves	Accipitridae	*Buteo*	*albonotatus*	Aguililla Aura	No endémica	Pr	LC	II	-
Aves	Accipitridae	*Circus*	*hudsonius*	Gavilán Rastrero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Elanus*	*leucurus*	Milano Cola Blanca	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Haliaeetus*	*leucocephalus*	Águila Cabeza Blanca	No endémica	P	LC	-	-
Aves	Accipitridae	*Parabuteo*	*unicinctus*	Aguililla Rojinegra	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Aegithalidae	*Psaltriparus*	*minimus*	Sastrecillo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Alaudidae	*Eremophila*	*alpestris*	Alondra Cornuda	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Alcedinidae	*Megaceryle*	*alcyon*	Martín Pescador Norteño	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Anas*	*platyrhynchos*	Pato de Collar	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Anas*	*acuta*	Pato Golondrino	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Anas*	*crecca*	Cerceta Alas Verdes	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Anser*	*albifrons*	Ganso Careto Mayor	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Aythya*	*affinis*	Pato Boludo Menor	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Aythya*	*americana*	Pato Cabeza Roja	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Aythya*	*collaris*	Pato Pico Anillado	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Aythya*	*valisineria*	Pato Coacoxtle	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Anatidae	*Mareca*	*americana*	Pato Chalcuán	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Mareca*	*strepera*	Pato Friso	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Spatula*	*clypeata*	Pato Cucharón Norteño	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Spatula*	*cyanoptera*	Cerceta Canela	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Anatidae	*Spatula*	*discors*	Cerceta Alas Azules	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Apodidae	*Cypseloides*	*niger*	Vencejo Negro	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Ardeidae	*Ardea*	*herodias*	Garza Morena	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Ardeidae	*Bubulcus*	*ibis*	Garza Ganadera	Exótica	-	LC	-	-
Aves	Ardeidae	*Egretta*	*caerulea*	Garza Azul	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Ardeidae	*Egretta*	*thula*	Garza Dedos Dorados	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Bombycilidae	*Bombycilla*	*cedrorum*	Chinito	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Caprimulgidae	*Chordeiles*	*acutipennis*	Chotacabras Menor	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Caprimulgidae	*Phalaenoptilus*	*nuttallii*	Tapacaminos Pandeagua	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Cardenalidae	*Passerina*	*amoena*	Colorín Pecho Canela	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Cardenalidae	*Pheucticus*	*melanocephalus*	Picogordo Tigrillo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Cardenalidae	*Piranga*	*ludoviciana*	Piranga Capucha Roja	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Cardenalidae	*Piranga*	*flava*	Piranga Encinera	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Cathartidae	*Cathartes*	*aura*	Zopilote Aura	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Cathartidae	*Gymnogyps*	*californianus*	Cóndor Californiano	No endémica	P	CR	I	Si
Aves	Charadriidae	*Charadrius*	*vociferus*	Chorlo Tildío	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Columbidae	*Columba*	*livia*	Paloma Doméstica	Exótica	-	LC	-	-
Aves	Columbidae	*Columbina*	*inca*	Tortolita Cola Larga	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Columbidae	*Patagioenas*	*fasciata*	Paloma Encinera	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Columbidae	*Zenaida*	*macroura*	Huilota Común	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Columbidae	*Zenaida*	*asiatica*	Paloma Alas Blancas	No endémica	-	LC	-	Si
Aves	Corvidae	*Aphelocoma*	*californica*	Chara Californiana	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Corvidae	*Corvus*	*corax*	Cuervo Común	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Corvidae	*Corvus*	*brachyrhynchos*	Cuervo Norteamericano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Corvidae	*Gymnorhinus*	*cyanocephalus*	Chara Piñonera	No endémica	-	VU	-	-
Aves	Corvidae	*Nucifraga*	*columbiana*	Cascanueces americano	No endémica	P	LC		
Aves	Cuculidae	*Geococcyx*	*californianus*	Correcaminos Norteño	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Emberizidae	*Aimophila*	*ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Emberizidae	*Amphispiza*	*bilineata*	Zacatonero Garganta Negra	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Falconidae	*Falco*	*columbarius*	Halcón Esmerejón	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Falconidae	*Falco*	*mexicanus*	Halcón Mexicano	No endémica	A	LC	-	-
Aves	Falconidae	*Falco*	*peregrinus*	Halcón Peregrino	No endémica	Pr	LC	I	-
Aves	Falconidae	*Falco*	*sparverius*	Cernícalo Americano	No endémica	-	LC	II	-
Aves	Fringillidae	*Haemorhous*	*mexicanus*	Pinzón Mexicano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Fringillidae	*Haemorhous*	*purpureus*	Pinzón Colorado	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Fringillidae	*Loxia*	*curvirostra*	Picotuerto Rojo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Fringillidae	*Spinus*	*lawrencei*	Jilguerito Cara	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
				Negra					
Aves	Fringillidae	*Spinus*	*pinus*	Jilguerito Pinero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Fringillidae	*Spinus*	*psaltria*	Jilguerito Dominico	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Fringillidae	*Spinus*	*tristis*	Jilguerito Canario	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Hirundo*	*rustica*	Golondrina Tijereta	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Petrochelidon*	*pyrrhonota*	Golondrina Risquera	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Progne*	*subis*	Golondrina Azulnegra	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Riparia*	*riparia*	Golondrina Ribereña	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Stelgidopteryx*	*serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Tachycineta*	*thalassina*	Golondrina Verdemar	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Hirundinidae	*Tachycineta*	*bicolor*	Golondrina Bicolor	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Icteridae	*Agelaius*	*tricolor*	Tordo Tricolor	No endémica	-	EN	-	-
Aves	Icteridae	*Euphagus*	*cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Icteridae	*Icterus*	*cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Icteridae	*Icterus*	*parisorum*	Calandria Tunera	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Icteridae	*Icterus*	*galbula*	Calandria de Baltimore	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Icteridae	*Molothrus*	*ater*	Tordo Cabeza Café	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Laniidae	*Lanius*	*ludovicianus*	Verdugo Americano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Mimus*	*polyglottos*	Centzontle Norteño	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Oreoscoptes*	*montanus*	Cuicacoche Chato	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Toxostoma*	*crissale*	Cuicacoche Crisal	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Toxostoma*	*lecontei*	Cuicacoche Pálido	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Toxostoma*	*redivivum*	Cuicacoche Californiano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Mimidae	*Toxostoma*	*cinereum*	Cuicacoche bajacaliforniano	Endémica	-	LC	-	-
Aves	Motacillidae	*Anthus*	*rubescens*	Bisbita Norteamericana	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Odontophoridae	*Callipepla*	*californica*	Codorniz Californiana	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Odontophoridae	*Oreortyx*	*pictus*	Codorniz de Montaña	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Paridae	*Baeolophus*	*inornatus*	Carbonero Encinero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Paridae	*Poecile*	*gambeli*	Carbonero Cejas Blancas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Cardellina*	*pusilla*	Chipe Corona Negra	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Parulidae	*Geothlypis*	*trichas*	Mascarita Común	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Geothlypis*	*tolmiei*	Chipe Lores Negros	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Mniotilta*	*varia*	Chipe Trepador	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Oreothylpsis*	*celata*	Chipe Oliváceo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Oreothylpsis*	*ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Seiurus*	*aurocapilla*	Chipe Suelero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Seiurus*	*noveboracensis*	Chipe Charquero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*nigrescens*	Chipe Negrogris	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*americana*	Chipe Pecho Manchado	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*ruticilla*	Pavito Migratorio	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*townsendi*	Chipe de Townsend	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*cerulea*	Chipe Celeste	No endémica	-	VU	-	-
Aves	Parulidae	*Setophaga*	*petechia*	Chipe Amarillo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Ammodramus*	*savannarum*	Gorrión Chapulín	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Artemisiospiza*	*belli*	Zacatonero Californiano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Artemisiospiza*	*nevadensis*	Zacatonero de Artemisas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Calamospiza*	*melanocorys*	Gorrión Alas Blancas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Chondestes*	*grammacus*	Gorrión Arlequín	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Junco*	*hyemalis*	Junco Ojos Negros	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Melospiza*	*melodia*	Gorrión Cantor	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Melozone*	*crissalis*	Rascador Californiano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Passerculus*	*sandwichensis*	Gorrión Sabanero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Passerella*	*iliaca*	Gorrión Rascador	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Pipilo*	*chlorurus*	Rascador Cola Verde	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Pipilo*	*maculatus*	Rascador Moteado	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Pipilo*	*crissalis*	Rascador Califroniano	No endémica	-	LC		
Aves	Passerellidae	*Pooecetes*	*gramineus*	Gorrión Cola Blanca	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Spizella*	*breweri*	Gorrión de Brewer	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Spizella*	*passerina*	Gorrión Cejas Blancas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passerellidae	*Zonotrichia*	*atricapilla*	Gorrión Corona Amarilla	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Passerellidae	*Zonotrichia*	*leucophrys*	Gorrión Corona Blanca	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Passeridae	*Passer*	*domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Colaptes*	*auratus*	Carpintero de Pechera Común	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Colaptes*	*chrysoides*	Carpintero de Pechera del Noroeste	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Melanerpes*	*formicivorus*	Carpintero Bellotero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Melanerpes*	*lewis*	Carpintero de Lewis	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Melanerpes*	*uropygialis*	Carpintero del Desierto	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Picoides*	*nuttallii*	Carpintero Californiano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Picoides*	*scalaris*	Carpintero Mexicano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Picoides*	*villosus*	Carpintero Albinegro Mayor	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Sphyrapicus*	*thyroideus*	Carpintero Elegante	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Sphyrapicus*	*nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Sphyrapicus*	*ruber*	Carpintero Pecho Rojo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Picidae	*Sphyrapicus*	*varius*	Carpintero Moteado	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Polioptilidae	*Polioptila*	*caerulea*	Perlita Azulgris	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Polioptilidae	*Polioptila*	*californica*	Perlita Californiana	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Ptiliogonatidae	*Phainopepla*	*nitens*	Capulinero Negro	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Regulidae	*Regulus*	*calendula*	Reyezuelo Matraquita	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Regulidae	*Regulus*	*satrapa*	Reyezuelo Corona Amarilla	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Remizidae	*Auriparus*	*flaviceps*	Baloncillo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Sittidae	*Sitta*	*carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Sittidae	*Sitta*	*pygmaea*	Bajapalos Enano	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Sittidae	*Sitta*	*canadensis*	Bajapalos Pecho Canela	No endémica	E	LC	-	-
Aves	Strigidae	*Asio*	*otus*	Búho Cara Canela	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Strigidae	*Asio*	*flammeus*	Búho Sabanero	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Strigidae	*Athene*	*cunicularia*	Tecolote Llanero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Strigidae	*Bubo*	*virginianus*	Búho Cornudo	No endémica	-	LC	II	-
Aves	Strigidae	*Micrathene*	*whitneyi*	Tecolote Enano	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Sylviidae	*Chamaea*	*fasciata*	Camea	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Trochilidae	*Archilochus*	*alexandri*	Colibrí Barba Negra	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Trochilidae	*Calypte*	*anna*	Colibrí Cabeza Roja	No endémica	-	LC	II	-
Aves	Trochilidae	*Calypte*	*costae*	Colibrí Cabeza Violeta	No endémica	-	LC	II	-
Aves	Trochilidae	*Selasphorus*	*rufus*	Zumbador Canelo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Trochilidae	*Selasphorus*	*calliope*	Zumbador Garganta Rayada	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Trochilidae	*Selasphorus*	*sasin*	Zumbador de Allen	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*brunneicapillus*	Matraca del Desierto	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Troglodytidae	*Catherpes*	*mexicanus*	Saltapared Barranqueño	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Troglodytidae	*Cistothorus*	*palustris*	Saltapared Pantanero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Troglodytidae	*Salpinctes*	*obsoletus*	Saltapared de Rocas	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Troglodytidae	*Thryomanes*	*bewickii*	Saltapared Cola Larga	No endémica	-	LC	.	-
Aves	Troglodytidae	*Troglodytes*	*aedon*	Saltapared Común	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Catharus*	*guttatus*	Zorzal Cola Canela	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Catharus*	*ustulatus*	Zorzal de Anteojos	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Ixoreus*	*naevius*	Mirlo Cinchado	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Myadestes*	*townsendi*	Clarín Norteño	No endémica	Pr	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Sialia*	*mexicana*	Azulejo Garganta Azul	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Sialia*	*currucoides*	Azulejo Pálido	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Turdidae	*Turdus*	*migratorius*	Mirlo Primavera	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Contopus*	*sordidulus*	Papamoscas del Oeste	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Contopus*	*cooperi*	Papamoscas Boreal	No endémica	-	NT	-	-
Aves	Tyrannidae	*Empidonax*	*difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Empidonax*	*hammondii*	Papamoscas de Hammond	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Empidonax*	*traillii*	Papamoscas Saucero	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Empidonax*	*wrightii*	Papamoscas Bajacolita	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Myiarchus*	*cinerascens*	Papamoscas Cenizo	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus*	*rubinus*	Papamoscas Cardenalito	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Sayornis*	*nigricans*	Papamoscas Negro	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Sayornis*	*saya*	Papamoscas Llanero	No endémica	-	LC	-	-

AVES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Aves	Tyrannidae	*Tyrannus*	*verticalis*	Tirano Pálido	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Tyrannidae	*Tyrannus*	*vociferans*	Tirano Chibiú	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Tytonidae	*Tyto*	*alba*	Lechuza de Campanario	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Vireonidae	*Vireo*	*cassinii*	Vireo de Cassin	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Vireonidae	*Vireo*	*gilvus*	Vireo Gorjeador	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Vireonidae	*Vireo*	*vicinior*	Vireo Gris	No endémica	-	LC	-	-
Aves	Vireonidae	*Vireo*	*bellii*	Vireo de Bell	No endémica	-	NT	-	-
Aves	Vireonidae	*Vireo*	*huttoni*	Vireo Reyezuelo	Semiendémica	-	LC	-	-
Aves	Strigidae	*Asio*	*flammeus*	Búho campestre	No endémica	Pr			

**Especie Prioritaria para la conservación*

MAMÍFEROS									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Mammalia	Bovidae	*Ovis*	*canadensis*	Borrego Cimarrón	No endémica	Pr	LC	II	Si
Mammalia	Canidae	*Canis*	*latrans*	Coyote	No endémica	-	LC	-	-
Mammalia	Canidae	*Urocyon*	*cinereoargenteus*	Zorra Gris	No endémica	-	LC	-	-
Mammalia	Cervidae	*Odocoileus*	*hemionus*	Venado Bura	No endémica	-	LC	-	Si
Mammalia	Cricetidae	*Peromyscus*	*truei*	Ratón piñonero	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Felidae	*Lynx*	*rufus*	Lince Americano	No endémica	-	LC	II	-
Mammalia	Felidae	*Puma*	*concolor*	Puma	No endémica	-	LC	I, II	-
Mammalia	Geomyidae	*Thomomys*	*bottae*	Tuza Norteña	No endémica	-	LC	-	-
Mammalia	Heteromyidae	*Dipodomys*	*merriami*	Rata Canguro de Merriam	Endémica	A	LC	-	-
Mammalia	Heteromyidae	*Dipodomys*	*simulans*	Rata canguro dulzura	No endémica	-	LC	-	-
Mammalia	Heteromyidae	*Chaetodipus*	*californicus*	Ratón de Abazones de California	No endémico	-	-	-	-
Mammalia	Leporidae	*Lepus*	*californicus*	Liebre Cola Negra	No endémica	-	LC	-	-
Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus*	*audubonii*	Conejo cola de Algodón	No endémico	-	-	-	-
Mammalia	Muridae	*Microtus*	*californicus*	Meteoro de California	No endémica	P	LC	-	Si
Mammalia	Procyonidae	*Bassariscus*	*astutus*	Cacomixtle Norteño	No endémica		-	LC	
Mammalia	Quiroptera	*Nyctinomops*	*feromosaccus*	Murciélago cola suelta de bolsa	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Tadarida*	*brasiliensis*	Murciélago cola suelta brasileño	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Eumops*	*perotis*	Murciélago con bonete mayor	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Myotis*	*ciliolabrum*	Miotis cara negra	No endémica	-	-	-	-

MAMÍFEROS									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Mammalia	Quiroptera	*Myotis*	*evotis*	Murciélago Orejón	No endémica	LC			Si
Mammalia	Quiroptera	*Myotis*	*thysanodes*	Miotis bordado	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Myotis*	*volans*	Miotis pata larga	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Myotis*	*yumanensis*	Miotis de Yuma	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Parastrellus*	*hesperus*	-	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Antrozus*	*pallidus pallidus*	Murciélago desértico norteño	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Corynorhinus*	*townsendii*	Murciélago orejón de Townsend	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Eptesicus*	*fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Lasiurus*	*cinereus*	Murciélago cola peluda	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Lasiurus*	*xanthinus*	Murciélago cola peluda de La Laguna	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Choeronycteris*	*mexicana*	Murciélago Trompudo	No endémica	-	A	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Nycteris*	*borealis*	-	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Quiroptera	*Nycteris*	*cinerea*	-	No endémica	-	-	-	-
Mammalia	Sciuridae	*Eutamias*	*obscurus*	Chichimoco	Endémico	-	-	-	-
Mammalia	Sciuridae	*Tamiasciurus*	*mearnsi*	Ardilla de San Pedro Mártir	Endémica	A	EN	-	-
Mammalia	Talpidae	*Scapanus*	*latimatus*	Topo pata ancha	Endémica	-	P	-	Si

REPTILES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Reptilia	Emydidae	*Actinemys*	*marmorata*	Tortuga de Poza Occidental	No endémica	-	VU	-	-
Reptilia	Colubridae	*Arizona*	*elegans*	Culebra Brillante	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis*	*hyperythra*	Huico garganta anaranjada	Endémica	A	LC	-	-
Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis*	*tigris*	Huico tigre del noroeste	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Boidae	*Charina*	*trivirgata*	Boa solocuate, dos cabezas, solcuate	No endémica	A	-	-	-
Reptilia	Colubridae	*Chilomeniscus*	*stramineus*	Culebra arenera manchada	No endémica	Pr	LC	-	-
Reptilia	Eublepharidae	*Coleonyx*	*variegatus*	Cuija occidental	No endémica	Pr	LC	-	-
Reptilia	Viperidae	*Crotalus*	*mitchellii*	Víbora de cascabel blanca	No endémica	Pr	-	-	-
Reptilia	Viperidae	*Crotalus*	*oreganus*	Cascabel Peninsular Occidental	No endémica	-	LC	-	-

REPTILES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Reptilia	Viperidae	*Crotalus*	*pyrrhus*	Cascabel Moteada del Noroeste	No endémica	-	-	-	-
Reptilia	Viperidae	*Crotalus*	*ruber*	Cascabel de Diamantes Rojos	No endémica	Pr	LC	-	Si
Reptilia	Anguidae	*Elgaria*	*multicarinata*	Lagarto Escorpión del Sur	No endémica	Pr	LC	-	-
Reptilia	Crotaphytidae	*Gambelia*	*copeii*	Lagartija leopardo narigona de Baja California	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Hypsiglena*	*ochrorhyncha*	Culebra nocturna peninsular	No endémica	-	-	-	-
Reptilia	Colubridae	*Lampropeltis*	*californiae*	Falso coralillo real del Noroeste	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Lampropeltis*	*zonata*	Culebra Real de Montaña de California	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Masticophis*	*flagellum*	Culebra chirriadora común	No endémica	A	-	-	-
Reptilia	Colubridae	*Masticophis*	*fuliginosus*	Chirrionera	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Masticophis*	*lateralis*	culebra rayada corredora	No endémica	-	-	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynosoma*	*cerroense*	Lagartija Cornuda de Isla Cedros	Endémica	A	-	II	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynsoma*	*blainvillii*	Camaleón del noroeste	No endémica	-	LC	II	-
Reptilia	Colubridae	*Pituophis*	*catenifer*	Alicante	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Scincidae	*Plestiodon*	*gilbertii*	Eslizón de Gilbert	No endémica	Pr	-	-	-
Reptilia	Scincidae	*Plestiodon*	*skiltonianus*	Eslizón Occidental	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Leptotyphlopidae	*Rena*	*humilis*	Culebrilla ciega de occidente	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Rhinocheilus*	*lecontei*	Culebra de Nariz Larga	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Salvadora*	*hexalepis*	Culebra chata occidental	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*graciosus*	Lagartija Espinosa de Artemisa	No endémica	Pr	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*occidentalis*	Bejorí de Cerca Occidental	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*orcutti*	Lagartija Espinosa de Granito	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*vandenburgianus*	Lagartija Escamosa de Montaña	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*zosteromus*	Lagartija escamosa de San Lucas	Endémica	Pr	LC	-	-

REPTILES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Reptilia	Colubridae	*Sonora*	*semiannulata*	culebra suelera semianillaa	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Tantilla*	*planiceps*	Culebra cabeza negra occidental	No endémica	-	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Thamnophis*	*elegans*	Culebra Listonada Elegante	No endémica	A	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Thamnophis*	*hammondii*	Culebra Listonada Dos Rayas	No endémica	A	LC	-	-
Reptilia	Colubridae	*Trimorphodon*	*lyrophanes*	Baja California Lyre snake	Endémica	-	-	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Urosaurus*	*nigricaudus*	Lagartija Arbolera Cola Negra	Endémica	A	LC	-	-
Reptilia	Phrynosomatidae	*Uta*	*stansburiana*	Lagartija Costado Manchado	Endémica	A	LC	-	-
Reptilia	Xantusiidae	*Xantusia*	*henshawi*	Lagartija nocturna de granito	No endémica	-	-	-	-
Reptilia	Xantusiidae	*Xantusia*	*wigginsi*	Lagartija nocturna de Baja California	No endémica	-	LC	-	-

ANFIBIOS									
Clase	**Familia**	**Genero**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus*	*californicus*	Sapo de Arroyo	Endémica	A	EN	-	-
Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus*	*boreas*	Sapo Occidental	No endémica	-	LC	-	-
Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus*	*punctatus*	Sapo de Puntos Rojos	No endémica	-	LC	-	-
Amphibia	Plethodontidae	*Batrachoseps*	*major*	Salamandra de Jardín	No endémica	-	LC	-	Si
Amphibia	Plethodontidae	*Ensatina*	*eschscholtzii*	Ensatina	No endémica	-	-	-	-
Amphibia	Plethodontidae	*Ensatina*	*klauberi*	Ensatina	No endémica				
Amphibia	Hylidae	*Pseudacris*	*hypochondriaca*	Rana de Coro de Baja California	No endémica	-	-	-	-
Amphibia	Hylidae	*Pseudacris*	*cadaverina*	Rana de Coro de Baja California	No endémica	-	LC	-	-
Amphibia	Hylidae	*Pseudacris*	*regilla*	Rana de Coro de Baja California	No endémica	-	LC	-	-
Amphibia	Ranidae	*Rana*	*draytonii*	Rana Patas Rojas de California	No endémica	-	VU	-	-

ANFIBIOS									
Clase	**Familia**	**Genero**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM 059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Amphibia	Scaphiopodidae	*Spea*	*hammondii*	Sapo de Espuelas Occidental	No endémica	-	NT	-	-

PECES									
Clase	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Actinopterygii	Salmonidae	*Oncorhynchus*	*mykiss*	Trucha arcoíris	No endémica	Pr	-	-	-

ARACNIDOS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM -059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC***
Araneidae	*Argiope*	*argentata*	Araña Plateada de Jardín	No endémica	-	-	-	-
Araneidae	*Araniella*	*displicata*	-	No endémica	-	-	-	-
Caraboctonidae	*Hadrurus*	*arizonensis*	Alacrán Amarillo del Desierto	No endémica	-	-	-	-
Filistatidae	*Kukulcania*	*hibernalis*	Araña de Patio	No endémica	-	-	-	-
Lycosidae	*Arctosa*	*littoralis*	-	No endémica	-	-	-	-
Protolophidae	*Protolophus*	*niger*	-	No endémica	-	-	-	-
Superstitionidae	*Superstitionia donensis*	*donensis*	-	No endémica	-	-	-	-
Theridiidae	*Latrodectus*	*hesperus*	Viuda Negra Norteña	No endémica	-	-	-	-
Vaejovidae	*Paruroctonus*	*arnaudi*	-	Endémico	-	-	-	-
Vaejovidae	*Paruroctonus*	*silvestrii*	Alacrán Común de California	No endémica	-	-	-	-

INSECTOS								
Familia	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**	**EPC**
Aeshnidae	*Anax*	*junius*	Zurcidora Migratoria Común	No endémica	-	LC	-	-
Apidae	*Apis*	*mellifera*	Abeja Melífera	No endémica	-	-	-	-
Apidae	*Bombus*	*melanopygus*	-	No endémica	-	LC	-	-
Asilidae	*Saropogon*	*luteus*	-	No endémica	-	-	-	-
Bombyliidae	*Bombylius*	*major*	-	No endémica	-	-	-	-
Calopterygidae	*Hetaerina*	*americana*	Caballito Escarlata Común	No endémica	-	-	-	-
Cantharidae	*Pacificanthia*	*consors*	-	No endémica	-	-	-	-
Carabidae	*Tanystoma*	*maculicolle*	-	No endémica	-	-	-	-
Chrysomelidae	*Androlyperus*	*maculatus*	-	No endémica	-	-	-	-
Coccinellidae	*Coccinella*	*septempunctata*	Catarina de siete puntos	No endémica	-	-	-	-
Coccinellidae	*Hippodamia*	*convergens*	Catarina Convergente	No endémica	-	-	-	-
Coccinellidae	*Olla*	*v-nigrum*	Catarina Dálmata	No endémica	-	-	-	-
Coenagrionidae	*Argia*	*agrioides*	Azulilla de Arroyo	No endémica	-	-	-	-
Coenagrionidae	*Argia*	*lugens*	Azulilla de Arroyo	No endémica	-	LC	-	-
Coenagrionidae	*Argia*	*vivida*	Azulilla de Arroyo	No endémica	-	-	-	-
Cordulegastridae	*Cordulegaster*	*dorsalis*	Libélula Anillada de Baja California	No endémica	-	-	-	-

Erebidae	*Spilosoma*	*vestalis*	-	No endémica	-	-	-	-
Forficulidae	*Forficula*	*auricularia*	Tijereta	No endémica	-	-	-	-
Formicidae	*Solenopsis*	*xyloni*	Hormiga de Fuego de California	No endémica	-	-	-	-
Geometridae	*Digrammia*	*atrofasciata*	-	No endémica	-	-	-	-
Geometridae	*Digrammia*	*irrorata*	-	No endémica	-	-	-	-
Geometridae	*Perizoma*	*custodiata*	-	No endémica	-	-	-	-
Hesperiidae	*Pyrgus*	*albescens*	Saltarina Tablero	No endémica	-	-	-	-
Hesperiidae	*Erynnis*	*tristis*	Saltarina de Alas Oscuras	No endémica	-	-	-	-
Hesperiidae	*Hylephila*	*phyleus*	Saltarina Encendida	No endémica	-	-	-	-
Hesperiidae	*Erynnis*	*funeralis*	-	No endémica	-	-	-	-
Libellulidae	*Libellula*	*saturata*	Rayadora Flameada	No endémica	-	LC	-	-
Libellulidae	*Erythemis*	*collocata*	Rayadora del Oeste	No endémica	-	-	-	-
Libellulidae	*Sympetrum*	*illotum*	Rayadora Cardenal	No endémica	-	LC	-	-
Libellulidae	*Pachydiplax*	*longipennis*	Rayadora Azul	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Hemiargus*	*ceraunus*	Mariposa Átomo	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Icaricia*	*acmon*	-	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Icaricia*	*icarioides*	-	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Leptotes*	*marina*	Azul Marina	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Euphilotes*	*bernardino*	-	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Strymon*	*melinus*	Alas de Telaraña Gris	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Celastrina*	*echo*	Mariposa Azul Cielo	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Satyrium*	*sylvinus*	-	No endémica	-	-	-	-
Lycaenidae	*Icaricia*	*lupini*	-	No endémica	-	-	-	-
Meloidae	*Tegrodera*	*erosa*	-	No endémica	-	-	-	-
Muscidae	*Musca*	*domestica*	Mosca Doméstica	No endémica	-	-	-	-
Mutillidae	*Dasymutilla*	*gloriosa*	-	No endémica	-	-	-	-
Mutillidae	*Dasymutilla*	*aureola*	-	No endémica	-	-	-	-
Noctuidae	*Feltia*	*subterranea*	-	No endémica	-	-	-	-
Nymphalidae	*Danaus*	*gilippus*	Mariposa Reina	No endémica	-	-	-	-
Nymphalidae	*Junonia*	*coenia*	Mariposa Ojo de Venado	No endémica	-	-	-	-
Nymphalidae	*Vanessa*	*cardui*	Vanesa Pintada	No endémica	-	LC	-	-
Nymphalidae	*Euphydryas*	*chalcedona*	-	No endémica	-	-	-	-
Nymphalidae	*Danaus*	*plexippus*	Mariposa Monarca	No endémica	Pr	LC	-	Si

Nymphalidae	*Vanessa*	*annabella*	Vanesa Occidental	No endémica	-	-	-	-
Papilionidae	*Papilio*	*rutulus*	Cometa de Baja California	No endémica	-	-	-	-
Papilionidae	*Papilio*	*eurymedon*	Cometa Pálida	No endémica	-	-	-	-
Papilionidae	*Papilio*	*multicaudata*	Mariposa Cometa Xochiquetzal	No endémica	-	-	-	-
Pieridae	*Nathalis*	*iole*	Mariposa Natalia	No endémica	-	-	-	-
Pieridae	*Anthocharis*	*sara*	Mariposa Marmolina	No endémica	-	-	-	-
Raphidiidae	*Agulla*	*adnixa*	-	No endémica	-	-	-	-
Riodinidae	*Apodemia*	*virgulti*	Mariposa Jaspeada	No endémica	-	-	-	-
Riodinidae	*Calephelis*	*wrighti*	Mariposas Marca de Metal	No endémica	-	-	-	-
Saturniidae	*Hyalophora*	*euryalus*	Polilla de la Seda	No endémica	-	-	-	-
Scarabaeidae	*Polyphylla*	*decemlineata*	Escarabajo de Diez Líneas	No endémica	-	-	-	-
Scarabaeidae	*Polyphylla*	*nigra*	-	No endémica	-	-	-	-
Sphingidae	*Pachysphinx*	*occidentalis*	-	No endémica	-	-	-	-
Sphingidae	*Hyles*	*lineata*	Polilla Esfinge Rayada	No endémica	-	-	-	-
Sphingidae	*Smerinthus*	*saliceti*	-	No endémica	-	-	-	-
Tenebrionidae	*Eloeodes*	*armata*	Pinacate	No endémica	-	-	-	-
Zopheridae	*Phloeodes*	*diabolicus*	-	No endémica	-	-	-	-
Zopheridae	*Phloeodes*	*plicatus*	-	No endémica	-	-	-	-

Anexo 15
Muestreo de campo de fauna en el SA

Lat 31.042317 / Long-115.454800
PUNTO #1
22-06-2023

			MAÑANA							MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:14	6:25	6:35	6:45	6:54	7:05	7:14	7:15	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	18:15	18:25	18:35	18:45	18:55	19:05
1	*Buteo jamaicensis*	Halcon colaroja											X									
2	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja											X		X							
3	*Chondestes grammacus*	Gorrion arlequin																		X		
4	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun		X	X					X												
5	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste			X					X												
6	*Dendroica coronata*	Chioe de rabadilla amarilla	X																			
7	*Dendroica occidentalis*	Chipe cabeza amarilla				X				X												
8	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X		X	X	X			X			X									
9	*Geothlypis trichas*	Mascarita comun	X																			
10	*Gymnogyps californianus*	Condor californiano											X									
11	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros								X	X		X							X		
12	*Melospiza melodia*	Gorrion cantor												X								
13	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor			X	X				X						X			X		X	
14	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado					X							X								
15	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas			X		X			X							X	X	X			
16	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	X											X								
17	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris	X	X	X		X		X	X												
18	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul												X	X	X	X	X		X		
19	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico					X															
20	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar		X									X	X	X	X	X	X		X	X	X
21	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga											X									
22	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31.0432753 / Long-115.455660

PUNTO #2

23-6-2023

			MAÑANA							MEDIO DIA							TARDE						
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	5:45	5:55	6:05	6:15	6:25	6:35	6:45	13:25	13:35	13:45	13:55	14:01	14:05	14:15	14:21	18:00	18:10	18:20	18:30	18:40	18:49	19:00
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja														X								
2	*Chamaea fasciata*	Camea								X														
3	*Chondestes grammacus*	Gorrion arlequin															X							
4	*Corvux corax*	Cuervo comun																				X		
5	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X	X		X	X	X	X							X				X				
6	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X	X	X		X		X			X			X	X	X	X			X	X	X	X
7	*Megaceryle alcyon*	Martin pescador norteño																				X		
8	*Melospiza lincolinii*	Gorrion de Lincoln																			X			
9	*Melospiza melodia*	Gorrion cantor				X																		
10	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor					X													X	X	X		
11	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado			X	X							X						X	X				
12	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas	X		X	X		X										X	X					
13	*Polioptila caerulea*	Perlita azulfris									X													
14	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris						X			X												X	
15	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul																X	X					
16	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco																				X		X
17	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas															X							
18	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar					X			X	X	X		X	X		X	X		X				X
19	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31.042494 / Long-115.453849

PUNTO #3

24-06-2023

			MAÑANA							MEDIO DIA							TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	7:27	13:35	13:45	13:55	14:05	14:13	14:27	14:36	14:44	17:35	17:45	17:55	8:05	18:15	18:25
1	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste				X																	
2	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X	X	X		X	X	X					X									
3	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X			X								X			X						
4	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor	X																				
5	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X	X	X		X		X			X					X	X	X				X
6	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas				X																	
7	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro										X											
8	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul																X					
9	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	X						X						X	X						X	X
10	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga																					
11	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31.043067 / Long-115.452982
PUNTO #4
22-06-2023

			MAÑANA							MEDIO DIA							TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:23	6:30	6:40	6:50	7:01	7:10	7:20	13:15	13:25	13:35	13:45	13:55	14:05	14:15	17:30	17:40	17:50	18:00	18:10	18:20
1	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco																				X
2	*Buteo jamaicensis*	Halcon colaroja																		X		
3	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja				X																
4	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun															X					
5	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste						X	X													
6	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X					X										X				
7	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda		X																		
8	*Geothlypis trichas*	Mascarita comun																	X			
9	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X		X	X			X	X							X	X			X	
10	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor			X	X	X							X			X			X		
11	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado					X				X	X	X			X	X			X		
12	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas					X	X	X											X		
13	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro						X														
14	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul		X		X																
15	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco																		X		
16	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar								X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
17	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31.041900 / Long-115.456011
PUNTO #5
25-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	17:30	17:40	17:50	18:00	18:11	18:20
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja	X						X		X					X			X	
2	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico			X	X		X			X		X	X		X	X			X
3	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X	X	X	X	X	X	X			X				X	X	X	X	X
4	*Melospiza melodia*	Gorrion cantor					X	X												
5	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor											X		X	X		X		
6	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado				X	X	X			X	X	X	X	X	X		X		
7	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris					X													X
8	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	X	X		X		X												
9	*Sitta pygmaea*	Trepador enano													X					
10	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X	X

Lat 31.043519 / Long-115.455362
PUNTO #6
27-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA							TARDE						
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:45	13:55	14:05	14:15	14:25	14:35	14:45	17:30	17:40	17:50	17:58	18:10	18:20	18:30
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja	X																X	X		
2	*Catharus guttatus*	Zorzal cola canela																		X		
3	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste					X															
4	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico						X														X
5	*Gymnogyps californianus*	Condor californiano										X										
6	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros			X		X	X			X						X		X	X		
7	*Melospiza lincolinii*	Gorrion de Lincoln									X											
8	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor															X	X			X	
9	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado														X						
10	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas																	X			
11	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul																			X	X
12	*Sitta pygmaea*	Trepador enano						X							X							X
13	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	X	X	X	X	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X
14	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X		X		X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31.042483 / Long-115.456511
PUNTO #7
28-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:15	13:25	13:35	13:45	13:55	14:05	17:44	17:55	18:05	18:15	18:25	18:35
1	*Buteo jamaicensis*	Halcon colaroja		X					X						X					
2	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja										X								
3	*Cistothorus palustris*	Saltapared pantanero																X		
4	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste			X															
5	*Corvux corax*	Cuervo comun															X			
7	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X		X	X	X			X										
8	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda																X		
9	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X		X	X					X		X		X			X	X	X
10	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera					X													
11	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor											X							
12	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X	X			X	X	X							X		X		
13	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas													X				X	
14	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro			X	X			X											
15	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris																		X
16	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul														X	X	X		
17	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco																	X	X
18	*Sitta pygmaea*	Trepador enano													X					
19	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	X		X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
20	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X

Lat 31°2´37.01´´N / Long 115°27´13.54´´ W
PUNTO #8
22-06-2023

			MAÑANA							MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:17	6:27	6:38	6:48	6:58	7:08	7:18	7:28	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	18:15	18:25	18:35	18:45	18:55	19:05
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja								X												
2	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra							X													
3	*Catharus guttatus*	Zorzal cola canela																		X		
4	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun		X		X		X														
5	*Dryobates villosus*	Carpintero albinegro mayor		X																		
6	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros			X	X			X													
7	*Lonchura punctulata*	Capuchino pecho escamoso													X							
8	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor			X	X															X	X
9	*Piranga flava*	Piranga encinera					X															
10	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas				X	X			X												
11	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris								X					X				X			
12	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla								X												
13	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo					X															
14	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend		X		X				X		X									X	
15	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul			X			X	X													
16	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar		X									X		X		X					X
17	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Lat 31°2´37.86´´N / Long 115°27´16,11´´ W

PUNTO #9

23-06-2023

#	Nombre cientifico	Nombre comun	MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
			5:45	5:55	6:05	6:15	6:25	6:35	13:25	13:35	13:45	13:55	14:05	14:15	18:00	18:10	18:20	18:33	18:40	18:50
1	*Catherpes mexicanus*	Salta pared barranqueño												X						
2	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun	X			X			X	X										
3	*Corvux corax*	Cuervo comun																	X	
4	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros										X								
5	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor						X												
6	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X				X													
7	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas			X									X						
8	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris								X			X	X						
9	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco			X															
10	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar									X	X	X	X						X
11	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X				X	X	X

Lat 31°02´35,6´´N / Long 115°27´21,8´´ W

PUNTO #10

24-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:35	13:45	13:55	14:05	14:15	14:25	17:35	17:45	17:55	18:05	18:15	18:25
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja										X								
2	*Chamaea fasciata*	Camea			X															
3	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun											X							
4	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste		X																
5	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros				X	X	X												X
6	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor																		X
7	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X		X															X
8	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas		X		X														
9	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris															X			
10	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar							X				X							
11	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga									X									
12	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Lat 31°02´31,3´´N / Long 115°27´19,8´´ W

PUNTO #11

25-06-2023

#	Nombre cientifico	Nombre comun	MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
			6:30	6:40	6:50	7:00	7:11	7:20	13:15	13:25	13:35	13:46	13:55	14:05	17:30	17:40	17:50	18:00	18:10	18:20
1	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun													X					
2	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste											X							
3	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico										X	X	X						
4	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	X																	
5	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros		X							X		X						X	
6	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor							X		X			X		X		X		
7	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X			X				X			X		X	X		X	X	
8	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco											X							
9	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar																	X	
10	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun		X			X		X	X	X			X	X	X	X	X		X

Lat 31°2´29,90´´N / Long 115°27´17,09´´ W

PUNTO #12

26-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	17:30	17:40	17:50	18:00	18:10	18:20
1	*Calypte anna*	Colibri cabeza roja									X									
2	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros												X						
3	*Lonchura punctulata*	Capuchino pecho escamoso							X											
4	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor								X						X				X
5	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	X										X							
6	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas				X	X		X	X	X	X	X	X						
7	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul			X					X			X		X					
8	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco											X		X			X		
9	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar									X	X			X				X	
10	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun					X		X					X			X	X	X	X

Lat 31°2´30,77´´N / Long 115°27´11,96´´ W

PUNTO #13

27-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	13:45	13:55	14:05	14:15	14:25	14:35	17:30	17:40	17:50	18:00	18:10	18:20
1	*Artemisiospiza belli*	Zacatonero californiano		X								X								
2	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun	X		X			X									X			X
3	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste					X													
4	*Geothlypis tolmiei*	Chipe lores negros		X	X										X				X	X
5	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros			X		X				X	X	X				X	X	X	X
6	*Mniotilta varia*	Chipe trepador															X			
7	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor									X				X					
8	*Piranga flava*	Piranga encinera										X								
9	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X
10	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro						X												
11	*Setophaga coronata*	Chipe de rabadilla amarilla	X																	
12	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogris		X																
13	*Spinus lawrencei*	Jilguerito cara negra							X											
14	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar							X					X						
15	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun		X																

Lat 31°2´32,7´´N / Long 115°27´09,8´´ W
PUNTO #14
28-06-2023

			MAÑANA						MEDIO DIA						TARDE					
#	**Nombre cientifico**	**Nombre comun**	6:30	6:40	6:50	7:00	7:11	7:20	13:15	13:25	13:35	13:45	13:55	14:05	17:45	17:55	18:05	18:15	18:25	18:35
1	*Buteo jamaicensis*	Halcon colaroja								X										
2	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo									X									
3	*Chamaea fasciata*	Camea																	X	
4	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera comun			X				X	X		X			X			X		
5	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacifico	X	X	X												X			
6	*Junco Hyemalis*	Junco ojos negros	X		X	X									X					
7	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris								X										
8	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de virginia								X	X									
9	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero													X					
10	*Melospiza melodia*	Gorrion cantor	X			X	X	X												
11	*Picoides villosus*	Carpintero Albinegro Mayor											X				X			
12	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado				X													X	
13	*Poecile gambeli*	Carbonero cejas blancas	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X				X
14	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris			X															X
15	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	X	X					X	X		X		X						
16	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	X										X	X						
17	*Sitta carolinensis*	Bajapalos pecho blanco													X					
18	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico						X	X											
19	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas			X										X					
20	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar							X		X		X	X				X		
21	*Troglodytes aedon*	Saltapared comun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
22	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiù							X											

Anexo 16
Censo de fauna en el sitio TP2m

Censo de Fauna en el Sitio del Proyecto TP2m

Familia	Nombre científico	Nombre común	Evidencia	Cantidad
		Aves		
Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojioscuro	Directa-2	
Odontophoridae	*Oreortix pictus*	Codorniz de montaña	Directa 1	
Paridae	*Poecile gambeli*	Carbonero montañés	Directa-2	
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	Directa-2	
Trochidae	*Calypte anna*	Colibrí cabeza roja	Directa-1	
		Mamíferos		
Sciuridae	*Otospermophilus beecheyi*	Ardillón de California	Directa-1	1
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Directa-1	2
Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	Directa-1	6

Para las AVES

Nombre Científico	**Nombre Común**	**Residencia**	**Status NOM-059**	**Status UICN**	**Cat. Endemismo**
Calypte anna	Colibrí Cabeza Roja	R	SC	LC	NE
Colaptes auratus	Carpintero de pechera común	MI, R	SC	LC	NE
Junco hyemalis	Junco ojos negros	MI, R	SC	LC	NE
Poecile gambeli	Carbonero ceja blanca	R	SC	LC	CE
Oreortyx pictus	Codorniza de Montaña	R	SC	LC	NE

Categorías de residencia	
R - Residente	T - Transitoria
MI – Migratoria de invierno	A - Accidental
MV – Migratoria de verano	O - Oceánica
NOM-059	
E – Probablemente extinta en medio silvestre	A – Amenazada
P – Peligro de extinción	Pr – Sujeta a protección especial.
SC – Sin categoría	
UICN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	
EX – Extinto	NT – Casi amenazado
EW – Extinto en estado silvestre	LC - Preocupación menor
CR – Peligro crítico.	DD – Datos insuficientes
EN – En peligro	NE – No evaluado
VU - Vulnerable	NR – No reconocida como especie por la UICN
END – Categoría de endemismo	
EN – Endémica	CE – Cuasiendémica
SE – Semiendémica	Exo – Exótica
NE – No endémica	

Anexo 17
Memoria de cálculo biodiversidad fauna sitio TP2m

MEMORIA CÁLCULO DE LA BIODIVERSIDAD FAUNA EN EL SITO TP2m

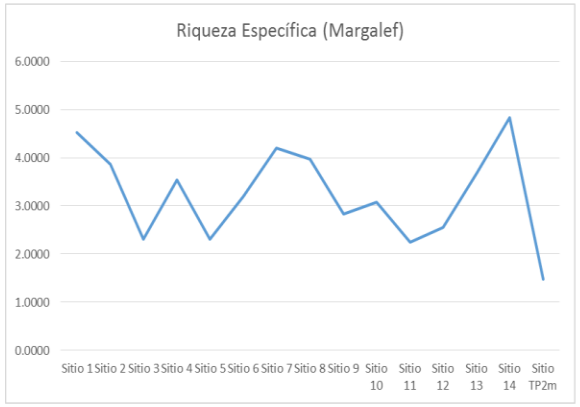
	Sistema Ambiental														Proyecto	TOTAL
Nombre cientifico	**Sitio 1**	**Sitio 2**	**Sitio 3**	**Sitio 4**	**Sitio 5**	**Sitio 6**	**Sitio 7**	**Sitio 8**	**Sitio 9**	**Sitio 10**	**Sitio 11**	**Sitio 12**	**Sitio 13**	**Sitio 14**	**TP2m**	
Aeronautes saxatalis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Artemisiospiza belli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Buteo jamaicensis	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Calypte anna	2	1	0	1	5	3	2	1	0	1	0	1	0	0	2	19
Cardellina pusilla	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cardinalis cardinalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Catharus guttatus	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Catherpes mexicanus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Chamaea fasciata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Chondestes grammacus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cistothorus palustris	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Colaptes auratus	3	0	0	1	0	0	0	3	4	1	1	0	5	6	4	28
Contopus sordidulus	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	10
Corvux corax	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Dryobates villosus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Empidonax difficilis	6	8	7	3	6	2	5	0	0	0	3	0	0	4	0	44
Eremophila alpestris	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Geothlypis tolmiei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Geothlypis trichas	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Gymnogyps californianus	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Junco Hyemalis	4	14	4	8	13	7	9	3	1	4	4	1	9	4	3	88
Leiothlypis ruficapilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Leiothlypis virginiae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Lonchura punctulata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Melanerpes formicivorus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Melospiza lincolinii	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Melospiza melodia	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7
Mniotilta varia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Oreortyx pictus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Petrochelidon pyrrhonota	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Picoides villosus	6	4	1	6	4	3	1	4	1	1	5	3	2	2	0	43
Pipilo maculatus	2	5	10	7	10	1	7	0	2	3	8	2	0	2	0	59
Piranga flava	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Poecile gambeli	6	6	1	4	0	1	2	3	2	2	0	8	12	12	5	64
Polioptila caerulea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
Sayornis nigricans	2	0	1	1	0	0	3	0	3	0	0	0	1	0	0	11
Setophaga coronata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Setophaga nigrescens	6	3	0	0	2	0	2	3	0	1	0	0	1	0	0	18
Setophaga occidentalis	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Setophaga petechia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Setophaga townsendi	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	11
Sialia mexicana	6	2	1	3	4	2	3	3	0	0	0	4	0	3	0	31
Sitta carolinensis	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	1	0	10
Sitta pygmaea	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Spinus lawrencei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Spinus psaltria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
Spizella passerina	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Tachycineta thalassina	10	10	6	11	16	17	14	5	5	2	1	4	2	3	0	106
Thryomanes bewickii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Troglodytes aedon	19	20	17	19	13	15	15	19	13	18	11	7	1	17	0	204
Tyrannus vociferans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

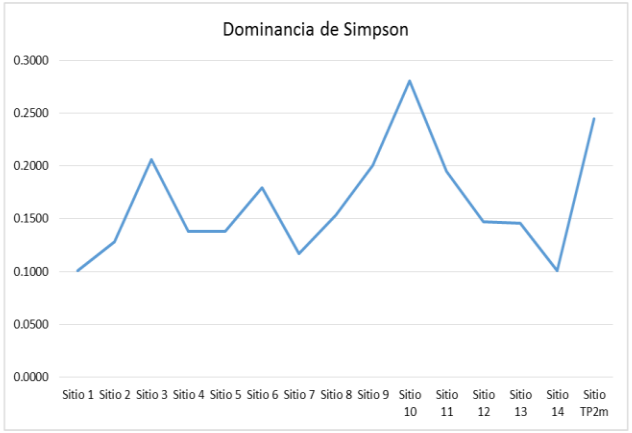
pi														
Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Sitio 11	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 14	sitio TP2m
0.00000	0.00000	0.00000	0.01429	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.04444	0.00000	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.01429	0.00000	0.00000	0.02740	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.02410	0.01220	0.00000	0.01429	0.06579	0.05172	0.02740	0.01786	0.00000	0.02778	0.00000	0.02941	0.00000	0.00000	0.13333
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01724	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02941	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02778	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.01205	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01370	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.03614	0.00000	0.00000	0.01429	0.00000	0.00000	0.00000	0.05357	0.11765	0.02778	0.02857	0.00000	0.11111	0.07792	0.26667
0.02410	0.00000	0.02041	0.02857	0.00000	0.01724	0.01370	0.00000	0.00000	0.02778	0.02857	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01370	0.00000	0.02941	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.07229	0.09756	0.14286	0.04286	0.07895	0.03448	0.06849	0.00000	0.00000	0.00000	0.08571	0.00000	0.00000	0.05195	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.01429	0.00000	0.00000	0.01370	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11111	0.00000	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.01429	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01724	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.04819	0.17073	0.08163	0.11429	0.17105	0.12069	0.12329	0.05357	0.02941	0.11111	0.11429	0.02941	0.20000	0.05195	0.20000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02597	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.02941	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.01724	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.02632	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05195	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.06667
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01370	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.07229	0.04878	0.02041	0.08571	0.05263	0.05172	0.01370	0.07143	0.02941	0.02778	0.14286	0.08824	0.04444	0.02597	0.00000
0.02410	0.06098	0.20408	0.10000	0.13158	0.01724	0.09589	0.00000	0.05882	0.08333	0.22857	0.05882	0.00000	0.02597	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.07229	0.07317	0.02041	0.05714	0.00000	0.01724	0.02740	0.05357	0.05882	0.05556	0.00000	0.23529	0.26667	0.15584	0.33333
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02597	0.00000
0.02410	0.00000	0.02041	0.01429	0.00000	0.00000	0.04110	0.00000	0.08824	0.00000	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.07229	0.03659	0.00000	0.00000	0.02632	0.00000	0.02740	0.05357	0.00000	0.02778	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.02410	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01786	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.08929	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07792	0.00000
0.07229	0.02439	0.02041	0.04286	0.05263	0.03448	0.04110	0.05357	0.00000	0.00000	0.00000	0.11765	0.00000	0.03896	0.00000
0.00000	0.02439	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02740	0.00000	0.02941	0.00000	0.02857	0.08824	0.00000	0.01299	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01316	0.05172	0.01370	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02222	0.00000	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02597	0.00000
0.00000	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000
0.12048	0.12195	0.12245	0.15714	0.21053	0.29310	0.19178	0.08929	0.14706	0.05556	0.02857	0.11765	0.04444	0.03896	0.00000
0.01205	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02778	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.22892	0.24390	0.34694	0.27143	0.17105	0.25862	0.20548	0.33929	0.38235	0.50000	0.31429	0.20588	0.02222	0.22078	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01299	0.00000

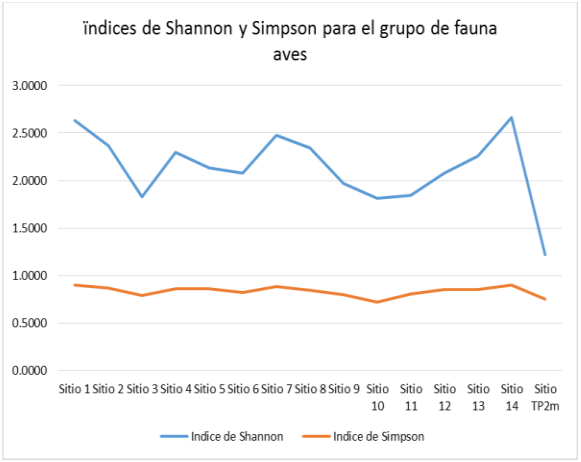
pi*Lnpi															
Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Sitio 11	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 14	Sitio TP2m
0.00000	0.00000	0.00000	-0.06069	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.13838	0.00000	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	-0.06069	0.00000	0.00000	-0.09856	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
-0.08978	-0.05374	0.00000	-0.06069	-0.17903	-0.15320	-0.09856	-0.07188	0.00000	-0.09954	0.00000	-0.10372	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07001	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.10372	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09954	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
-0.05324	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05877	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.12001	0.00000	0.00000	-0.06069	0.00000	0.00000	0.00000	-0.15679	-0.25177	-0.09954	-0.10158	0.00000	-0.24414	-0.19886	-0.35247
-0.08978	0.00000	-0.07942	-0.10158	0.00000	-0.07001	-0.05877	0.00000	0.00000	-0.09954	-0.10158	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05877	0.00000	-0.10372	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.18991	-0.22705	-0.27799	-0.13499	-0.20045	-0.11611	-0.18363	0.00000	0.00000	0.00000	-0.21058	0.00000	0.00000	-0.15364	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	-0.06069	0.00000	0.00000	-0.05877	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.24414	0.00000	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	-0.06069	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.14615	-0.30180	-0.20453	-0.24789	-0.30204	-0.25520	-0.25807	-0.15679	-0.10372	-0.24414	-0.24789	-0.10372	-0.32189	-0.15364	-0.32189
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09482	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	-0.10372	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	-0.09573	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.15364	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.18054
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05877	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.18991	-0.14734	-0.07942	-0.21058	-0.15497	-0.15320	-0.05877	-0.18850	-0.10372	-0.09954	-0.27799	-0.21421	-0.13838	-0.09482	0.00000
-0.08978	-0.17057	-0.32433	-0.23026	-0.26686	-0.07001	-0.22482	0.00000	-0.16666	-0.20708	-0.33735	-0.16666	0.00000	-0.09482	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
-0.18991	-0.19134	-0.07942	-0.16355	0.00000	-0.07001	-0.09856	-0.15679	-0.16666	-0.16058	0.00000	-0.34045	-0.35247	-0.28970	-0.36620
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09482	0.00000
-0.08978	0.00000	-0.07942	-0.06069	0.00000	0.00000	-0.13117	0.00000	-0.21421	0.00000	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
-0.18991	-0.12103	0.00000	0.00000	-0.09573	0.00000	-0.09856	-0.15679	0.00000	-0.09954	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
-0.08978	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.21571	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.19886	0.00000
-0.18991	-0.09057	-0.07942	-0.13499	-0.15497	-0.11611	-0.13117	-0.15679	0.00000	0.00000	0.00000	-0.25177	0.00000	-0.12644	0.00000
0.00000	-0.09057	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09856	0.00000	-0.10372	0.00000	-0.10158	-0.21421	0.00000	-0.05641	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05698	-0.15320	-0.05877	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.08459	0.00000	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09482	0.00000
0.00000	-0.05374	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000
-0.25497	-0.25660	-0.25715	-0.29081	-0.32803	-0.35971	-0.31671	-0.21571	-0.28190	-0.16058	-0.10158	-0.25177	-0.13838	-0.12644	0.00000
-0.05324	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09954	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
-0.33751	-0.34414	-0.36727	-0.35396	-0.30204	-0.34976	-0.32515	-0.36674	-0.36760	-0.34657	-0.36377	-0.32539	-0.08459	-0.33351	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.05641	0.00000

0.00000	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00198	0.00000	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00075	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.00058	0.00015	0.00000	0.00020	0.00433	0.00268	0.00075	0.00032	0.00000	0.00077	0.00000	0.00087	0.00000	0.00000	0.01778
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00030	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00077	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.00015	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00131	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00287	0.01384	0.00077	0.00082	0.00000	0.01235	0.00607	0.07111
0.00058	0.00000	0.00042	0.00082	0.00000	0.00030	0.00019	0.00000	0.00000	0.00077	0.00082	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00019	0.00000	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00523	0.00952	0.02041	0.00184	0.00623	0.00119	0.00469	0.00000	0.00000	0.00000	0.00735	0.00000	0.00000	0.00270	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01235	0.00000	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00030	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00232	0.02915	0.00666	0.01306	0.02926	0.01457	0.01520	0.00287	0.00087	0.01235	0.01306	0.00087	0.04000	0.00270	0.04000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00067	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00030	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00069	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00270	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00444
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00523	0.00238	0.00042	0.00735	0.00277	0.00268	0.00019	0.00510	0.00087	0.00077	0.02041	0.00779	0.00198	0.00067	0.00000
0.00058	0.00372	0.04165	0.01000	0.01731	0.00030	0.00919	0.00000	0.00346	0.00694	0.05224	0.00346	0.00000	0.00067	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00523	0.00535	0.00042	0.00327	0.00000	0.00030	0.00075	0.00287	0.00346	0.00309	0.00000	0.05536	0.07111	0.02429	0.11111
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00067	0.00000
0.00058	0.00000	0.00042	0.00020	0.00000	0.00000	0.00169	0.00000	0.00779	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00523	0.00134	0.00000	0.00000	0.00069	0.00000	0.00075	0.00287	0.00000	0.00077	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00058	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00797	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00607	0.00000
0.00523	0.00059	0.00042	0.00184	0.00277	0.00119	0.00169	0.00287	0.00000	0.00000	0.00000	0.01384	0.00000	0.00152	0.00000
0.00000	0.00059	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00075	0.00000	0.00087	0.00000	0.00082	0.00779	0.00000	0.00017	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00268	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049	0.00000	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00067	0.00000
0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000
0.01452	0.01487	0.01499	0.02469	0.04432	0.08591	0.03678	0.00797	0.02163	0.00309	0.00082	0.01384	0.00198	0.00152	0.00000
0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00077	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.05240	0.05949	0.12037	0.07367	0.02926	0.06688	0.04222	0.11511	0.14619	0.25000	0.09878	0.04239	0.00049	0.04874	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000

	Numero de Individuos	Riqueza (Numero de especies)	Riqueza Específica (Margalef)	Indice de Shannon	Dominancia de Simpson	Indice de Simpson
Sitio 1	83.0000	21.0000	4.5261	2.6297	0.1006	0.8994
Sitio 2	82.0000	18.0000	3.8577	2.3709	0.1282	0.8718
Sitio 3	49.0000	10.0000	2.3125	1.8284	0.2062	0.7938
Sitio 4	70.0000	16.0000	3.5307	2.2935	0.1380	0.8620
Sitio 5	76.0000	11.0000	2.3091	2.1368	0.1378	0.8622
Sitio 6	58.0000	14.0000	3.2016	2.0765	0.1795	0.8205
Sitio 7	73.0000	19.0000	4.1954	2.4749	0.1165	0.8835
Sitio 8	56.0000	17.0000	3.9748	2.3457	0.1531	0.8469
Sitio 9	34.0000	11.0000	2.8358	1.9674	0.2007	0.7993
Sitio 10	36.0000	12.0000	3.0696	1.8157	0.2809	0.7191
Sitio 11	35.0000	9.0000	2.2501	1.8439	0.1951	0.8049
Sitio 12	34.0000	10.0000	2.5522	2.0756	0.1471	0.8529
Sitio 13	45.0000	15.0000	3.6778	2.2545	0.1457	0.8543
Sitio 14	77.0000	22.0000	4.8345	2.6601	0.1010	0.8990
Sitio TP2m	15.0000	5.0000	1.4771	1.2211	0.2444	0.7556



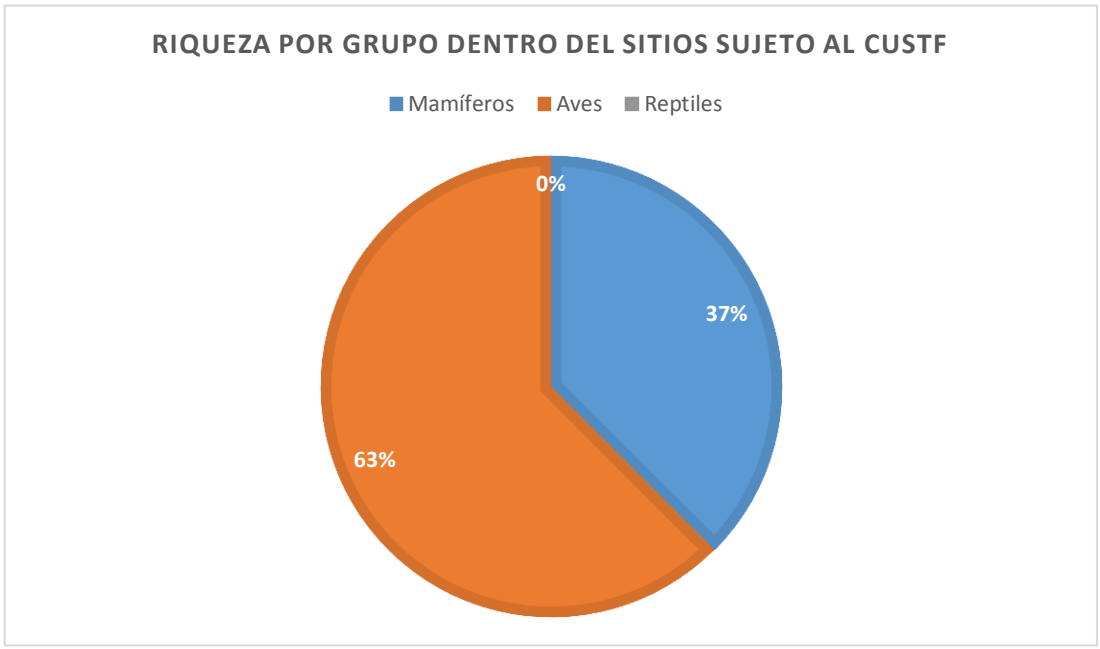




																	Abundancia				
Nombre cientifico	**Sitio 1**	**Sitio 2**	**Sitio 3**	**Sitio 4**	**Sitio 5**	**Sitio 6**	**Sitio 7**	**Sitio 8**	**Sitio 9**	**Sitio 10**	**Sitio 11**	**Sitio 12**	**Sitio 13**	**Sitio 14**	**itio TP2m**	**TOTAL**	**Ai**	**ARi**	**Fi**	**FRi**	**IVI**
Aeronautes saxatalis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Artemisiospiza belli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.06666667	0.47619048	0.35960192
Buteo jamaicensis	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0.33333333	0.60753341	0.26666667	1.9047619	1.25614766
Calypte anna	2	1	0	1	5	3	2	1	0	1	0	1	0	0	2	19	1.26666667	2.30862697	0.66666667	4.76190476	3.53526587
Cardellina pusilla	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Cardinalis cardinalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Catharus guttatus	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Catherpes mexicanus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Chamaea fasciata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0.2	0.36452005	0.2	1.42857143	0.89654574
Chondestes grammacus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Cistothorus palustris	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Colaptes auratus	3	0	0	1	0	0	0	3	4	1	1	0	5	6	4	28	1.86666667	3.40218712	0.6	4.28571429	3.8439507
Contopus sordidulus	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	10	0.66666667	1.21506683	0.53333333	3.80952381	2.51229532
Corvux corax	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0.2	0.36452005	0.2	1.42857143	0.89654574
Dryobates villosus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Empidonax difficilis	6	8	7	3	6	2	5	0	0	0	3	0	0	4	0	44	2.93333333	5.34629405	0.6	4.28571429	4.81600417
Eremophila alpestris	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Geothlypis tolmiei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0.33333333	0.60753341	0.06666667	0.47619048	0.54186195
Geothlypis trichas	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Gymnogyps californianus	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Junco Hyemalis	4	14	4	8	13	7	9	3	1	4	4	1	9	4	3	88	5.86666667	10.6925881	1	7.14285714	8.91772262
Leiothlypis ruficapilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Leiothlypis virginiae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.13333333	0.24301337	0.06666667	0.47619048	0.35960192
Lonchura punctulata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Melanerpes formicivorus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Melospiza lincolinii	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Melospiza melodia	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7	0.46666667	0.85054678	0.2	1.42857143	1.1395591
Mniotilta varia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Oreortyx pictus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Petrochelidon pyrrhonota	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Picoides villosus	6	4	1	6	4	3	1	4	1	1	5	3	2	2	0	43	2.86666667	5.22478736	0.93333333	6.66666667	5.94572701
Pipilo maculatus	2	5	10	7	10	1	7	0	2	3	8	2	0	2	0	59	3.93333333	7.16889429	0.8	5.71428571	6.44159
Piranga flava	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Poecile gambeli	6	6	1	4	0	1	2	3	2	2	0	8	12	12	5	64	4.26666667	7.7764277	0.86666667	6.19047619	6.98345195
Polioptila caerulea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0.2	0.36452005	0.13333333	0.95238095	0.6584505
Sayornis nigricans	2	0	1	1	0	0	3	0	3	0	0	0	1	0	0	11	0.73333333	1.33657351	0.4	2.85714286	2.09685818
Setophaga coronata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Setophaga nigrescens	6	3	0	0	2	0	2	3	0	1	0	0	1	0	0	18	1.2	2.18712029	0.46666667	3.33333333	2.76022681
Setophaga occidentalis	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0.2	0.36452005	0.13333333	0.95238095	0.6584505
Setophaga petechia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Setophaga townsendi	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	11	0.73333333	1.33657351	0.13333333	0.95238095	1.14447723
Sialia mexicana	6	2	1	3	4	2	3	3	0	0	0	4	0	3	0	31	2.06666667	3.76670717	0.66666667	4.76190476	4.26430597
Sitta carolinensis	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	1	0	10	0.66666667	1.21506683	0.4	2.85714286	2.03610484
Sitta pygmaea	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.33333333	0.60753341	0.2	1.42857143	1.01805242
Spinus lawrencei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
Spinus psaltria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0.2	0.36452005	0.13333333	0.95238095	0.6584505
Spizella passerina	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Tachycineta thalassina	10	10	6	11	16	17	14	5	5	2	1	4	2	3	0	106	7.06666667	12.8797084	0.93333333	6.66666667	9.77318753
Thryomanes bewickii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.13333333	0.24301337	0.13333333	0.95238095	0.59769716
Troglodytes aedon	19	20	17	19	13	15	15	19	13	18	11	7	1	17	0	204	13.6	24.7873633	0.93333333	6.66666667	15.727015
Tyrannus vociferans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.06666667	0.12150668	0.06666667	0.47619048	0.29884858
																	54.8667	**100**	**14**	**100**	**100**

Indice del Valor de importancia para las especies de aves presentes en el sitio sujeto al CUSTF
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Aeronautes saxatalis
Artemisiospiza belli
Buteo jamaicensis
Calypte anna
Cardellina pusilla
Cardinalis cardinalis
Catharus guttatus
Catherpes mexicanus
Chamaea fasciata
Chondestes grammacus
Cistothorus palustris
Colaptes auratus
Contopus sordidulus
Corvux corax
Dryobates villosus
Empidonax difficilis
Eremophila alpestris
Geothlypis tolmiei
Geothlypis trichas
Gymnogyps californianus
Junco Hyemalis
Leiothlypis ruficapilla
Leiothlypis virginiae
Lonchura punctulata
Melanerpes formicivorus
Melospiza lincolinii
Melospiza melodia
Mniotilta varia
Oreortyx pictus
Petrochelidon pyrrhonota
Picoides villosus
Pipilo maculatus
Piranga flava
Poecile gambeli
Polioptila caerulea
Sayornis nigricans
Setophaga coronata
Setophaga nigrescens
Setophaga occidentalis
Setophaga petechia
Setophaga townsendi
Sialia mexicana
Sitta carolinensis
Sitta pygmaea
Spinus lawrencei
Spinus psaltria
Spizella passerina
Tachycineta thalassina
Thryomanes bewickii
Troglodytes aedon
Tyrannus vociferans

Grupo	Riqueza
Mamíferos	3
Aves	5
Reptiles	0
	8



Anexo 18
Memoria de cálculo de estimación de Carbono

Calculo de bióxido de carbono equivalente en toneladas TP2m

VOLUMEN

EL Volumen del material vegetal de la parte aérea en m3 se calculó para el apartado de volúmenes forestales a remover
donde se involucran las medidas de los ejemplares por un factor mórfico por estrato
las formulas por estratos se describen en el Anexo 23 de este documento :

El cálculo del volumen para las especies arbóreas

$$V = (3.1416 * (DAP)^2 * H * cf) / 4$$

Dónde:
cf= coeficiente mórfico promedio de tablas 0.75
H= Altura del individuo
DAP = Diámetro del fuste a la altura del pecho

Cálculo del volumen de las especies arbustivas

$$V= 2/3 * (3.1415) * r^3 *cf$$

Dónde:
cf= coeficiente mórfico promedio de tablas 0.65
r= Radio es la mitad del diámetro

Volumen total del material aéreo

V=52.0424 m3

BIOMASA

Para el cálculo de biomas se utiliza la formula

$$B=V * D$$

Dónde :
V=Volumen de material vegetal (m3)
D= Densidad del material vegetal (250 kg/m3) / 0.25 t

B=13.0106 t

Para la materia seca de la biomasa total, se multiplica por un factor de conversión 0.5 que indica que el 50% del peso total de la planta está compuesta por materia seca, excluyendo el agua

B=6.5053 t materia seca

CARBONO

Para el cálculo del Carbono, se suele multiplicar la materia seca obtenida por un factor de conversión (0.45), que representa la fracción de carbono en la biomasa

C= B * 0.45

Dónde:
B= 21.595 t (materia seca)
0.45=Factor de conversión

Ca=2.927385 tCO2e

Ca=Carbono parte aérea

Una vez calculado el total y con base a la tabla propuesta por Vega-López (2009), se estima que el carbono retenido en las raíces es el 16.1% de la parte aérea

Cr=0.47131 tCO2e

Cr= Carbono en raíces

Cr= Ca * 0.161

Ct=3.39869 tCO2e

(tCO_2e / hectárea)				
Diferentes ecosistemas terrestres:	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de Quercus	105	126	5	236
Bosque tropical perennifolio	186	115	4	305
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso	54	100	0	154
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282
Promedio 8 ecosistemas terrestres	113.7	108.2	8.1	230.1

Fuente: elaboración propia con información de Masera *et al* (2001); Ordóñez (2004); INE-SEMARNAT (2005).
Nota: tCO_2e = toneladas de bióxido de carbono equivalente, aunque en el texto, en general, se le alude sólo como carbono.

Fuente:

Mireles-Acosta, M. 2009. Determinación de carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. Et Cham.

Fuente:

Zavala, S. J.W., S.L.Zavala Guerrero y L. G., Mansilla Minaya. 2018. Estimación de la biomasa y carbón almacenado en un sistema agroforestal del cafetal de la universidad agraria de la selva. Investigación y Amazonia, Tingo María, Perú. 8 (5): 1-8, enero-junio 2018.

Fuente:

Vega-López, 2009.Importancia económica de las Áreas Naturales Protegidas como sumideros de carbono en México

Anexo 19
Costo de las obras de Conservación de Suelo y Agua

MATRICES DE EVALUACION DE IMPACTO

MATRIZ 1. Matriz de Interacciones

	Medio	Abiotico					Biótico						Factores Socioeconómico			Recurso Paisaje	Interacciones Totales	Interacciones Positivas	Interacciones Negativas
	Componentes	Suelo		Aire	Agua		Vegetación			Fauna									
	Atributos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	Actividades \ Indicadores de Impacto	Cantidad	Calidad	Calidad	Cantidad	Calidad	Abundancia	Diversidad	Distribucion	Abundancia	Diversidad	Distribución	Empleos	Insumos	Servicios	Calidad			
Preparación del sitio	Trazo y delimitacion del area de trabajo y maniobra			1								1	1		1	1	5	2	3
	Aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna									1		1	1		1	1	5	4	1
	Aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora						1		1			1	1		1	1	6	4	2
	Nivelacion y excavacion para cimentacion a base de concreto armado		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Escarificado, corte y relleno de terreno con equipo mecanico, tractor y compactadora.		1	1						1		1	1	1	1	1	8	4	4
	Desmonte (Cambio de Uso de Suelo/CUSTF/Erosión/Perdida de infiltración)	1	1	1	1		1		1	1		1	1		1	1	11	2	9
	Formacion de terraplen con material producto de corte de vegetacion		1									1	1			1	4	1	3
	Troceado, picado y dispersion de vegetación resultado del CUSTF de forma manual para su reintegración al suelo		1		1		1					1	1	1	1	1	8	5	3
Construccion	Tránsito y maquinaria de equipo/Recepción y envio de materiales		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Costruccion de camino revestido con concreto hidraulico	1	1	1	1		1					1	1	1	1	1	10	3	7
	Excavacion de cepas para la consttuccion de zapatas de cimentacion con excavadora y rotomartillo		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Construccion de zapatas de cimentacion		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Cimbra co madera y concreot hidraulico		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Construccion de columna principal a base de concreto armado (pre-mezclado en planta)		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Habilitacion de estructura metalica prefabricada para telescopio.		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalacion electrica y fibra optica subterranea		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalacion de un tanque septico prefabricado		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Istalacion de un sistema de tierras fisicas en forma de malla /Excavacion de cepas		1	1								1	1	1	1	1	7	3	4
	Colocación de obras de conservacion de suelo y agua	1			1							1					3	2	1
	Total de Interacciones por atributo (+)	1	1	0	2	0	1		1	2		1	18	13	17	0	130	57	
	Total de Interacciones por atributo (-)	2	14	14	2	0	3		1	1		18	0	0	0	18			
	Total de Interacciones por Componente (+)	4					5						48			0			
	Total de Interacciones por Componente (-)	32					23						0			18		73	

MATRIZ 2. Matriz de Frecuencia

	Medio	Abiotico				Biótico				Factores Socioeconómico			Recurso	Interacciones Totales	Interacciones Positivas	Interacciones Negativas
	Componentes	Suelo		Aire	Agua	Vegetación		Fauna					Paisaje			
	Atributos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	Actividades \ Indicadores de Impacto	Cantidad	Calidad	Calidad	Cantidad	Abundancia	Distribucion	Abundancia	Distribución	Empleos	Insumos	Servicios	Calidad			
Preparación del sitio	Trazo y delimitación del area de trabajo y maniobra			1					1	1		1	1	5	2	3
	Aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna							1	1	1		1	1	5	4	1
	Aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora					1	1		1	1		1	1	6	4	2
	Nivelación y excavación para cimentación a base de concreto armado		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Escarificado, corte y relleno de terreno con equipo mecanico, tractor y compactadora.		1	1				1	1	1	1	1	1	8	4	4
	Desmonte (Cambio de Uso de Suelo/CUSTF/Erosión/Perdida de infiltración)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	11	2	9
	Formación de terraplen con material producto de corte de vegetación		1						1	1			1	4	1	3
	Troceado, picado y dispersion de vegetación resultado del CUSTF de forma manual para su reintegración al suelo		1		1	1			1	1	1	1	1	8	5	3
Construccion	Tránsito y maquinaria de equipo/Recepción y envio de materiales		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Costrucción de camino revestido con concreto hidraúlico	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	10	3	7
	Excavación de cepas para la consttuccion de zapatas de cimentacion con excavadora y rotomartillo		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Construcción de zapatas de cimentación		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Cimbra con madera y concreot hidraúlico		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Construcción de columna principal a base de concreto armado (pre-mezclado en planta)		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Habilitación de estructura metálica prefabricada para telescopio.		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación eléctrica y fibra óptica subterránea		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación de un tanque séptico prefabricado		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Instalación de un sistema de tierras físicas en forma de malla /Excavación de cepas		1	1					1	1	1	1	1	7	3	4
	Colocación de obras de conservacion de suelo y agua	1			1				1					3	2	1
	Total de Interacciones por atributo (+)	1	1	0	2	1	1	2	1	18	13	17	0	**130**	**57**	
	Total de Interacciones por atributo (-)	2	14	14	2	3	1	1	18	0	0	0	18			
	Total de Interacciones por Componente (+)	4				5				48			0		**73**	
	Total de Interacciones por Componente (-)	32				23				0			18			

MATRIZ 3. Matriz de Caracterización

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulacion (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Indice de Incidencia
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión	**N**	3	1	3	1	3	2	1	1	15	0.44
Suelo	Cantidad	2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación	**N**	3	1	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Suelo	Calidad	3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).	**P**	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Suelo	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos,	**N**	3	1	3	2	2	1	1	1	14	0.38
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción	**N**	1	1	3	2	1	2	1	1	12	0.25
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración de agua por actividades de despalme y desmonte	**N**	3	3	3	1	2	2	1	1	16	0.50
Agua	Cantidad	7	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	**N**	1	3	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Agua	Cantidad	8	Colocación de obras de conservación que promoveran la infiltración de agua	**P**	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Flora	Abundancia	9	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	**N**	3	3	3	1	3	2	3	3	21	0.81
Flora	Distribucion	10	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	**N**	3	1	3	2	2	1	2	1	15	0.44
Fauna	Abundancia	11	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	**N**	3	3	3	3	3	2	3	1	21	0.81
Fauna	Distribucion	12	Pérdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	**N**	3	3	3	2	1	1	1	1	15	0.44
Socioeconómico	Empleos	13	Generación empleos (directos e indirectos)	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Insumos	14	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Servicios	15	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquina	**P**	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Recurso Paisaje	Calidad	16	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del telescopio.	**N**	3	3	3	3	3	2	3	3	23	0.94

MATRIZ 4. Matriz de Jerarquización

Componente	Atributo	Impacto	Descripción del Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulacion (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Indice de Incidencia
Recurso Paisaje	Calidad	16	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del telescopio.	N	3	3	3	3	3	2	3	3	23	0.94
Suelo	Cantidad	2	Pérdida de suelo por construcción de camino /Pavimentación con concreto hidraulico	N	3	1	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Agua	Cantidad	7	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	N	1	3	3	3	3	2	3	3	21	0.81
Flora	Abundancia	9	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	N	3	3	3	1	3	2	3	3	21	0.81
Fauna	Abundancia	11	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUS).	N	3	3	3	3	3	2	3	1	21	0.81
Agua	Cantidad	6	Pérdida de infiltración de agua por actividades de despalme y desmonte	N	3	3	3	1	2	2	1	1	16	0.50
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelo por actividades de despalme y desmonte que puede causar cambios en el patrón de erosión	N	3	1	3	1	3	2	1	1	15	0.44
Suelo	Calidad	3	Colocación de obras de conservación promoverán la captación de suelo (mitigación).	P	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Agua	Cantidad	8	Colocación de obras de conservación que promoveran la infiltración de agua	P	3	1	3	1	1	2	3	1	15	0.44
Flora	Distribucion	10	Hablando solo de un cambio con relación al sitio de CUS, no a escala de Sistema Ambiental. Cambio en la distribución debido a la posible reubicación de ejemplares con base al Programa de Rescate en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	3	2	2	1	2	1	15	0.44
Fauna	Distribucion	12	Pérdida de ejemplares temporal no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	N	3	3	3	2	1	1	1	1	15	0.44
Suelo	Calidad	4	Contaminación del suelo por derrame accidental de materiales o sustancias de la maquinaria y equipos	N	3	1	3	2	2	1	1	1	14	0.38
Socioeconómico	Empleos	13	Generación empleos (directos e indirectos)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Insumos	14	Demanda de insumos (material para relleno, agua, combustibles y energía eléctrica)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Socioeconómico	Servicios	15	Demanda de servicios, obras de apoyo a personal (campamentos, servicios de alimentación, sanitarios, vehículos, maquinaria y equipo)	P	3	2	2	2	NA	1	2	2	14	0.38
Aire	Calidad	5	Contaminación por gases de combustión, y partículas suspendidas y / ruido emitidas por maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción	N	1	1	3	2	1	2	1	1	12	0.25

TABLA DE SIGNIFICANCIA

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33

TABLA DE CRITERIOS AMBIENTALES

Componente	Impacto Ambiental	Significancia			
		Criterio Jurídico	Criterio Ecosistémico	Criterio Calidad Ambiental	Criterio Capacidad Carga
Paisaje	Modificación del paisaje natural por la presencia de maquinaria, equipo, así como la presencia permanente del edificio del Telescopio.	S	NS	S	NS
Agua	Pérdida de infiltración por construcción de camino recubierto de concreto hidráulico.	S	NS	S	NS
Suelo	Pérdida de suelo forestal por construcción de camino /Pavimentación	S	NS	S	NS
Flora	Pérdida de vegetación por desmonte de ejemplares NO susceptibles a rescate o reubicación (CUSTF)	S	NS	S	NS
Fauna	Pérdida de ejemplares no susceptibles a rescate y reubicación durante las actividades de preparación del sitio y construcción	S	NS	S	NS

Anexo 20
Memoria de cálculo costo de las obras de conservación

COSTO DE LAS OBRAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA

		Cantidad	Unitario	Importe m.n.	
Mano de obra					
	Jornaleros				
	3 x 4	16	$700.00	$11,200.00	
Otros					
	Herramientas	3	$500.00	$1,500.00	
		Palas, machetes			
	Alambre			$900.00	
	Traslados	3	$1,500.00	$4,500.00	
	Alimentos	9	$250.00	$2,250.00	
	Total			$20,350.00	
	Considerando elaboración de estacas, picado de ramas				
	traslado, estacado, acomodo, amarrado.				
			67		
	La obra se ubica alejada del poblado más cercano, por lo tanto				
	los jornaleros requieren traslado, alimentos y un pago mayor.				

Anexo 21
Acuerdo de colaboración UNAM-CONAP

ACUERDO DE COORDINACIÓN QUE CELEBRAN POR UNA PARTE, EL EJECUTIVO FEDERAL, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, POR CONDUCTO DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, REPRESENTADA POR SU COMISIONADO NACIONAL, LIC. ALEJANDRO DEL MAZO MAZA, ASISTIDO EN ESTE ACTO POR EL DIRECTOR REGIONAL PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA Y PACÍFICO NORTE, BIOL. BENITO R. BERMÚDEZ ALMADA, QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ COMO "LA CONANP"; POR LA OTRA, EL PODER EJECUTIVO DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, REPRESENTADO POR EL GOBERNADOR CONSTITUCIONAL, EL LIC. FRANCISCO ARTURO VEGA DE LAMADRID, ASISTIDO POR EL SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO, EL C.P. FRANCISCO RUEDA GÓMEZ, Y LA SECRETARIA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE, LA BIÓL. THELMA ROSA CASTAÑEDA CUSTODIA; QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ "EL GOBIERNO DEL ESTADO"; Y POR LA OTRA PARTE, LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, REPRESENTADA POR SU DR. WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN, EN SU CARÁCTER DE COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, ASISTIDO POR EL DR. JOSÉ DE JESÚS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, DIRECTOR DEL INSTITUTO DE ASTRONOMÍA, PARTES A QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ "LA UNAM" RESPECTIVAMENTE, MISMAS QUE CUANDO ACTÚEN DE MANERA CONJUNTA SE LES DENOMINARÁ COMO "LAS PARTES", CON EL OBJETO DE QUE EL GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA COADYUVE CON "LA CONANP" EN LA ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DEL PARQUE NACIONAL "SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR", Y "LA UNAM" COMO COADYUVANTE EN LAS ACCIONES QUE APOYEN LA RESTAURACIÓN, CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN Y VIGILANCIA DE SUS ECOSISTEMAS, LA BIODIVERSIDAD Y BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE DICHA ÁREA NATURAL PROTEGIDA, AL TENOR DE LOS ANTECEDENTES, DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

A N T E C E D E N T E S

I. Es necesario impulsar una estrecha coordinación e integración de esfuerzos entre las dependencias de la Administración Pública Federal, los tres órdenes de gobierno y los tres poderes de la Unión para el desarrollo e implementación de las políticas relacionadas con la sustentabilidad ambiental, facilitando el tránsito del país hacia el desarrollo sustentable, para ello es indispensable el diseño e implementación de políticas ambientales con acciones transversales compartidas entre las diferentes dependencias de la Administración Pública Federal y los Gobiernos Estatales y Municipales, así como con la participación de los Poderes Legislativo y Judicial procurando sus efectos complementarios y sinérgicos.

II. Que conforme al artículo 33 de la Ley de Planeación, el Ejecutivo Federal podrá convenir con los gobiernos de las entidades federativas, satisfaciendo las formalidades que en cada caso procedan, la coordinación que se requiera a efecto de que dichos gobiernos participen en la planeación nacional del desarrollo; coadyuven, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, a la consecución de los objetivos de la planeación nacional, y para que las acciones a realizarse por la Federación y los Estados se planeen de manera conjunta.

III. Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013 incluye, dentro de su Objetivo 4.4, la estrategia

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

4.4.4., consistente en proteger el patrimonio natural, que prevé diversas líneas de acción, entre las cuales destaca, la de promover la generación de recursos y beneficios a través de la conservación, restauración y aprovechamiento del patrimonio natural, con instrumentos económicos, financieros y de política pública innovadores; incrementar la superficie del territorio nacional bajo modalidades de conservación, buenas prácticas productivas y manejo regulado del patrimonio natural, focalizar los programas de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para generar beneficios en comunidades con población de alta vulnerabilidad social y ambiental; así como promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad y recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.

IV. El Plan Estatal de Desarrollo 2014-2019, en el Eje 3.8 denominado "Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable", sub eje 3.8.3. "Coordinación intergubernamental e internacional" establece en su estrategia 1 mejorar los canales de coordinación intergubernamental e internacional para la atención de problemas ambientales con visión regional, transfronteriza y de largo plazo.

V. Que con fecha 8 de octubre de 1996, el Poder Ejecutivo Federal, conducto de la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en lo sucesivo "LA SEMARNAT", el Poder Ejecutivo del Estado de Baja California y la Universidad Nacional Autónoma de México, suscribieron el Acuerdo de Coordinación con el objeto de trasferir al Gobierno del Estado de Baja California la administración del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, y a "LA UNAM" como coadyuvante en las acciones que apoyen la restauración, conservación, desarrollo y vigilancia de dicha área natural protegida.

VI. Que con fecha 29 de octubre de 2003, "EL GOBIERNO DEL ESTADO", "LA SEMARNAT" por conducto de "LA CONANP" y "LA UNAM", suscribieron un Convenio por el cual se modifica el Acuerdo de Coordinación que se describe en el párrafo anterior.

VII. Con fecha 1 de febrero de 2013, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado del Baja California signaron una carta compromiso de cooperación mediante la cual se reitera la voluntad de continuar colaborando con "LA CONANP" para llevar a cabo diversas acciones cuya finalidad sea mejorar la restauración, conservación, desarrollo, vigilancia y aprovechamiento sustentable del ecosistema del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, así como promover actividades ecoturísticas generadoras de recursos económicos que se reviertan en favor del área natural protegida y generen empleos en beneficio de los habitantes de la zona.

VIII. Que existe el interés de "EL GOBIERNO DEL ESTADO" de coadyuvar coordinadamente con la "LA CONANP" en la administración y manejo del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir a fin de apoyar en las acciones de conservación, restauración y desarrollo previstas en su respectiva declaratoria y Programa de Manejo.

IX. Que existe la disposición de "LA UNAM" de continuar como coadyuvante con "LA CONANP" y "EL GOBIERNO DEL ESTADO" en colaborar en acciones que apoyen la restauración, conservación, protección y vigilancia de sus ecosistemas, la biodiversidad y bienes y servicios ambientales del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.

D E C L A R A C I O N E S

1. Declara "LA CONANP" por conducto del Comisionado Nacional, que:

1.1 De conformidad con lo dispuesto por los artículos 2°, fracción I y 26 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es una dependencia centralizada del Poder Ejecutivo Federal, con las atribuciones que expresamente le señala el artículo 32-Bis del citado ordenamiento, así como con aquellas que en forma específica se le atribuyan en otras disposiciones jurídicas.

1.2 En términos del artículo 17 de la Ley Orgánica antes citada y 41 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para la más eficaz atención y eficiente despacho de los asuntos de su competencia, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cuenta con diversos órganos administrativos desconcentrados que le están jerárquicamente subordinados, entre los cuales, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 2°, fracción XXXI, inciso "b" del mismo Reglamento Interior, se encuentra la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a quien le corresponde las atribuciones establecidas en el artículo 70 del citado ordenamiento reglamentario, entre las que se encuentran las que en materia de áreas naturales protegidas competencia de la Federación, así como en lo previsto la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás leyes y reglamentos, decretos y Acuerdos, salvo las que directamente correspondan al Presidente de la República, al Secretario o a otra unidad administrativa de la Secretaría, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.

1.3 En su carácter de Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas, cuenta con facultades suficientes para celebrar los actos jurídicos, convenios y contratos que se requieran para el ejercicio de las atribuciones de este órgano administrativo desconcentrado de conformidad con lo establecido en el artículo 42 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

1.4 Dentro de las Unidades Administrativas que conforman la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, de conformidad con lo previsto en los artículos 71 fracción VIII y 79 fracción XXI del citado Reglamento Interior, en correlación con los artículos primero y segundo, así como en el numeral 1 del ACUERDO por el cual se establecen nueve direcciones regionales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 20 de julio de 2007, el Titular de la Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

Norte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, cuenta con las atribuciones necesarias para auxiliar a las unidades centrales de "LA CONANP" en la formulación y seguimiento de los convenios que se ejecuten dentro de su circunscripción territorial.

1.5 Para los efectos legales del presente Acuerdo de Coordinación, señala como su domicilio el ubicado en Ejercito Nacional 223, piso 12, Colonia Anáhuac, Delegación Miguel Hidalgo, Código Postal 11320, Ciudad de México.

2. Declara "EL GOBIERNO DEL ESTADO" por conducto de su Gobernador Constitucional que:

2.1. El Estado de Baja California es una entidad libre y soberana que forma parte integrante de la Federación, de conformidad con lo establecido en los artículos 40, 42 fracción I, 43 y 116 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como 1 y 4 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California.

2.2. El ejercicio del Poder Ejecutivo se deposita en el Gobernador del Estado, quien está facultado para proveer en la esfera administrativa todo lo que estime conveniente para el más exacto y eficaz cumplimiento de sus atribuciones, así como para conducir la planeación estatal de desarrollo, planear y conducir el desarrollo integral del Estado en la esfera de su competencia, por lo que de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 40 y 49 fracciones III y XXVI de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano del Estado de Baja California, 2, 3, 6 y 7 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California, y 15 fracción I, de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California, cuenta con las facultades necesarias para celebrar el presente Acuerdo de Coordinación.

2.3. De acuerdo con lo establecido en los artículos 17 párrafo segundo y 19 fracción XXIV, de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California, la Secretaría General de Gobierno es la dependencia de la administración pública centralizada a la que corresponde asistir jurídicamente al Poder Ejecutivo en todos los negocios en que intervenga como parte, que afecten su patrimonio o tenga interés jurídico.

En representación de la Secretaría General de Gobierno comparece su titular y el ejercicio de sus funciones es con base en lo dispuesto en los artículos 5 y 6 fracción XXVII, de su Reglamento Interno.

2.4. Según lo previsto en los artículos 17 fracción XIII y 39 fracciones I, VIII y IX, de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California y 8 fracción IX de la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, la Secretaría de Protección al Ambiente es la dependencia de la administración pública centralizada a la que corresponde proponer, conducir, evaluar y ejecutar la política ambiental y los criterios ecológicos, en congruencia con los que, en su caso, hubiere formulado la Federación; promover la creación de áreas naturales protegidas de competencia estatal, regular, administrar y vigilar las mismas, así como aquellas

transferidas por la Federación; y promover convenios mediante los cuales se obtengan recursos materiales y económicos para realizar investigaciones pertinentes a la problemática ambiental del Estado.

En representación de la Secretaría de Protección al Ambiente comparece su titular y el ejercicio de sus funciones es con base en lo dispuesto en los artículos 6 y 7 fracciones I, VI y XIX, de su Reglamento Interno.

2.5 Conforme a los artículos 5 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California, 11, 64 primer párrafo y 65 de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California, así como 4 y 5 de la Ley de Presupuesto y Ejercicio del Gasto Público del Estado de Baja California, las dependencias y entidades de la administración pública estatal deben planear y conducir su programación, presupuestación y ejercicio del gasto público, con sujeción a los objetivos, estrategias y prioridades previstos en el Plan Estatal de Desarrollo aprobado y en los programas que de éste deriven, así como a los que fije el Gobernador del Estado; pudiendo celebrar convenios de coordinación con la Federación para coadyuvar, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, a la consecución de los objetivos de la planeación nacional y estatal y para que las acciones a realizarse por la Federación y el Estado se planeen e instrumenten de manera conjunta.

2.6 El Plan Estatal de Desarrollo 2014-2019, en el Eje 3.8 denominado "Desarrollo Económico Sustentable", sub eje 3.8.1 "Aplicación de la normatividad ambiental", establece dentro de su estrategia 1 revisar, modificar y aplicar el marco normativo en materia ambiental para adaptarlo a las necesidades reales, a efecto que se cumpla con la ley sin que se inhiba la realización de inversiones para el desarrollo económico, así como en el sub eje 3.8.2 "Políticas Ambientales y Cambio Climático", estrategia 4 desarrollar e implementar zonas de protección, estrategias y planes de manejo para conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales emblemáticos de Baja California, de igual manera el sub eje 3.8.3 "Coordinación intergubernamental e internacional", estrategia 1 participar en los espacios de vinculación intergubernamental e internacional en materia ambiental, para promover alianzas, acciones, gestionar recursos e implementar proyectos de solución.

2.7 Para los efectos del presente Acuerdo de Coordinación, señala como domicilio el ubicado en Calzada Independencia número 994, en el Centro Cívico Comercial Mexicali, de la ciudad de Mexicali, Baja California, Código Postal 21000.

3. Declara "LA UNAM" por conducto de su Coordinador de la Investigación Científica que:

3.1. De conformidad con el artículo 1° de su Ley Orgánica publicada en el Diario Oficial de la Federación del 6 de enero de 1945, es una corporación pública, organismo descentralizado del Estado, dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad, así como organizar y realizar

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.

3.2. Que la representación legal de esta Casa de Estudios recae en su Rector, el Dr. Enrique Luis Graue Wiechers, según lo dispuesto en los artículos 9° de su Ley Orgánica y 30 de su Estatuto General, teniendo, conforme a la fracción I del artículo 34 del propio Estatuto, facultades para delegarla.

3.3. El Dr, William Henry Lee Alardín, en su carácter de Coordinador de la Investigación Científica, nombramiento que le fue otorgado por el Rector el 7 de Diciembre de 2015, está facultado para suscribir instrumentos consensuales que sean necesarios para el desarrollo de sus funciones, contando en su formalización con la asistencia del Director de la entidad o dependencia que participe en el cumplimiento de los compromisos asumidos, de conformidad con los puntos primero y segundo, numeral 3 del "Acuerdo que delega y distribuye competencias para la suscripción de convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en que la Universidad sea parte", publicado en la Gaceta UNAM, el 5 de septiembre de 2011. Dichos documentos fueron protocolizados en el instrumento número 76403, de fecha 19 de enero 2016, otorgado ante la fe del Lic. Ángel Gilberto Adame López, Notario Público número 233 de la Cd. de México. Asimismo, manifiesta que la personalidad y facultades con las que se ostenta no le han sido revocadas ni limitadas de manera alguna

3.4 Dentro su estructura orgánica- administrativa se encuentra el Instituto de Astronomía, cuyo Director es el Doctor José de Jesús González González el cual administra, opera y mantiene el desarrollo del observatorio Astronómico en el parque Nacional Sierra de San pedro Mártir.

3.5. Que señala como su domicilio legal el 9° piso de la Torre de Rectoría, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Código Postal 04510, Ciudad de México.

4. Declaran "LAS PARTES" que:

4.1. Han decidido conjuntar esfuerzos y recursos con el objeto de llevar a cabo diversas acciones relativas a la organización, administración, que apoyen la restauración, conservación, protección y vigilancia de sus ecosistemas, la biodiversidad y bienes y servicios ambientales al Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, con apego a lo previsto en la declaratoria por el que se estableció la citada área, así como en lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, su Programa de Manejo y demás deposiciones legales aplicables.

En razón de lo anterior y con fundamento en los artículos 3°., fracción VII, 26, 40, 42, fracción I 43 y 116 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 17, 22, 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 33, 34 y 44 de la Ley de Planeación; 1o., 2o., 3o. fracciones II, III, IV y XXI, 4o., 5o. fracciones I, II, IV, VIII y XI, 7o., 8o., 45, 46 fracción III, 50, 78 y 161 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección

al Ambiente; 1°, 2° fracción XXXI inciso b, 3°, 41, 42, 70 y 72 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 1, 2, 3 y 9 de la Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México; 30 del Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México; 1, 4, 40, y 49 fracciones III y XXVI, de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California; 2, 3, 5, 6, 7, 17 párrafo segundo, fracciones III y XIII, 19 fracción XXIV, y 39 fracciones I, VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California, y 11, 15 fracción I, 64 y 65 primer párrafo de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California, 8 fracción IX de la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, 5 y 6 fracción XXVII, del Reglamento Interno de la Secretaría General de Gobierno, 6 y 7 fracciones I, VI y XIX, del Reglamento Interno de la Secretaría de Protección al Ambiente, las partes celebran el presente Acuerdo de Coordinación, sujetándose al tenor de las siguientes:

C L Á U S U L A S:

PRIMERA. DEL OBJETO.

El presente Acuerdo de Coordinación tiene por objeto establecer los términos y mecanismos conforme a las cuales "EL GOBIERNO DEL ESTADO" coadyuve con "LA CONANP" en la administración y manejo del Parque Nacional "Sierra de San Pedro Mártir", en lo sucesivo "EL PARQUE, y "LA UNAM" como coadyuvante en las acciones que apoyen la restauración, conservación, protección y vigilancia de sus ecosistemas, su biodiversidad y bienes y servicios ambientales, conforme a lo establecido en las declaratorias, Programas de Manejo y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

SEGUNDA. DE LA ADMINISTRACIÓN.

Para efectos del presente Acuerdo de Coordinación, se entiende por administración la ejecución de actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación y preservación de las áreas naturales protegidas, a través del manejo, gestión, uso racional de los recursos humanos, materiales y financieros con los que se cuente; sin perjuicio de las facultades que en materia de inspección y vigilancia otorga el Titulo Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

TERCERA. DEL MANEJO.

Para efectos del presente Acuerdo de Coordinación, se entiende por manejo, el conjunto de políticas, estrategias, programas y regulaciones establecidas con el fin de determinar las actividades y acciones de conservación, protección, aprovechamiento sustentable, investigación, producción de bienes y servicios, restauración, capacitación, educación, recreación y demás actividades relacionadas con el desarrollo sustentable en las áreas naturales protegidas.

CUARTA. DE LAS ACCIONES DE COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN.

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

Para la consecución del objeto del presente Acuerdo de Coordinación las partes determinan que los "Planes de Trabajo" que refiere la siguiente cláusula podrán versar de manera enunciativa, más no limitativa, en las siguientes materias:

1. Acciones y proyectos destinados a la conservación, preservación, saneamiento, restauración de los ecosistemas, desarrollo sustentable e investigación en "EL PARQUE";

2. Establecimiento de los mecanismos y estrategias de financiamiento, para la ejecución de los "Planes de Trabajo";

3. Ejecución de proyectos y programas destinados a la salvaguarda de la diversidad genética de las especies de flora y fauna existentes en "EL PARQUE", particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción;

4. Participación de la sociedad en general en el desarrollo de los proyectos de conservación, restauración y desarrollo sustentable;

5. Capacitación del personal relacionado con la administración, conservación, protección y vigilancia de "EL PARQUE";

6. Promover y ejecutar proyectos y programas destinados al turismo de naturaleza y, turismo de bajo impacto ambiental en "EL PARQUE";

7. Promover una cultura para la conservación que garantice el cuidado, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y sus bienes y servicios ambientales, dentro de "EL PARQUE", así como su valoración económica, social y de seguridad que se proyecte en actitudes, conductas y hábitos de consumo;

8. Elaboración e instrumentación de programas de educación y capacitación ambiental;

9. Fortalecimiento Institucional, a través de cursos, seminarios, mesas de trabajo, simposios, talleres y conferencias; el intercambio de información; la publicación de revistas, folletos, artículos y otros documentos de interés en la materia, así como la utilización de materiales y equipos que "LAS PARTES" acuerden por escrito;

10. Establecimiento de mecanismos para la utilización de bienes inmuebles federales que para los fines de la administración y manejo de "EL PARQUE";

11. Elaborar proyectos que deban implementarse entre "LAS PARTES" en razón de los temas de prevención de delitos ambientales, vigilancia, denuncia ciudadana, restauración de ecosistemas y reintroducción o liberación de especies;

12. Realización de estudios de monitoreo e investigación;

13. Implementación de acciones de contingencias para los casos de siniestros o fenómenos naturales que se desarrollen dentro de "EL PARQUE".

Cualquiera de las partes podrá identificar otras metas, para la consecución del objeto del presente Acuerdo, lo que hará del conocimiento de las otras partes, a través de la presentación por escrito de iniciativas, los cuales al ser aprobados por los representantes de "LAS PARTES", serán elevados a "Planes de Trabajo" debiendo estar acordes en todo momento con lo que señala el presente Acuerdo de Coordinación, a las declaratorias y programas de manejo respectivos, y se agregarán como apéndices del mismo, formando parte integral de su contexto para todos los efectos legales a que haya lugar.

QUINTA. DE LOS PLANES DE TRABAJO.

Para los efectos de la cláusula anterior, "LAS PARTES" se comprometen a elaborar de manera anual, los "Planes de Trabajo" mismos que deberán estar formulados dentro de un plazo de sesenta días naturales a partir de la entrada en vigencia del presente acuerdo, los cuales una vez signados por los responsables que designen las partes, formarán parte integrante del presente instrumento jurídico.

Cada Plan de Trabajo que conjuntamente convengan, deberá contener entre otros puntos, los objetivos y metas, los proyectos de obras y actividades que se pretenda realizar, los responsables de la ejecución de las acciones, el cronograma de trabajo, las modalidades a que se sujetará su actuación conjunta y su participación operativa, así como los instrumentos y mecanismos de control con los que sujetaran su colaboración para el eficaz cumplimiento de las actividades convenidas, en su caso el desglose de los recursos que se destinarán, la calendarización y formas de aplicación de los mismos, los cuales deberán estar debidamente signados por los responsables que designen "LAS PARTES" y formarán parte integrante del presente instrumento.

De manera subsecuente durante la vigencia del presente instrumento jurídico deberán ser presentados los "Planes de Trabajo" a más tardar el día último del mes de noviembre de cada año, el cual debidamente signado por "LAS PARTES" se integrará como anexo formando parte del mismo, para los efectos legales a que haya lugar.

SEXTA. DEL INVENTARIO DE BIENES.

Para la consecución del objeto del presente instrumento jurídico "LAS PARTES", acuerdan que "EL GOBIERNO DEL ESTADO" coadyuvará en la administración y manejo de "EL PARQUE".

Para tal efecto, "LAS PARTES" convienen en levantar un inventario de los bienes con que cuenta "EL PARQUE", por conducto de las personas que para tal efecto se designen, dentro de los treinta (30) días naturales siguientes a la firma del presente instrumento consensual, documento que se anexará a éste para formar parte integrante del mismo.

SÉPTIMA. DE LOS COMPROMISOS DE "LA CONANP".

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

Para el cumplimiento del presente Acuerdo, "LA CONANP" se compromete a:

1. Coadyuvar con "EL GOBIERNO DEL ESTADO", en la administración y manejo de "EL PARQUE" impulsando en todo momento su restauración, conservación, desarrollo y vigilancia.

2. Elaborar en coordinación con "EL GOBIERNO DEL ESTADO" y "LA UNAM" los "Planes de Trabajo" a que se refiere la Cláusula Quinta del presente instrumento.

3. Supervisar y evaluar las acciones deriven de los "Planes de Trabajo" que se lleven a cabo en "EL PARQUE".

4. Evaluar y, en su caso, aprobar los "Planes de Trabajo" que le presente el "EL GOBIERNO DEL ESTADO" para la realización de las acciones que se llevarán a cabo en "EL PARQUE".

5. Dar a conocer oportunamente a "EL GOBIERNO DEL ESTADO" y "LA UNAM" los lineamientos, criterios y proyectos que se determinen para coadyuvar con la administración y manejo de "EL PARQUE", a efecto de que se considere en la formulación de los respectivos programas operativos anuales necesarios para el cumplimiento de las acciones previstas en el presente instrumento.

6. Otorgar el apoyo y la asesoría técnica que requiera el en la elaboración y ejecución de los "Planes de Trabajo" anuales.

7. Brindar apoyo y asesoría técnica que requiera "EL GOBIERNO DEL ESTADO" y "LA UNAM", de conformidad a la normatividad, criterios y lineamientos establecidos para la restauración, conservación, desarrollo y vigilancia de "EL PARQUE".

8. Promover acciones de difusión a nivel nacional y estatal en las que se resalten las actividades de conservación y desarrollo que se ejecuten en "EL PARQUE", a efecto de propiciar un mayor interés por la misma y la cultura ecológica en general.

9. Promover la participación de otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, así como de los sectores social y privado interesados en la conservación, protección y desarrollo de "EL PARQUE", en especial de las instituciones dedicadas a la investigación y a la educación superior, a efecto de que desarrollen actividades de investigación científica, monitoreo ambiental, capacitación, educación y asesoría técnica, y que apoyen la ejecución de programas ecoturísticos que generen empleos en beneficio de los habitantes de la zona.

10. Coadyuvar en la medida de sus posibilidades con "LA UNAM", a solicitud de ésta, en las acciones que sean necesarias para garantizar el funcionamiento óptimo del Observatorio Astronómico Nacional.

OCTAVA. DE LOS COMPROMISOS DE "EL GOBIERNO DEL ESTADO".

Para el cumplimiento del presente Acuerdo, "EL GOBIERNO DEL ESTADO" se compromete a:

1. Coadyuvar con "LA CONANP", en la administración y manejo de "EL PARQUE" impulsando en todo momento su restauración, conservación, desarrollo y vigilancia, en apego en lo previsto en la declaratoria por el que se estableció "EL PARQUE", en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, su Programa de Manejo y demás deposiciones legales aplicables.

2. Elaborar en coordinación con "LA CONANP" y "LA UNAM" los "Planes de Trabajo" a que se refiere la Cláusula Quinta del presente instrumento, en concordancia con los lineamentos que establezca el Programa de Manejo.

3. Aportar los recursos financieros que estén a su alcance y/o de que disponga, para apoyar conforme a los "Planes de Trabajo" anuales, la consecución de las acciones de administración objeto del presente instrumento.

   Los recursos que aporte estarán sujetos a la disponibilidad en el Presupuesto de Egresos del Estado que se apruebe para cada Ejercicio Fiscal, así como a las autorizaciones jurídico-administrativas que correspondan conforme a la legislación aplicable en la materia.

4. Ejecutar los "Planes de Trabajo", en coordinación con "LA CONANP" y "LA UNAM", una vez que sean aprobados por "LAS PARTES".

5. Coordinar, bajo la normativa y líneas de acción que para tal efecto emita "LA CONANP", las actividades que se desarrollen dentro de "EL PARQUE" y proporcionar a este órgano administrativo desconcentrado, las opciones técnicas que le requiera, para evaluar y, en su caso, otorgar conforme a la legislación aplicable en la materia, las concesiones, permisos y licencias que, en su caso, correspondan para desarrollar las mencionadas actividades, respecto de los recursos naturales sujetos a este tipo de autorizaciones.

6. Elaborar y presentar a "LA CONANP" para su aprobación, un informe anual de actividades realizadas en "EL PARQUE" a más tardar el último día del mes de noviembre de cada año, a efecto de respaldar las acciones programáticas y presupuestales conducentes. Dicho informe deberá contener la descripción detallada del avance físico y financiero de todos los programas, de la aplicación de los recursos y del ejercicio de las funciones y actividades realizadas, así como los documentos que complementen o den sustento a dicha información.

7. Informar a la brevedad posible a "LA CONANP" por conducto del Titular de la Dirección Regional correspondiente conforme a sus circunscripción de las anomalías e infracciones o cualquier otro acto contrario a las leyes aplicables en materia ambiental, que se realicen dentro de "EL PARQUE" a efecto de que se hagan las recomendaciones, que en su caso correspondan, o realice las acciones

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

conducentes.

8. Presentar las denuncias ante las autoridades ministeriales competentes cuando se cometan actos delictivos que dañen lo ecosistemas de "EL PARQUE", e informar de sus seguimiento a "LA CONANP".

9. Promover la participación de otras dependencias y entidades de la Administración Estatal y Municipal, así como de los sectores social y privado interesados en la conservación, protección y desarrollo de "EL PARQUE", en especial de instituciones dedicadas a la investigación y a la educación superior, a efecto de que desarrollen actividades de investigación científica, monitoreo ambiental, capacitación, educación y asesoría técnica, y apoyen la ejecución de programas ecoturísticos, especialmente en los que generen empleos para los habitantes de la región.

10. Realizar actividades de difusión sobre la importancia de conservar y proteger los ecosistemas de "EL PARQUE".

11. Efectuar actividades de formación y capacitación del personal científico y técnico, en las áreas de manejo, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y educación ambiental.

12. Dar facilidades necesarias para que el personal técnico de "LA CONANP" realice las supervisiones que considere pertinentes.

13. No transferir o ceder total o parcial las obligaciones derivadas del presente Acuerdo.

14. Cumplir con las disposiciones legales y reglamentarias en materia de áreas naturales protegidas, especialmente las orientadas a obtener las licencias, permisos o autorizaciones que se requieran para apoyar las acciones para fortalecer la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y bienes y servicios ambientales de "EL PARQUE".

15. Contratar de conformidad con su presupuesto y disponibilidad de recurso las obras y trabajo de acondicionamiento, adaptación y adecuación que requiera "EL PARQUE" para su adecuada operación, previa aprobación de "LA CONANP", mismas que quedarán en beneficio de "EL PARQUE".

NOVENA. DE LOS COMPROMISOS DE "LA UNAM".

Para el cumplimiento del presente Acuerdo, "LA UNAM" se compromete a:

1. Elaborar en coordinación con "LA CONANP" y "EL GOBIERNO DEL ESTADO"" los "Planes de Trabajo" a que se refiere la Cláusula Quinta del presente instrumento, en concordancia con los lineamentos que establezca el Programa de Manejo.

2. Mantener y conservar en buenas condiciones de uso las vías de acceso, edificaciones, instalaciones y bienes con que cuenta el Observatorio Astronómico

Nacional.

3. Aportar los recursos financieros, materiales y humanos que se requieran en lo referente al desarrollo de los sitios astronómicos ya existentes dentro de "EL PARQUE", así como de los que en el futuro se instalen dependientes de ella.

4. Brindar, en la medida de sus posibilidades, el apoyo y asesoría científica y técnica que requiera "LA CONANP" y "EL GOBIERNO DEL ESTADO" en áreas de ecología, biología y astronomía.

5. Establecer mecanismos de información recíproca, tendente a coadyuvar en la consecución del objeto del presente instrumento.

6. Desarrollar conjuntamente con "LA CONANP" y "EL GOBIERNO DEL ESTADO" "planes de trabajo" encaminados a la conservación de los recursos naturales de "EL PARQUE".

7. Promover la participación de agrupaciones e instituciones académicas y del sector privado para la realización de acciones contenidas en los Planes de trabajo anuales.

8. Informar a la brevedad posible a "LA CONANP" por conducto del Titular de la Dirección Regional correspondiente conforme a sus circunscripción de las anomalías e infracciones o cualquier otro acto contrario a las leyes aplicables en materia ambiental, que se realicen dentro de "EL PARQUE" a efecto de que se hagan las recomendaciones, que en su caso correspondan, o realice las acciones conducentes.

DÉCIMA. DE LA CAPACIDAD PARA COADYUVAR EN LA ADMINISTRACIÓN Y MANEJO.

"EL GOBIERNO DEL ESTADO", expresa que cuenta con la capacidad técnica, financiera y de gestión para dar cumplimiento a lo establecido en el presente Acuerdo y Plan de Trabajo, dentro de "EL PARQUE", así como la capacidad de obtener el financiamiento para coadyuvar en la administración de las mismas.

DÉCIMA PRIMERA. DEL GRUPO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO.

Con el fin de garantizar el cabal cumplimiento de las obligaciones que deriven del presente Acuerdo de Coordinación, y a fin de llevar a cabo el control, seguimiento y evaluación del objeto del presente instrumento "LAS PARTES", están de acuerdo en integrar un Grupo de Evaluación y Seguimiento, el cual estará integrado por un representante de cada uno de "LAS PARTES"; mismo que será constituido en un plazo no mayor a quince (15) días hábiles contados a partir de la fecha de suscripción del presente instrumento jurídico.

Las funciones encomendadas a los representantes de las "LAS PARTES" son:

a) Dar seguimiento y evaluar los resultados de las acciones realizadas en el marco del presente Acuerdo de Coordinación.

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

b) Resolver los aspectos operativos relacionados con el cumplimiento de los compromisos asumidos por virtud de este instrumento, que no hayan sido previstos en el mismo.

c) Dirimir las controversias que se pudieran suscitar por la interpretación del presente Acuerdo de Coordinación.

d) Evaluar los resultados de las acciones derivados del Plan de Trabajo para garantizar que se están alcanzando los objetivos previstos y, en su defecto, establecer de común acuerdo las medidas necesarias para su cumplimiento o conclusión.

e) Proponer a "LAS PARTES" cualquier medida que contribuya a mejorar el desarrollo del objeto del presente instrumento jurídico.

f) Las demás que sean necesarias para la consecución del objeto del presente instrumento. El Grupo de Evaluación estará conformado por las personas designadas como Responsables en la Cláusula Décima Segunda.

Las resoluciones que adopte el Grupo de Evaluación y Seguimiento, deberán ser siempre por unanimidad y constar por escrito.

DÉCIMA SEGUNDA. DE LOS RESPONSABLES.

Para el cumplimiento del presente Acuerdo de Coordinación, "LAS PARTES" designan como responsables para la debida ejecución del objeto del mismo a los siguientes funcionarios:

Por parte de "LA CONANP" designa al Director Regional Península de Baja California y Pacífico Norte, Biól. Benito R. Bermúdez Almada, que conforme a su circunscripción territorial le corresponda como responsable de suscribir los planes de trabajo que deriven para la ejecución del objeto del presente Acuerdo de Coordinación y al Titular de "EL PARQUE", como responsable del seguimiento y evaluación de las acciones que deriven del presente Acuerdo y de los "Planes de Trabajo".

Por su parte "EL GOBIERNO DEL ESTADO" designa como responsable a la Biól. Thelma Rosa Castañeda Custodia, Secretaria de Protección al Ambiente del Estado de Baja California, quien será la responsable del seguimiento, evaluación y suscripción de las acciones que deriven los "Planes de Trabajo", en el supuesto de que dichos planes impliquen la utilización de recursos económicos, los mismos serán suscritos adicionalmente por el Secretario de Planeación y Finanzas.

Por su parte de "LA UNAM" designa al DR. William Henry Lee Alardín, Coordinador de la Investigación Científica, como responsable del seguimiento y evaluación de las acciones que deriven del presente Acuerdo y de los Planes de Trabajo.

DÉCIMA TERCERA. DE LA COORDINACIÓN Y LA CONCERTACIÓN.

"LA CONANP", "EL GOBIERNO DEL ESTADO" y "LA UNAM" podrán celebrar conjunta o separadamente, acuerdos, convenios o contratos con otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, así como con agrupaciones de los sectores social y privado, a efecto de coordinar y concertar acciones e inversiones que permitan apoyar la consecución del objeto del presente instrumento y los objetivos del establecimiento de "EL PARQUE".

Con el propósito de asegurar una adecuada coordinación de las acciones objeto del presente instrumento jurídico, "LAS PARTES" acuerdan informarse recíprocamente, respecto de los acuerdos, convenios y contratos que suscriban con terceras personas en los términos de la presente cláusula.

DÉCIMO CUARTA. DE LOS RECURSOS

Se entenderán por recursos todos aquellos que, en dinero o en especie, aporten las partes para el cumplimiento del presente Acuerdo de Coordinación y de los "Planes de Trabajo".

"LAS PARTES" aceptan aportar y destinar recursos única y exclusivamente para los fines previstos en la cláusula PRIMERA del presente Acuerdo de Coordinación, por lo que en caso de que éstos fueran aplicados de manera distinta a lo establecido o a cualquier otro fin distinto al autorizado, se podrá dar por terminado el presente instrumento jurídico.

DÉCIMA QUINTA. DE LA RENDICIÓN DE CUENTAS

"LAS PARTES" establecen que los mecanismos idóneos para la rendición de cuentas, sobre la gestión y destino de los recursos financieros, materiales y humanos que se utilicen para la consecución del objeto del presente instrumento jurídico, se acordaran en los "Planes de Trabajo" que para tal efecto se suscriban.

DÉCIMA SEXTA. DE LA RELACIÓN LABORAL

El personal que cada una de "LAS PARTES" designe, comisione o contrate con motivo de la ejecución de las actividades objeto de este Acuerdo de Coordinación y de los "Planes de Trabajo" que del mismo pudieran llegar a derivar, se entenderá exclusivamente relacionado con la parte que lo designó, comisionó o contrató, quedando bajo su absoluta responsabilidad y dirección, sin que se derive la adquisición de algún tipo de relación laboral u otros derechos u obligaciones para las otras partes, por lo que en ningún caso podrá considerárseles mutuamente como intermediarios, o como patrones sustitutos o solidarios, deslindándolos desde ahora de cualquier responsabilidad de carácter laboral, civil, penal, administrativa o de cualquier otra naturaleza jurídica que en ese sentido se les pudiera fincar.

DÉCIMA SÉPTIMA. DE LA TERMINACIÓN ANTICIPADA.

Pueden las partes dar por terminado el presente Acuerdo de Coordinación en cualquier momento previa justificación escrita comunicada a las partes con una anticipación

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

mínima de sesenta (60) días naturales, sin embargo los proyectos o servicios en ejecución deberán ser llevados a su término.

En este caso ambas parte tomarán las medidas necesarias para evitar los perjuicios que se pudieran causar con dicha situación.

DÉCIMA OCTAVA. DE LAS CAUSAS DE TERMINACIÓN.

Las partes convienen que serán causas de terminación del presente Instrumento, las siguientes:

a) El incumplimiento por parte de "LAS PARTES" a las obligaciones adquiridas en el cuerpo de este Acuerdo.

b) La imposibilidad física o jurídica para continuar con el objeto de este instrumento jurídico.

c) El caso fortuito o fuerza mayor que impidan proseguir con el objeto de este instrumento.

d) Por no elaborar los "Planes de Trabajo" en el tiempo previsto.

e) Por transferir o ceder total o parcial las obligaciones derivadas del presente Acuerdo de Coordinación o sus "Planes de Trabajo".

DÉCIMA NOVENA. DEL TÉRMINO DEL ACUERDO DE COORDINACIÓN.

A la terminación de este Acuerdo de Coordinación, "EL GOBIERNO DEL ESTADO" entregará a "LA CONANP" una relación de las instalaciones con la mejoras, el archivo documental con que cuente y obre en su poder; así como, el informe de las acciones o los proyectos que esté realizando derivado del objeto del presente instrumento, con el grado de avance que en esos momentos reporte.

VIGÉSIMA. DE LA INTERPRETACIÓN.

"LAS PARTES" convienen que en toda interpretación que se derive del presente instrumento respecto a su instrumentación, formalización y cumplimiento se resolverán de común acuerdo, asimismo, lo no previsto en este documento será motivo de acuerdos posteriores entre las partes, que consignados por escrito se agregarán y formarán parte integral de este instrumento jurídico.

VIGÉSIMA PRIMERA. DE LA VIGENCIA.

Este Acuerdo de Coordinación, permanecerá vigente hasta el día treinta de noviembre del año dos mil veintiséis y surtirá efectos a partir del día de su firma, pudiéndose adicionar y modificar de conformidad con los preceptos y lineamientos que lo originan.

Las modificaciones, adiciones o prórrogas que se acuerden deberán de constar por escrito y surtirán efectos a partir de la fecha que determinen las partes.

VIGÉSIMA SEGUNDA. DE SUS EFECTOS.

"LAS PARTES" acuerdan en este instrumento jurídico dar por concluidos los compromisos dejando sin efectos jurídicos el Acuerdo de Coordinación suscrito entre el Poder Ejecutivo Federal, conducto de la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, el Poder Ejecutivo del Estado de Baja California y la Universidad Nacional Autónoma de México, el día 8 de octubre de 1996, por el cual se trasfirió al Gobierno del Estado de Baja California la administración del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, y a "LA UNAM" como coadyuvante en las acciones que apoyen la restauración, conservación, desarrollo y vigilancia de dicha área natural protegida, y por concluidas las cartas compromisos que derivaron del citado Acuerdo de Coordinación.

VIGÉSIMA TERCERA. DE SU PUBLICACIÓN.

El presente Acuerdo de Coordinación deberá ser publicado en el Diario Oficial de la Federación y en el Periódico Oficial del Estado de Baja California.

VIGÉSIMA CUARTA. DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL.

Queda expresamente pactado que "LAS PARTES" no tendrán responsabilidad civil por los daños y perjuicios que pudieran causarse como consecuencia de caso fortuito o fuerza mayor, particularmente por el paro de labore académicas o administrativas, en la inteligencia de que, una vez superados estos eventos, se reanudarán las actividades en la forma y términos que determinen "LAS PARTES".

VIGÉSIMA QUINTA. DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL.

La propiedad intelectual que se derive de los trabajos realizados con motivo del presente Acuerdo de Coordinación (publicaciones de diversas categorías, artículos, folletos, entre otros; así como las coproducciones y su difusión), estará sujeta a las disposiciones legales aplicables y los instrumentos específicos que sobre el particular suscriban "LAS PARTES", otorgando el reconocimiento correspondiente a quienes hayan intervenido en la ejecución de dichos trabajos. "LAS PARTES" podrán utilizar en sus funciones la información o resultados derivados de las actividades desarrolladas.

VIGÉSIMA SEXTA. DE LA JURISDICCIÓN Y COMPETENCIA

"LAS PARTES" manifiestan que el presente Acuerdo de Coordinación y los "Planes de Trabajo" que del mismo se deriven, son producto de la buena fe, por lo que realizarán todas las acciones posibles para su debido cumplimiento. En el caso de suscitarse alguna discrepancia, duda o controversia en cuanto a la interpretación y cumplimiento del mismo, así como para todo aquello que no esté expresamente estipulado, ésta se resolverá de común acuerdo a través de los representantes a que hace referencia la Cláusula Décima Segunda los cuales tratarán por medio de la amigable composición de

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

lograr un consenso sobre el particular, en caso de persistir la discrepancia, duda o controversia, serán los titulares de "LA CONANP", "EL GOBIERNO DEL ESTADO" y "LA UNAM" quienes resuelvan.

En caso de continuar la controversia con motivo de la interpretación del presente instrumento jurídico, conocerá la Suprema Corte de Justicia de la Nación, en los términos del Artículo 105 de la Constitución General de la República.

Leído que fue el presente Acuerdo de Coordinación y enteradas "LAS PARTES" de su contenido y alcance legal, lo firman por cuadruplicado en la ciudad de Ensenada, Baja California a los veintiocho días del mes de octubre del 2016.

Por "LA CONANP"

LIC. ALEJANDRO DEL MAZO MAZA
COMISIONADO NACIONAL

BIÓL. BENITO R. BERMÚDEZ ALMADA
DIRECTOR REGIONAL PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA Y PACÍFICO NORTE

POR "EL GOBIERNO DEL ESTADO"

LIC. FRANCISCO ARTURO VEGA DE LAMADRID
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL

C.P. FRANCISCO RUEDA GÓMEZ
SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO

BIÓL. THELMA ROSA CASTAÑEDA CUSTODIA
SECRETARIA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

BAJACALIFORNIA
GOBIERNO DEL ESTADO

POR "LA UNAM"

DR. WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN,
COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DR. JOSÉ DE JESÚS GONZÁLEZ GONZÁLEZ,
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE ASTRONOMÍA

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
REVISADO
DIRECCIÓN DE ASUNTOS JURÍDICOS

Anexo 22
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACION DE FAUNA

PROYECTO:

"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"

Elaborado por:

Proyectos Sustentables
Consultoria y ADR

Ensenada, Baja California, 12 de Mayo de 2025.

Contenido

I. ANTECEDENTES 4
II. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 4
III. JUSTIFICACIÓN 5
IV. LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO 5
V. OBJETIVO GENERAL 7
V.1 OBJETIVOS PARTICULARES 7
VI. ALCANCE 7
VII. METODOLOGIA DE RESCATE Y REUBICACION 8
VII.1 Etapa de preparación del sitio. 8
VII.2 Etapa de Preparación y Construcción. 8
VIII. MATERIALES Y EQUIPO 9
IX. TECNICAS DE AHUYENTAMIENTO DE FAUNA 9
IX. 1 Metodología de captura 10
IX.2 Grupos Faunísticos 10
IX.2.1 Reptiles. 10
IX.2.2. Serpientes. 10
IX.2.3. Aves. 10
IX.2.4. Mamíferos. 10
IX. 3 Sitios de Reubicación. 11
X. MEDIDAS DE CONSERVACION. 13
XI. FAUNA REPORTADA EN LA SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR 13
XI.1 Herpetofauna 13
XI.2 Mamíferos 13
XI.3 Aves 15
XI. 4 Fauna Reportada en el Sitio del Proyecto 15
XII. NECESIDADES DE PERSONAL Y EQUIPO 17
XII.1 Recursos humanos 17
XII.2 Materiales y equipo 17
XIII. INDICADORES DE ÉXITO 17
XIV. PROGRAMA DE ACTIVIDADES. 18
XV. RESULTADOS ESPERADOS. 18
XVI. REFERENCIAS 18

Listado de Tablas

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo. 6
Tabla 2 Lista de Mamíferos endémicos de la Sierra de San Pedro Mártir..... 15
Tabla 3 Especies de fauna encontradas en el sitio 15
Tabla 4 Herpetofauna 19
Tabla 5 Mamíferos..... 21
Tabla 6 Aves..... 23

Listado de Figuras

Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto. 6
Figura 2 Plano Topográfico y de Conjunto del Proyecto. 7
Figura 3 Sitios propuestos para la reubicación de la fauna rescatada. 12

I. ANTECEDENTES

Este documento consiste en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, y se presenta como complemento al Documento Técnico Unificado (DTU-Particular B) que se somete ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), para la gestión de la autorización del Cambio de Uso de Suelo al proyecto "***TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"***a desarrollarse en una superficie de 1,375.45 m^2, se presenta un Programa de Protección para las especies que se distribuyen el sitio del proyecto consideradas en alguna categoría de protección con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El presente programa se aplicará para las especies de fauna presentes, considerando mamíferos, reptiles, y herpetofauna, con especial atención a las especies de lenta movilidad como son las serpientes. De igual forma dentro de este programa se definirán las técnicas a aplicar y las características de los sitios en los que se reubicará la fauna rescatada, con lo cual se estarán mitigando de manera significativa los probables impactos negativos del proyecto sobre ella.

II. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El Observatorio Transpacífico (TPO) es un proyecto internacional destinado al desarrollo, instalación y operación de un telescopio de 2 metros (TP2m) en la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California, México. El proyecto reúne la experiencia de múltiples instituciones, incluyendo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Astronomía de la Universidad Central Nacional (NCUIA), el Observatorio Astronómico de Shanghái, la Academia de Ciencias de Henan, la Universidad Aix-Marseille (AMU) y el Instituto de Astronomía y Astrofísica de la Academia Sínica (ASIAA).

El principal objetivo del proyecto TPO y TP2m es avanzar en la investigación científica y tecnológica en astronomía observacional y astrofísica. Aprovechando la experiencia y los recursos combinados de las instituciones participantes, el proyecto busca mejorar las capacidades observacionales, promover el intercambio de conocimientos y fomentar la colaboración internacional en el campo. TPO/TP2m representa un paso significativo hacia el fortalecimiento de asociaciones a largo plazo entre instituciones de investigación líderes en todo el mundo.

El TPO está diseñado como una iniciativa de investigación colaborativa y dinámica, enfocada en maximizar el potencial científico del telescopio TP2m. El proyecto enfatiza programas de observación de acceso abierto que permiten a cada institución participante llevar a cabo estudios independientes y conjuntos, asegurando un amplio espectro de investigaciones astronómicas. El objetivo principal es optimizar el rendimiento científico de la instalación mediante programas de investigación innovadores, instrumentación avanzada y una sólida cooperación internacional.

Dentro del contexto local el proyecto solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 1,375.45 m^2, misma que se observa en la Figura 5. De igual manera, en la Tabla I se indicaron las coordenadas de los vértices del polígono en el sitio del proyecto y que a su vez corresponde al área que estará sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

III. JUSTIFICACIÓN

El área del proyecto se ubica dentro del ANP Sierra de San Pedro Mártir, en las instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional de la UNAM, por lo que la conservación de los ecosistemas es prioritario, motivo por lo cual es indispensable aplicar todas las medidas de mitigación que contribuyan a salvaguardar el equilibrio de dichos ecosistemas.

Llevar a cabo el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, permite que se apliquen las medidas legales previstas, en materia de protección y rescate de este recurso natural, y que tengan el fin de proteger y conservar las poblaciones de animales silvestres que residan en el medio, buscando así conservar su equilibrio.

Por lo anterior es necesario desarrollar un programa en el cual se contemplaran todas las especies que sean susceptibles de sufrir impacto con las actividades de preparación del sitio y construcción, como son las especies clave dentro del ecosistema, las especies de lento desplazamiento, además las que se encuentren citadas bajo alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual forma, dentro de este programa se consideran los sitios en los que se reubicará la fauna rescatada y las técnicas a aplicar a cada tipo de fauna, para así asegurar el mayor porcentaje de éxito de su supervivencia y aportar las evidencias correspondientes.

El término "rescate" se entenderá como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza y/o devolverlo al lugar de donde fue extraído, o algún sitio que presente condiciones similares.

IV. LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

El sitio del proyecto se ubica dentro del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir en el Municipio de Ensenada Baja California catalogada como área natural protegida (ANP). Se ubica en la porción Norte de la península de Baja California y en la parte central del Estado con coordenadas centrales 31° 02' 41.52" N 115° 27' 52.13" W

El área natural protegida que a su vez se divide en 4 subzonas: Sub-zona de preservación I (Cóndor), sub-zona de preservación II, sub zona de preservación III (que es donde se ubica el Observatorio) y sub-zona de uso público. La subzona de preservación III se estableció para conservar las condiciones de los ecosistemas y favorecer la investigación astronómica y permite la construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica.

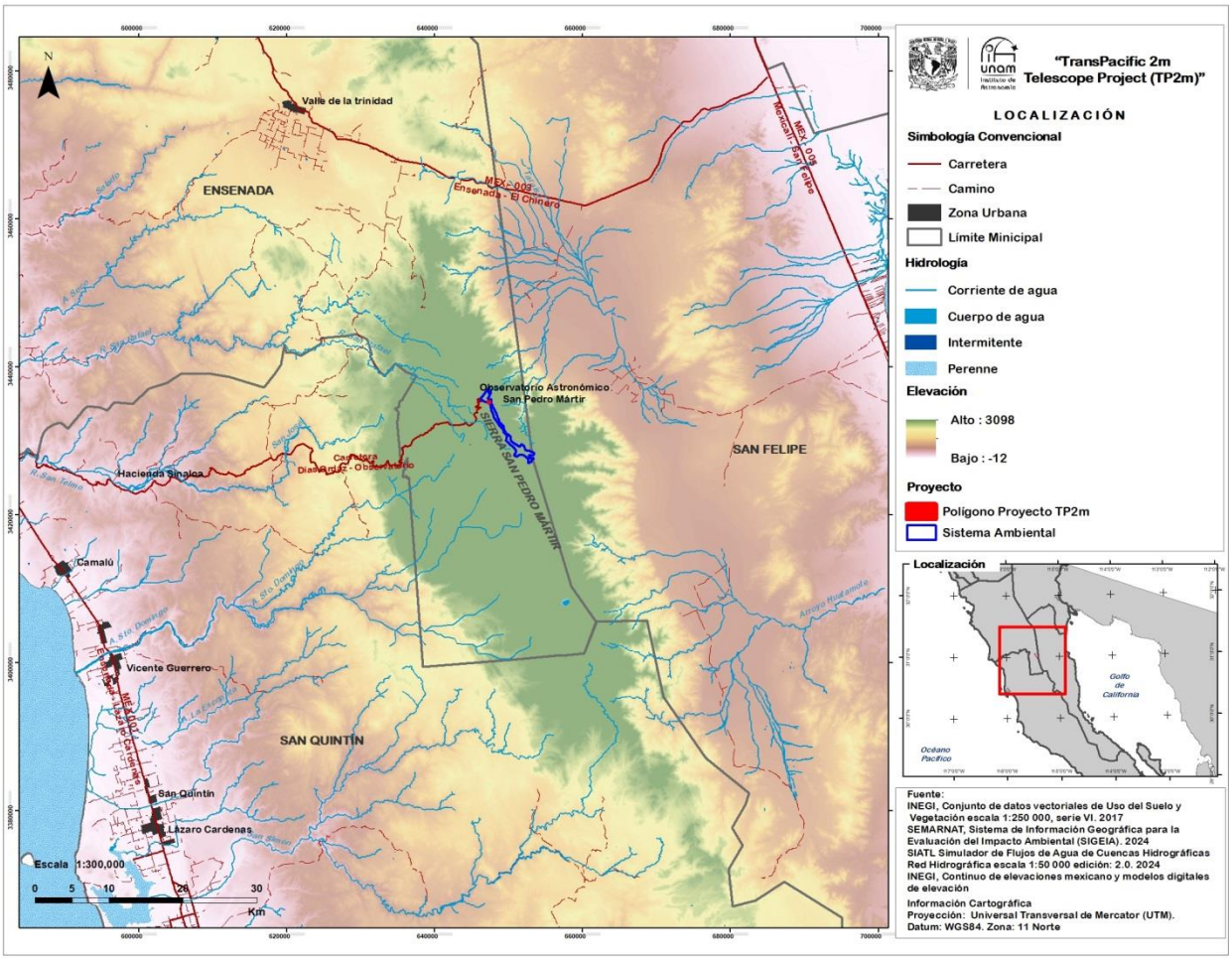


Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto.

El proyecto se llevará a cabo dentro de un polígono con un área de 1,375.45 m² (Tabla 1).

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN		
	Área infraestructura/ CUSTF	
	Coordenadas UTM , WGS 84 11R	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
AREA=1,375.45 m²		

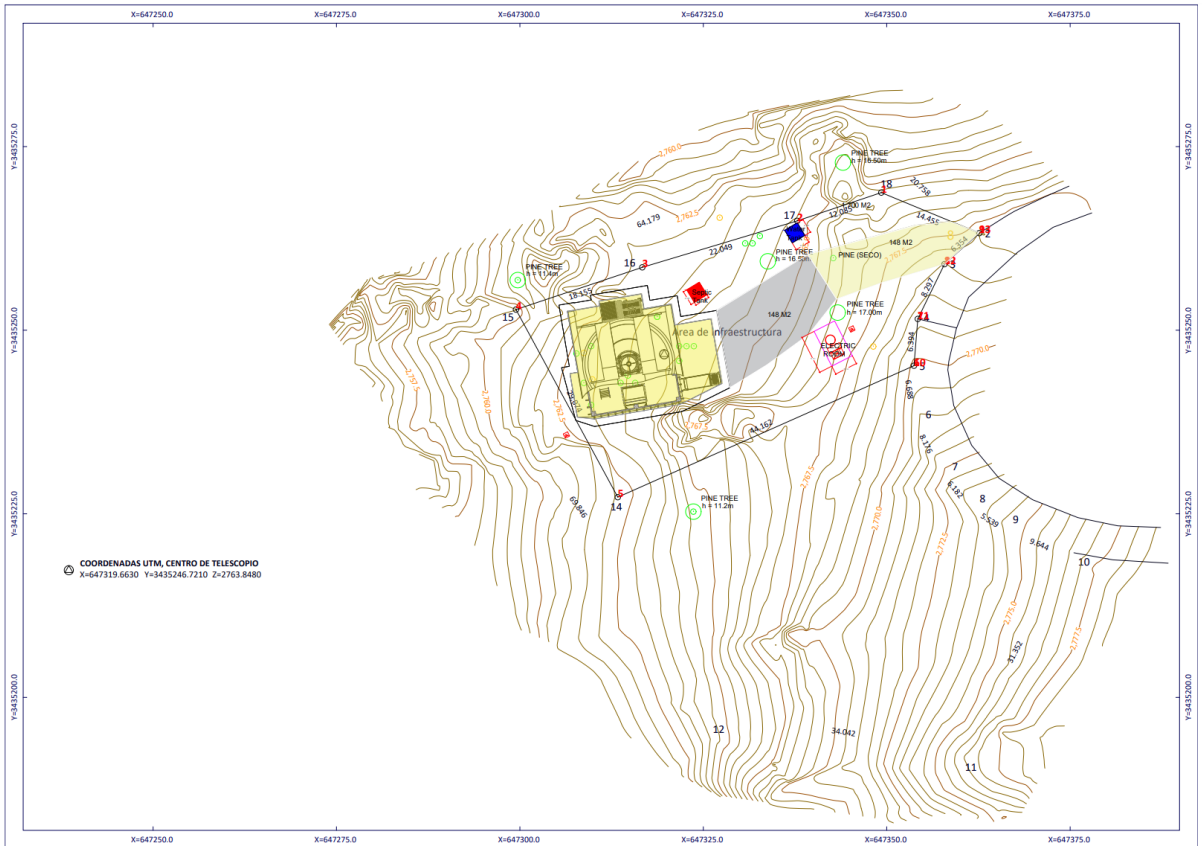


Figura 2 Plano Topográfico y de Conjunto del Proyecto.

V. OBJETIVO GENERAL

Implementar una serie de acciones que permitan mantener a salvo todo tipo de fauna vulnerable, contribuyendo a su preservación y conservación, dada su importancia ecológica, durante las actividades de preparación y construcción del proyecto.

V.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Asegurar mediante una serie de acciones de manejo, que las obras que se pretenden realizar ocasionen el menor daño posible a la fauna.
- Ahuyentar, Rescatar y Reubicar a los individuos de fauna silvestre (aves, mamíferos y herpetofauna), que se encuentren dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, en especial las especies que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas aquellas de lento movimiento.
- Implementar un programa de pláticas para todo el personal que trabajará en la etapa de construcción, enfocado a la necesidad de proteger a la fauna.
- Establecer el formato de reporte de captura, identificación y liberación de fauna.
- Elaborar un reporte final de organismos observados, rescatados y reubicados.

VI. ALCANCE

El presente procedimiento aplica a las tareas de ahuyentamiento, rescate y relocalización de las especies de fauna silvestre (mamíferos, aves y herpetofauna), presentes en el área de desarrollo del

Proyecto para el cual se está solicitando el cambio de uso de suelo de 1,375.45 m^2, poniendo especial cuidado en las especies que se encuentren en algún estatus de acuerdo con lo especificado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para las etapas de preparación del sitio y construcción.

VII. METODOLOGIA DE RESCATE Y REUBICACION

VII.1 Etapa de preparación del sitio.

Previo a los trabajos de desmonte, se realizarán recorrido en el sitio del proyecto, para identificar las características de las áreas a desmontar, y sobre todo, tomar nota de las evidencias de la abundancia y especies de fauna posibles a encontrar. Es importante delimitar perfectamente el área a intervenir para tener la certeza de aplicar estas medidas en dicha superficie.

A continuación se procederá a la etapa de capacitación del personal auxiliar que participará en las actividades de ahuyentamiento y rescate, así como la impartición de pláticas sobre la importancia de cuidar a la fauna existente, instruyéndose al personal sobre la necesidad de evitar la destrucción de hábitats y la protección de la fauna, evitando la persecución, ahuyentamiento exagerado y la caza, aplicando estrictas medidas para el cumplimiento.

Se tomará nota y se llenará la bitácora correspondiente, apuntando el día, la hora, coordenadas de rescate y coordenada de reubicación, especie, número y condiciones climáticas. Lo que servirá para hacer comparativos posteriores. Es importante que el personal que se dedicará a la ejecución de este programa se familiarice con las características de las especies de fauna potenciales a encontrar, particularmente de las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII.2 Etapa de Preparación y Construcción.

Diariamente durante la etapa de preparación y construcción y también previo al desmonte, al llegar a la zona de trabajo los trabajadores, se les dará una plática de 5 minutos sobre los riesgos que se pueden enfrentar y la manera de evitarlos, así como una breve descripción de la fauna susceptible de encontrar en la zona y el cómo ahuyentarla o rescatarla, lo que quedará documentado en un reporte donde se asiente fecha, lugar, tema tratado, participantes y la firma. Esta etapa requiere de dos acciones por parte del personal de rescate y consisten en:

1. El ahuyentamiento y rescate previo a las acciones de desmonte, y
2. El ahuyentamiento y rescate durante las acciones de desmonte y construcción.

En el primer caso, el ahuyentamiento y rescate se debe ejecutar desde dos días antes del inicio del proceso de desmonte. Para iniciar este trabajo el responsable indicará las áreas a liberar y dará las instrucciones para que el personal de rescate junto con él, apliquen un barrido del área a desmontar, que garantice que la zona se encuentra libre de fauna silvestre. Este trabajo consistirá básicamente en agitar la vegetación y la hojarasca, troncos y piedras, utilizando bastones especiales, para provocar el ahuyentamiento de la fauna y para detectar posibles reptiles, que tendrán que ser capturados, trasportados y liberados a un ambiente similar al que se encontraron, a una distancia de 100 metros o mayor del proyecto.

Este primer rescate previo se ejecutará en el sitio ya establecido y debidamente delimitado para las obras de desmonte y despalme y aplicará en gran medida hacia aquellas especies de lento desplazamiento, que tienden a ocultarse en lugar de huir. Las especies mayores y de alta movilidad son susceptibles de ser ahuyentadas, fuera de los sitios de la obra sin necesidad de captura.

La captura de organismos deberá ser aplicada solamente en los casos que sea necesario y esto es cuando el animal trata de ocultarse y no huye. Para esto se aplicarán todas las medidas de seguridad indispensables, utilizando la herramienta adecuada para cada especie, que en este documento se describe, a fin de evitar posibles accidentes durante el proceso de rescate y manejo del individuo rescatado. Estos trabajos de ahuyentamiento, rescate y manejo de fauna silvestre estarán coordinados por un especialista en fauna silvestre, quién deberá llenar un reporte con fotografías de los organismos capturados y re liberados.

VIII. MATERIALES Y EQUIPO

Los recorridos y la fauna observada y con posibilidades de encontrar, es lo que define el equipo a utilizar, para garantizar que los ejemplares capturados no sufrirán daños durante su manejo y que serán liberados en perfecto estado físico, así como la seguridad del personal.
Los materiales con los que deberá contar el personal para realizar este trabajo, consistirá en lo siguiente:

- GPS
- Guías de campo para aves, mamíferos y herpetofauna.
- Formatos para elaboración de reportes.
- Equipo de seguridad personal completo: botas, polainas, chaleco, guantes de carnaza, lentes de seguridad y casco
- Ganchos herpetológicos de aluminio.
- Bastones metálicos para la remoción de la vegetación y piedras.
- Contenedores de plástico, de diferentes medidas y con perforaciones para transporte de fauna capturada.

IX. TECNICAS DE AHUYENTAMIENTO DE FAUNA

Estas se tendrán que ajustar a la especie de que se trate, de tal forma que se evite dañar a los ejemplares.

Es importante resalta que invariablemente, primero se tratará de ahuyentar a la fauna silvestre, para que ellos por propio esfuerzo se alejen de las áreas de afectación, evitando con esta acción tener que manipularlos y exponerlos a la posibilidad de sufrir daños. Esto es posible en la mayoría de los casos, solamente con la aproximación de las personas, lo que se refuerza al remover la vegetación, hojarasca y piedras. Puede suceder que con esta operación se detecten los organismos de lenta movilidad, los cuales tendrán que ser capturados, trasladados fuera del área del proyecto y liberados en ambientes similares.

Se ahuyentarán todos los individuos que se encuentren durante las actividades de liberación. Se espera que el esfuerzo implementado permita la liberación, ahuyentamiento y/o rescate del 100% de los individuos presentes en la superficie de afectación. Esto es fácilmente alcanzable, toda vez que la superficie a desmontar es muy pequeña y cada día el responsable del programa de ahuyentamiento y rescate podrá verificar que el total de esta superficie se encuentra libre de fauna. Este procedimiento se aplicará igualmente en la brecha de acceso, para evitar daños a la fauna durante el ingreso del equipo.

El procedimiento deberá implementarse con una anticipación máxima de al menos dos días antes de que comiencen las actividades del proyecto; este período se hace necesario para impedir la recolonización del área clareada. Por lo tanto, el calendario de rescates estará supeditado a la calendarización de las obras del proyecto.

IX. 1 Metodología de captura

Los recorridos para efecto de liberación de fauna se harán dirigidos, direccionales y "barriendo" en repetidas ocasiones y direcciones la sección a liberar, teniendo especial cuidado de verificar que no existan reptiles escondiéndose entre las plantas, hojarasca o piedras. Se deberá llenar un registro para cada uno de los individuos capturados, anotando la especie, así como fotografía al momento de su liberación. El formato deberá llevar información de la fecha, coordenadas de captura y liberación, hora de captura y estado físico al momento de su liberación.

IX.2 Grupos Faunísticos

IX.2.1 Reptiles.

Este grupo regularmente no requiere ser capturado ya que es posible ahuyentarlos, sobre todo considerando que los parches de vegetación a remover son muy pequeños, por lo que resultará muy fácil alejarlos y constatar que ya no se encuentran en el sitio. Eventualmente pudiera encontrarse algún ejemplar de lento movimiento, y en estos casos lo recomendable es capturarlos utilizando pinzas y ganchos herpetológicos y cajas de plástico transparentes para su traslado al sitio de liberación En este grupo es muy importante la remoción de la hojarasca, para forzarlos a huir.

IX.2.2. Serpientes.

Para el rescate de las serpientes, se utilizará invariablemente las pinzas y ganchos herpetológicos. La mejor manera de evitar accidentes es utilizar siempre estas herramientas y evitar el manejarlas con las manos. Los accidentes ocurren por errores en la identificación o por el abuso de la confianza, por ello y para la seguridad de los trabajadores y ejemplares a rescatar, se utilizarán para el rescate de las serpientes la herramienta antes señalada y cajas de plástico con tapas herméticas y orificios para que circule el aire. Los ejemplares después de capturados y colocados en la caja, se trasladarán a doscientos metros del área de trabajo en sentido perpendicular a la ruta del proyecto, en condiciones lo más similares posibles al lugar de captura, llenando los formatos correspondientes y tomando fotografías de los ejemplares

IX.2.3. Aves.

En el caso de las aves, su capacidad de desplazamiento es muy alta, por lo que la sola presencia del personal o equipo las ahuyentará. La excepción puede ser la presencia de nidos ocupados con polluelos o huevos, y en caso de encontrarlos, estos serán reubicados a 15 metros como máximo, del sitio donde se encontró, colocándolos en una planta de la misma especie y similares condiciones de orientación y altura, fijándolo entre las ramas utilizando ixtle. Los nidos desocupados serán invariablemente destruidos para evitar que alguna ave los pueda utilizar. En el sitio se ha observado que es visitado por diversas especies de aves, pero no se han observado nidos durante todo el año.

IX.2.4. Mamíferos.

En la mayoría de casos con los mamíferos, aplica lo mismo que con las aves al ser estos de alta movilidad, por lo que con la sola presencia del personal y/o equipo estos se alejarán de los sitios a intervenir, por lo que difícilmente será necesario capturarlos para liberarlos posteriormente. Durante los recorridos se tratará de encontrar nidos o madrigueras habitados, procediendo a destruirlas si se encuentran deshabitadas y en caso de encontrar crías, estas serán capturadas a mano utilizando guantes de cuero, y reubicadas a una corta distancia de la madriguera y fuera del

área de afectación, para facilitar que las madres encuentren a sus crías y las reubiquen a sitios más seguros.

De acuerdo a los listados de mamíferos en el área del proyecto, los que se identificaron con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, son básicamente pequeños mamíferos que se han encontrado en ambientes de ciénegas, y para este caso no se afectará ningún ambiente de dichas características, por lo que es muy poco probable encontrar algún ejemplar de estas especies.

No se utilizará ningún tipo de trampa, ya que lo que se pretende es lograr el alejamiento con el menor trauma posible para la fauna, lo que es posible lograr con la presencia humana y los recorridos de supervisión del proyecto, tomando en cuenta lo pequeño del área a intervenir.

Las trampas son útiles cuando el área a liberar es muy grande y existe la posibilidad de que, durante los recorridos para liberar, quedaran ejemplares sin ser vistos y sin posibilidades de escapar, por lo que se emplean las trampas para confirmar la ausencia de fauna, pero en este proyecto no es el caso, por el tamaño pequeño de parches de vegetación a desmontar, donde además de la liberación, el desmonte se hará de forma direccional, para motivar que se aleje la fauna del área de trabajo.

El uso de trampas es más adecuado para la realización de muestreos para identificación y evaluación de poblaciones o para la liberación de fauna de grandes superficies, que no es el caso.

IX. 3 Sitios de Reubicación.

La reubicación de los ejemplares de fauna, invariablemente se realizará en un ambiente de características similares al de su captura, tomando en cuenta tipo de vegetación, suelo, exposición, pedregosidad, humedad y temperatura, para tratar de que los ejemplares no se vean afectados por un cambio en las condiciones ambientales, lo que asegurará la reducción de estrés en estos animales. El conocimiento de la biología de las diversas especies sin duda ayudará a definir que parámetros ambientales son los más importantes para cada especie, lo que se tomará en cuenta.

Los sitios de captura y liberación serán anotados en el reporte correspondiente, que contendrá fotos que permitan comprobar la similitud de los ambientes y el estado de la fauna al ser liberada.

Se proponen 3 sitios para la reubicación de la fauna rescatada:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN REUBICACIÓN ANFIBIOS			
LADO	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM	
		ESTE (X)	NORTE (Y)
1-2	5.911	647,510.99	3,435,100.27
2-3	8.700	647,512.76	3,435,094.63
3-4	5.891	647,521.04	3,435,097.31
4-1	8.428	647,519.01	3,435,102.84
Área 50.5165 M2			

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN REUBICACIÓN REPTILES			
LADO	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM	
		ESTE (X)	NORTE (Y)
1-2	9.456	647,602.28	3,435,113.63
2-3	6.364	647,610.93	3,435,117.44
3-4	9.494	647,609.29	3,435,123.59
4-1	6.538	647,600.54	3,435,119.93
AREA = 60.51 m2			

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN REUBICACIÓN MAMÍFEROS			
LADO	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM	
		ESTE (X)	NORTE (Y)
1-2	5.574	647,568.60	3,435,041.42
2-3	9.200	647,569.26	3,435,035.88
3-4	5.335	647,578.37	3,435,037.15
4-1	9.037	647,577.58	3,435,042.43
AREA = 49.73 m2			

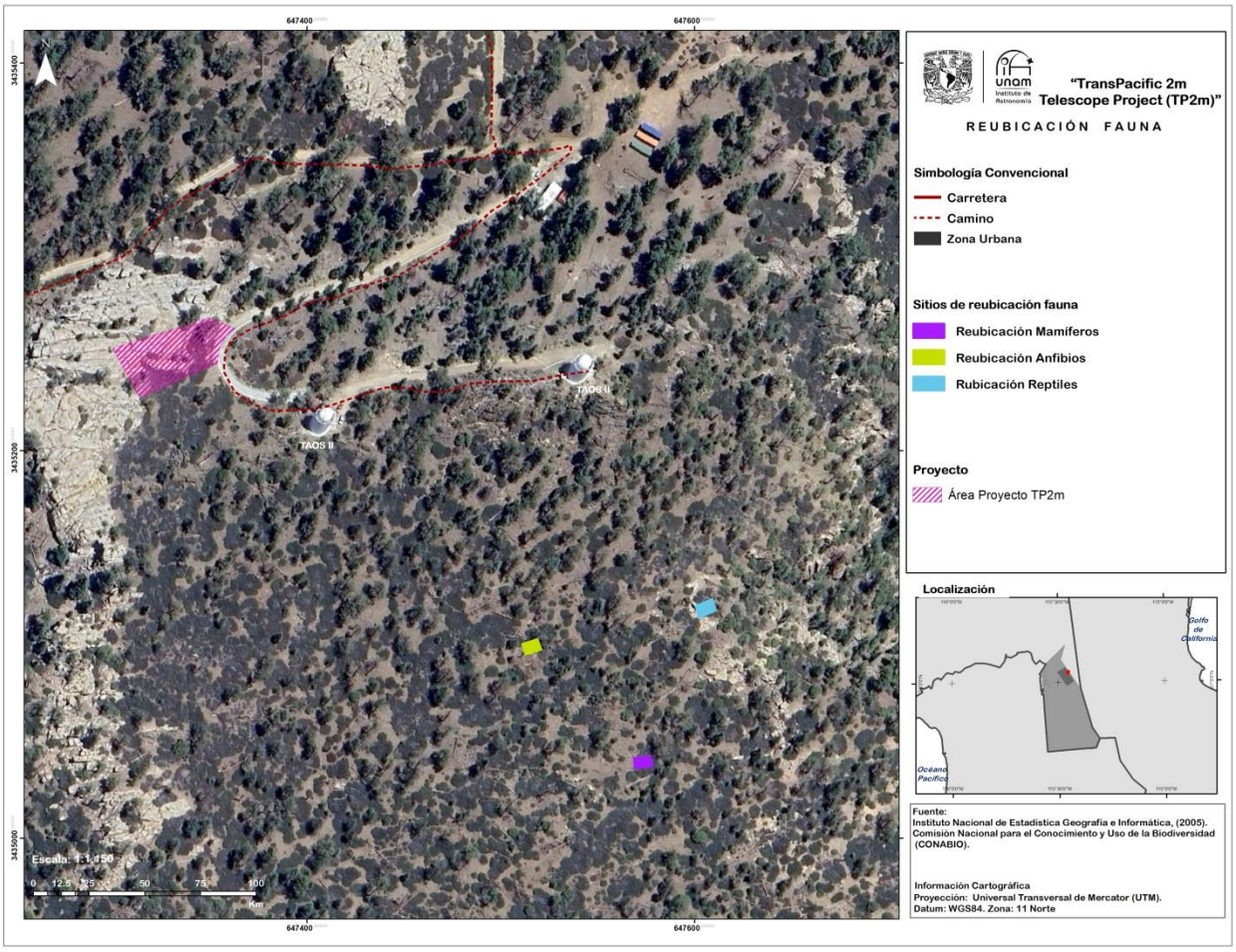


Figura 3 Sitios propuestos para la reubicación de la fauna rescatada.

X. MEDIDAS DE CONSERVACION.

Para tratar de mitigar al máximo los efectos negativos del proyecto sobre la fauna, es necesario implementar medidas adicionales que contribuyen a su conservación y estas consistirán en proporcionar información y pláticas a todo el personal de campo, sobre la importancia de la fauna regional y los cuidados que se tienen que aplicar para evitar dañarla, reiterando que está prohibido cazar, capturar y molestarla de manera innecesaria. En términos generales son medidas tales como el control sobre los límites de velocidad de los vehículos al transitar en el área del proyecto, que no debe ser mayor a 20 km por hora. Otra medida que contribuye a la conservación de las especies es el cuidado que se tiene que tener para no dejar basura en el área del proyecto, ya que esta puede atraer diversas especies que puedan resultar dañadas por los vehículos, por lo que deberá aplicarse de manera estricta la obligación de retirar toda la basura o materiales de desperdicio, trapos, etc. de las áreas de trabajo y deberán ser depositados en contenedores con tapa y señalamientos, para ser dispuestos posteriormente en lugares autorizados. Otra medida que contribuye a la conservación de la fauna es la prohibición de realizar fogatas en el área del proyecto, ya que estos fuegos siempre representan un riesgo para la vegetación, por lo que tienen que ser evitados como medida de seguridad.

XI. FAUNA REPORTADA EN LA SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR

Es importante que el personal que labore en la ejecución de este programa cuente con el listado de especies con posibilidades de encontrar en el área del proyecto, con la finalidad de que utilice estos listados y las guías de campo especializadas para que puedan identificar con certeza las especies que se estarán rescatando.

XI.1 Herpetofauna

La lista de reptiles de Nelson (1921) es indistinguible de la de California; tanto Nelson como Murphy y Grismer (en descripción) sugieren que la fauna y otras formas de vida terrestre migraron a la península desde el norte; aun así, existen diferencias sutiles entre la biota de la Sierra y las montañas de California. Sin embargo, la diversidad de especies de reptiles es mucho más grande en el desierto sonorense y al pie de colinas costeras que en los climas fríos de la sierra.

XI.2 Mamíferos

Mellink (1993) realizó una revisión bibliográfica de los taxa de mamíferos presentes o reportados para la Sierra de San Pedro Mártir con información tomada de los trabajos de Elliot (1903) y Huey (1927), principalmente.

La fauna de vertebrados de la sierra es similar a la de California. Los mamíferos superiores incluyen puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), coyote (*Canis latrans*), tejón (*Taxidea taxus*) y zorro (*Urocyon cinereoargenteus*). Nelson (1921) reportó que en las montañas existían grandes poblaciones de roedores que incluían liebres, *Lepus* spp.; conejos, *Sylvilagus* sp.; ratas canguro, *Dipodomys merriami*; ratones, *Perognathus sp.*; ratas del desierto, *Neotoma lepida* y ardillas *Spermophilus beecheyi* y *Tamiasciurus mearnsii*.
La ardilla arbórea (*Tamiasciurus mearnsii*), considerada endémica a la sierra (Mellink, 1991), es una especie cercana de la ardilla *Tamiasciurus douglasii*, que habita las montañas costeras del Pacífico, desde la Columbia Británica hasta el sur de Sierra Nevada. El murciélago *Myotis evotis milleri* se considera una subespecie endémica (Mellink, 1991). Además se encuentran cinco subespecies de mamíferos y 18 de aves residentes consideradas endémicas en la región (Grinnell, 1928).

Los quirópteros presentan detalles interesantes en su historia natural, por ejemplo *Eptesicus fuscus pallidus* habita en la sierra sólo en el verano. El caso más interesante es el de *Myotis evotis milleri*, endémico de la sierra y aparentemente restringido a la zona de La Grulla. Mellink (1993) indica que es probable que esta subespecie requiera de árboles secos con corteza para dormir, por lo que la tala de éstos junto a las modificaciones en la comunidad de insectos sería de graves consecuencias para el quiróptero.

Hay especies que se han colectado en las estribaciones de la sierra y cuya preferencia de hábitat las hace potencialmente presentes en la Sierra de San Pedro Mártir como los murciélagos *Choeronycteris mexicana*, *Myotis californicus stephens*i, *Nycteris borealis teliotis* y *Nycteris cinerea cinerea* (Mellink, 1991).
En lo que respecta a los roedores, el chichimoco, *Eutamias obscurus obscurus* es endémica de San Pedro Mártir y áreas aledañas, se distribuye desde las partes bajas del suroeste de esta sierra hasta el norte de la Sierra de Juárez; esta especie no presenta simpatría con otras. *Tamiasciurus mearnsii*, la ardilla arbórea, es otra especie endémica de la sierra poco frecuente y con poblaciones más o menos densas (Mellink, 1991).

El topo *Scapanus latimatus anthonyi* es una subespecie endémica de la sierra y representa el límite austral de la distribución del género. Su existencia, hasta donde se sabe, se limita a las partes cenagosas de las áreas de Vallecitos y La Grulla. Este taxón es extremadamente raro y difícil de ver; sin embargo, se afirma que durante la temporada de lluvias invernales a veces se ven individuos ahogados fuera de las galerías sobre los grandes llanos anegados de Vallecitos. Al parecer, la especie está siendo desplazada por las tuzas o por lo menos constituyen para ella un serio factor de competencia ecológica. *Thomomys umbrinus martirensis*, la tuza, es también endémica de la sierra (Mellink, 1991).

Hay tres subespecies endémicas de ratones en la sierra: *Chaetodipus californicus mesopolius, Peromyscus truei martirensis* y *Microtus californicus hyperythrus*. Este último, al igual que el topo, está confinado a las áreas de ciénegas (Mellink, 1991).

Se han registrado varios carnívoros, aunque del mapache no existen individuos colectados hay reportes de su presencia por avistamientos y huellas (Mellink, 1993). Del tejón o tlalcoyote (*Taxidea taxus*) Mellink reporta restos, aunque durante la prospección de diagnóstico se avistó a un individuo en la parte baja del Parque después de la caseta de vigilantes.
El borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), antaño abundante en las laderas orientales de las sierras de la península, fue cazado por deporte o sacrificado para suministrar carne a los campamentos mineros (Nelson, 1921; Mellink, 1993). Huey (citado por Mellink, 1993) afirma que el borrego cimarrón normalmente sólo ocupa las laderas desérticas más escarpadas y Nelson (1921) lo refiere abajo del límite altitudinal de los pinos y fuera del distrito faunístico de San Pedro Mártir. Manadas de alrededor de 15 individuos frecuentan las partes boscosas al pie del Observatorio Astronómico y a todo lo largo de la cresta de la sierra hasta el Picacho del Diablo.

Nelson (1921) reportó que la población de venado había sufrido una importante reducción y ya era escaso a fines del siglo pasado.El puma (*Puma concolor*), es natural de la sierra (Henderson, 1960). Durante sus expediciones en la Sierra, Linck y Serra reportaron que los pumas habían inquietado a su ganado varias noches (Lazcano, 1991).

La revisión bibliográfica arrojo la lista de mamíferos endémicos

Tabla 2 Lista de Mamíferos endémicos de la Sierra de San Pedro Mártir (Según Nelson, 1921; Bond, 1977; Mellink, 1991).

Especies	Nombre Común
Zona de Chaparral	
*Thomomys umbrinus hastiasis***	tuza
Área de bosque mixto de coníferas	
*Chaetodipus californicus***	ratón
*Eutamias obscurus***	chichimoco
*Microtus californicus***	ratón californiano
Myotis evotis milleri	murciélago
*Peromyscus truei***	ratón
*Scapanus latimatus***	topo
*Tamiasciurus mearnsi**	ardilla

*Especie endémica, ** Subespecie endémica.

XI.3 Aves

Ruiz-Campos y colaboradores publican en el año 2004 un trabajo "Catalogo de especímenes recientes de aves de las sierras Juárez y San Pedro Mártir, e inmediaciones, noroeste de Baja California". En este artículo reportan un total de 120 especies de aves en el área.

XI. 4 Fauna Reportada en el Sitio del Proyecto (TP2m)

Se registraron un total de 8 especies de fauna de las cuales 3 corresponde a mamíferos, *Otospermophilus beecheyi (*, *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris) *y Odocoileus* hemionus (Venado bura), y 5 a aves, las cuales ninguna se encuentra baja algún estatus con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No se encontraron evidencias indirectas en el polígono propuesto; ninguna huella, ni excretas, ni pelos de ningún mamífero documentado para la zona. Las cámaras trampa documentaron la presencia de venado bura (*Odocoleius hemionus*; 6 individuos) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*; 2 individuos), ardillón de california (*Otospermophilus beecheyi*; 1 individuo). Además se registró un individuo de codorniz de montaña (*Oreortyx pictus*) y dos aves de una especie de colibrí no identificadas. No se documentó la presencia de especies de reptiles durante el monitoreo.

En la siguiente tabla se enlistan las especies registradas dentro del predio sujeto al CUSTF y en el área aledaña inmediata, se indica la familia, nombre científico, nombre común, evidencia y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Tabla 3 Especies de fauna encontradas en el sitio

Familia	Nombre científico	Nombre común	Evidencia	Cantidad
		Aves		
Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojioscuro	Directa-2	
Odontophoridae	*Oreortix pictus*	Codorniz de montaña	Directa 1	
Paridae	*Poecile gambeli*	Carbonero montañés	Directa-2	
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	Directa-2	

Trochidae	*Calypte anna*	Colibrí cabeza roja	Directa-1
	Mamíferos		
Sciuridae	*Otospermophilus beecheyi*	Ardillón de California	Directa-1
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Directa-1
Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	Directa-1

Pr=Sujeta a Protección Especial/ A=Amenazada/ Nombre común, Fuente: www.naturalista.mx

Registro fotográfico de Fauna

Colocación de fototrampas

Zorro gris

Codorniz de montaña

Venado bura

Colibrí cabeza roja

XII. NECESIDADES DE PERSONAL Y EQUIPO

Para la realización de las diferentes actividades establecidas en el presente Programa se requiere de una serie de recursos, tanto humanos como materiales y equipos, los cuales se detallan a continuación:

XII.1 Recursos humanos

Se requerirá para ejecutar este programa, de un técnico capacitado en el tema y que cuente con el equipo necesario para la ejecución del programa de ahuyentamiento, captura y translocación, descrito en el punto 8 de este documento.

XII.2 Materiales y equipo

El equipo se divide en dos rubros el equipo de seguridad personal que deberá utilizar cada uno de los trabajadores y el equipo necesario para la operación en sí.

- **Equipo de Seguridad Personal.-** Cada trabajador involucrado en el proyecto deberá contar con casco, lentes de seguridad, guantes de trabajo, botas de campo y chaleco de seguridad. Deberá de haber un botiquín en todo momento en el área de trabajo.
- **Equipo para Operación**.- Pinzas y ganchos herpetológicos, bastón metálico para remover vegetación, Cajas de plástico con perforaciones para traslado de fauna capturada, cámara, GPS, formatos de reporte.

XIII. INDICADORES DE ÉXITO

El principal indicador de éxito de este programa será el número de ejemplares rescatados y reubicados y el estado físico y de salud de los mismos al momento de su liberación, lo que se podrá evaluar con los reportes correspondientes.

Otro indicador de éxito será la baja incidencia de ejemplares de fauna atropellados o dañados por los vehículos durante la etapa de construcción, toda vez que se capacitará a los choferes en cuanto a los límites de velocidad permitidos en el área del proyecto.

XIV. PROGRAMA DE ACTIVIDADES.

Estos trabajos se van a ejecutar hasta que se cuente con todas las autorizaciones que proceden para la ejecución de esta obra.

Con dos días de anticipación a los trabajos de desmonte, se realizara el trabajo de liberación de fauna de las áreas de afectación, y durante el trabajo de desmonte estará presente el técnico responsable de la liberación de fauna, de tal modo que puedan actuar en caso de detectarse la presencia de fauna en las áreas en proceso de desmonte.

La ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna tendrá la misma duración que la etapa de desmonte, lo que será definido por el responsable de la ejecución de la obra.

XV. RESULTADOS ESPERADOS.

Al aplicar las medidas que aquí se proponen, se estará logrando una mitigación muy importante de los posibles impactos que la construcción del proyecto pueda ocasionar a la fauna silvestre.

Sobre la fauna a rescatar y reubicar, es de esperarse que se tenga un porcentaje de sobrevivencia del 100%, ya que estas medidas garantizan un trato seguro y sin lastimar a los ejemplares, evitando siempre condiciones de estrés a los mismos, al privilegiar el ahuyentamiento sobre la captura y liberación. Estos resultados se podrán medir con los reportes correspondientes, al conocer la cantidad de ejemplares rescatados de cada especie y su estado físico al momento de su liberación.

XVI. REFERENCIAS

1. Huey, L. M. 1927. A discussion of the zonal status of Sierra San Pedro Mártir lower California, Mexico. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 5:3-10.
2. Flores-Rojas, E.2006. Composición de la Quiropterofauna de Sierra San Pedro Mártir y Sierra Juárez, Baja California, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias-UABC.
3. Gorgonio Ruiz-Campos, G., Armando J. Contreras-Balderas, Marcelo Rodríguez-Meraz y Martha E. Valles-Ríos. 2004. Catálogo de especímenes recientes de aves de las sierras Juárez y San Pedro Mártir, e inmediaciones, noroeste de Baja California. Cotinga 21 (2004): 45–58. México.
4. Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California, Univ. Calif. Publ. Zool. 32:1-300.
5. Grinnell, J. and A. H. Miller 1944. The distribution of the birds of California. Pac. Coast avifauna 27:1 -608p.
6. Mellink, E. 1991. Mamíferos conocidos de la Sierra de San Pedro Mártir. 45-48 pp. En Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia. Facultad de Ciencias. UABC. México.
7. Nelson, E.W. 1921. Lower California and its natural resources. Memoirs of the National Academy of Sciences, 25:1-194 p.
8. Welsh, H.H. 1988. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Sierra San Pedro Mártir, Region Baja California, with a contribution to the biogeography of the Baja California herpetofauna. Proceedings of the California Academy of Sciences, 4th Series, 46:1-46.

ANEXO 1. Listados de Fauna para la Sierra de San Pedro Mártir

HERPETOFAUNA

Tabla 4 Herpetofauna

Orden/Familia	Especie	Estatus en la NOM 059 SEMARNAT 2010
Caudata		
Plethodontidae	*Batrachoseps pacificus majors*	
	Batrachoseps pacificus ssp	
Anura		
Pelobatidae	*Scaphiopus couchii*	
	Scaphopus hammondii	
Bufonidae	*Bufo boreas halophilus*	
	Bufo microscaphus californicus	E, A
	Bufo punctatus	
Hylidae	*Hyla cadaverina*	
	Hyla regilla hypochondriaca	
Ranidae	*Rana aurora draytoni*	
	Rana boylii	NE, Pr
Testudines		
Emydidae	*Clemmys marmorata*	
Squamata		
Gekkonidae	*Coleonyx switaki*	
	Coleonyx variegatus variegatus	
	Coleonyx variegatus abbotti	
	Phyllodactylus nocticolus	E , Pr
Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	NE, A
	Crotaphytus insularis vestigium	
	Dipsosaurus dorsalis dorsalis	
	Gambelia wizlizenii copei	NE, Pr
	Gambelia wizlizenii wizlizenii	
	Petrosaurus mearnsi	NE, Pr
	Phrynosoma coronatum	
	Phrynosoma mcallii	NE, A
	Phrynosoma platyrhinos calidiarum	
	Sauromalus obesus obesus	
	Sauromalus obesus	
	Sceloporus graciosus vandenburghianus	NE, Pr
	Sceloporus magister rufidorsum	
	Sceloporus magister uniformis	
	Sceloporus occidentalis biseriatus	
	Sceloporus orcutti	
	Uma notata notata	NE, P
	Urosaurus graciosus graciosus	
	Urosaurus microscutatus	
	Uta stansburiana elegans	
Xantusiidae	*Xantusia henshawi henshawi*	

	Xantusia vigilis vigilis	
	Xantusia vigilis wigginsi	
Scincidae	*Eumeces gilberti rubricaudatus*	NE, Pr
	Eumeces skiltonianus skiltonianus	
Teiidae	*Cnemidophorus hyperythrus hyperythrus*	Pag 30
	Cnemidophorus hyperythrus schmidti	
	Cnemidophorus hyperythrus beldingi	
	Cnemidophorus labialis	
	Cnemidophorus tigris multiscutatus	
	Cnemidophorus tigris tigris	
Anguidae	*Elgaria multicarinata webbi*	NE, Pr
Anniellidae	*Anniella geronimensis*	E, Pr
	Anniella pulchra	NE, Pr
Leptotyphlopydae	*Leptotyphlops humilis cahuilae*	
	Leptotyphlops humilis humilis	
Boidae	*Lichanura trivirgata roseofusca*	NE, A
	Lichanura trivirgata gracia	NE, A
	Lichanura trivirgata	NE, A
Colubridae	*Arizona elegans eburnata*	
	Arizona elegans occidentalis	
	Arizona elegans pacata	
	Chilomeniscus cinctus	E, Pr
	Chionactis occipitalis annulata	
	Coluber flagellum fuliginosus	NE, A
	Coluber flagellum piceus	NE, A
	Coluber lateralis lateralis	
	Diadophis punctatus similis	
	Elaphe rosaliae	
	Hypsiglena torquata deserticola	NE, Pr
	Hypsiglena torquata klauberi	NE, Pr
	Lampropeltis getulus californiae	NE, A
	Lampropeltis zonata agalma	
	Phyllorhynchus decurtatus perkinsi	
	Pituophis melanoleucus annectens	
	Pituophis melanoleucus bimaris	
	Pituophis melanoleucus affinis	
	Rhinocheilus lecontei lecontei	
	Salvadora hexalepis hexalepis	
	Salvadora hexalepis klauberi	
	Salvadora hexalepis virgultea	
	Sonora semiannulata	
	Tantilla planiceps	
	Thamnopis elegans hueyi	
	Thamnopis hammondii	
	Trimorphodon biscutatus vandenburghi	NE, A
Viperidae	*Crotalus atrox atrox*	NE, Pr

	Crotalus cerastes lateralorepens	NE, Pr
	Crotalus enyo furvus	E , A
	Crotalus enyo enyo	E , A
	Crotalus mitchelli pyrrhus	NE, Pr
	Crotalus ruber ruber	NE, Pr
	Crotalus viridis helleri	NE, Pr

MAMIFEROS

Tabla 5 Mamíferos

Orden/Familia	**Especie**	**Categorías de acuerdo a la NOM-059 -SEMARNAT -2010**	* **En cámaras trampa**
Insectívora			
Familia Soricidae	*Sorex ornatus ornatus*	NE A	
	Notiosorex crawfordi crawfordi		
Familia Talpidae	*Scapanus latimanus anthonyi*	NE P	
Chiroptera			
Familia Vespertilionidae	*Antrozous pallidus pacificus*		
	Myotis subulatus melanorhinus		
	Myotis yumanensis yumanensis		
	Myotis milleri		
	Myotis evotis evotis	NE Pr	
	Myotis californicus sthepensi		
	Myotis volans		
	Nycteris borealis teliotis		
	Nycteris cynerea cynerea		
	Nycteris ega xanthina		
	Pipistrellus hesperus hesperus		
	Eptesicus fuscus pallidus		
Familia Molossidae	*Tadarida brasiliensis mexicana*		
	Tadarida femorosacca		
	Tadarida macrotis		
Familia Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	NE A	
	Macrotus waterhousii californicus		
Lagomorpha			
Familia Leporidae	*Sylvilagus bachmanii*		
	Sylvilagus bachmanii howelli		
	Sylvilagus bachmanii rosaphagus		
	Sylvilagus audubonii		
	Lepus californicus martirensis		
Rodentia			
Familia Sciuridae	*Eutamias obscurus obscurus*		
	Spermophilus beecheyi nudipes		
	Ammospermophilus leucurus		
	Tamasciurus mearnsii		
	Peromyscus boylii rowleyi		
	Peromyscus truei martirensis		
	Peromyscus californicus insignis		
	Peromyscus maniculatus		

Familia Geomyidae	*Thomomys umbrinus martirensis*		
Familia Heteromyidae	*Dipodomys merriami*		
	Chaetodipus spinatus oribates		
	Chaetodipus baileyi		
	Perognathus formosus mesembrinus		
	Chaetodipus californicus mesopolius		
Familia Cricetidae	*Neotoma lepida*		
	Neotoma fuscipes martirensis		
	Microtus californicus hyperythrus	NE P	
	Reithorodontomys megalotis peninsulae		
Carnivora			
Familia Canidae	*Canis latrans*		*
	Urocyon cinereoargenteus		
Familia Mustelidae	*Spilogale putorius martirensis*		
	Taxydea taxus		
Familia Felidae	*Puma concolor*		*
	Lynx rufus		*
Familia Procyonidae	*Procyon lotor*		
	Bassariscus astutus palmarius		
Artiodactyla			
Familia Cervidae	*Odocoileus hemionus*		*
Familia Bovidae	*Ovis canadensis*	NE Pr	

AVES

Tabla 6 Aves

Familia	Especie	Nombre Común	Observadas en recorridos	Categorías de acuerdo a la NOM-059 -SEMARNAT -2010
Anatidae	*Anas acuta acuta*	Pato Golondrina		
	Anas americana	Pato Calvo		
	Anas crecca carolinensis	Cerceta Aliverde		
	Anas cyanoptera septentrionalium	Cerceta Café		
	Anas platyrhynchos platyrhynchos	Pato Común		
	Aythya valisineria	Pato Borrado		
Apodidae	*Chaetura vauxi vauxi*	Vencejillo Común		
	Cypseloides niger borealis	Vencejo Negro		
Trochillidae	*Calypte anna*	Chupaflor Cuello Escarlata	*	
	Selasphorus rufus	Chupaflor Dorado		
	Selasphorus sasin sasin	Chupaflor petirrojo		
	Stellula calliope	Chupaflor Rafaguitas		
Charadriidae	*Charadrius vociferus vociferus*	Tildío		
Scolopacidae	*Actitis macularia*	Alzaculito		
	Calidris bairdii	Chichicuilote de Baird		
	Calidris minutilla	Chichicuilote Minimo		
	Limnodromus scolopaceus	Agachona Piquilargo		
	Numenius americanus	Zarapico		
	Tringa melanoleuca	Tingüis Grande		
	Tringa solitaria	Chichicuilote Solitario		
Columbidae	*Columba fasciata*	Paloma de Collar		
	Columba macroura	Paloma Huilota	*	
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Pescador Norteño		
Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos Californiano		
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	*	
	Gymnogyps californianus	Cóndor Californiano	*	NE P
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán Palomero		NE Pr
	Accipiter striatus velox	Gavilán Pajarero		NE Pr

	Aquila chrysaëtos	Águila Real	*	NE A
	Buteo albonotatus	Aguililla Cola Cinchada		NE Pr
	Buteo jamaicencis	Aguililla Cola Roja	*	
	Buteo lineatus elegans	Gavilán Ranero		NE Pr
	Buteo regalis	Aguililla Patas Ásperas		
Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón Café		NE A
Odontophoridae	*Callipepla californica*	Codorniz Californiana	*	
	Oreortyx pictus confinis	Codorniz de Montaña		
Rallidae	*Fulica americana americana*	Gallareta Gris		
	Porzana carolina	Gallineta de Ciénaga		
	Rallus limícola limicola	Rascón de Agua		NE A
Tyrannidae	*Contopus borealis*	Mosquero Boreal		
	Contopus sordidulus	Mosquerito Occidental		
	Empidonax difficilis	Mosquerito Barranqueño		
	Pyrocephalus rubinus flammeus	Brasita de Fuego		
	Sayornis nigricans semiatra	Mosquero Negro		
	Sayornis saya	Papamoscas Boyero	*	
	Tyrannus verticalis	Madrugador Avispero		
Hirundinidae	*Progne subis*	Martín Azul		
	Tachycineta bicolor	Golondrina Invernal		
	Stelgidopteryx serripennis psammochrous	Golondrina Aliaserrada		
Corvidae	*Aphelocoma coerulescens*	Urraca Azulejo		
	Corvus corax	Cuervo Grande	*	
	Gimnorhinus cyanocephalus	Urraca piñonera		
	Nucifraga columbiana	Cascanueces		NE P
Paridae	*Poecile gambeli*	Mascarita Montañesa		
Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Valoncito		
Sittidae	*Sitta carolinensis alexandrae*	Saltapalo Blanco		
	Sitta Pygmaea leuconucha	Saltapalo Enamo		
Certhiidae	*Certhia americana occidentalis*	Carpinterito		
Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared Tepetatero	*	
	Troglodytes aedon parkmanii	Saltapared Cucarachero		
Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo de Rojo		

	Regulus satrapa	Reyezuelo de Oro		
Sylviidae	*Polioptila melanura lucida*	Perlita Colinegra		
Turdidae	*Catharus guttatus*	Mirlillo Solitario	*	
	Catharus ustulatus	Mirlillo de Swainson		
	Myadestes townsendi townsendi	Jilguero Norteño		
	Sialia mexicana	Ventura Azul	*	
	Turdus migratorius	Primavera Real		
Timaliidae	*Chamaea fasciata canicauda*	Camaea	*	
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle Norteño		
	Toxostoma bendirei	Cuitlacoche sonorense		
	Toxostoma redivivum redivivum	Cuitlacoche Californiano	*	
Motacillidae	*Anthus rubescens*	Alondra de Agua		
Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Picotero		
Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens lepida*	Capulinero negro		
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verduguillo	*	
Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo Aceitunado		
	Vireo solitarius	Vireo Solitario		
Parulidae	*Geothlypis tolmiei tolmiei*	Verdin de Tolmie		
	Oreothlypis celata	Gusanero Cabecigris		
	Setophaga cerulea	Verdin Azulado		
	Setophaga coronata	Verdin de Toca		
	Setophaga nigrescens	Verdin gargantinegro		
	Setophaga occidentalis	Verdin Coronado		
Cardinalidae	*Passerina amoena*	Gorrion Cabeciazul		
	Pheucticus melanocephalus maculatus	Tigrillo		
	Piranga ludoviciana	Piranga Cabecirrojo		
Emberizidae	*Amphispiza belli*	Chiero de Lunar	*	
	Amphispiza bilineata	Chiero Barbanegra		
	Chondestes grammacus strigatus	Chindiquito		
	Junco hyemalis townsendi	Carbonero Viejo		
	Melospiza lincolnii	Zorzal de Lincoln		
	Passerella iliaca	Gorrion Vulpino		
	Pipilo chlorurus	Toquí cola verde		
	Pipilo erythrophthalmus	Toquí de Socorro		

	Pooecetes gramineus confinis	Gorrion Torito		
	Spizella atrogularis cana	Chimbito Carbonero		
	Spizella breweri breweri	Chimbito de Brewer		
	Spizella passerina	Chimbito Común		
	Zonotrichia atricapilla	Zacatonero Corona Dorada		
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento		
	Euphagus cyanocephalus	Tordo Migratorio		
	Icterus cucullatus	Calandria Zapotera		
	Icterus parisorum	Calandria Tunera		
	Molothrus ater	Tordo negro		
Fringillidae	*Haemorhous purpureus*	Gorrión Purpureo		
	Hemorhous cassinii	Gorrión de Cassin		
	Loxia curvirostra stricklandi	Picocruzado		
	Spinus lawrencei	Dominiquito de Lawrence		
	Spinus pinus	Piñonero Rayado		
	Spinus psaltria hesperophilus	Dominiquito Dorado		
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis californicus*	Pelicano Moreno		NE A
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus albociliatus*	Cormorán		
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero Encinero		
	Melanerpes lewis	Carpintero de Lewis		
	Picoides nuttallii	Carpintero de Nuttall		
	Picoides scalaris	Carpintero Listado		
	Picoides villosus hyloscopus	Carpintero Ocotero		
	Sphyrapicus thryoideus	Carpintero Garganta Roja		
Tynonidae	*Tyto alba pratincola*	Lechuza Común		

ANEXO 2. Formato de Registro de Fauna

Código de rescate	Especie	Coordenadas de Fauna		Fecha/hora		Condición Física		Características físicas del sitio	Observaciones
		Rescatada	Reubicada	Rescatada	Reubicada	Rescatada	Reubicada		

Anexo 23
Programa de Conservación de Suelo y Agua

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y CAPTACIÓN DE SUELO Y AGUA

PROYECTO:

"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"

Elaborado por:

Proyectos Sustentables
Consultoria y ADR

Ensenada, Baja California, 12 Mayo de 2025.

TABLA DE CONTENIDO

I. ANTECEDENTES 2
II. INTRODUCCIÓN 2
III. OBJETIVOS 3
III.1 Objetivo General 3
III.2 Objetivos Específicos 3
IV. LOCALIZACIÓN 3
V. NATURALEZA DEL PROYECTO 6
VI. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA PERDIDA DE SUELO (Cambio de Uso de Suelo) 6
VI.1 Etapa de Preparación del sitio (Limpieza y desmonte) 6
VI.2 Etapa de Construcción 7
VII. GEOLOGIA EN POLIGONO DE TRABAJO 8
VIII. TIPO DE SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO 9
IX. EROSION EN EL AREA DE CUSTF 10
X. ANALISIS DE EROSION DE SUELOS. 10
X.1 Degradación de los suelos con proyecto. 10
X.2 Estimación de la pérdida de suelos en el área propuesta para el proyecto en el estado actual. 10
X.3 Estimación de la pérdida de suelo al remover la cubierta vegetal, sin medidas de mitigación. 11
X.4 Medidas de protección y conservación de suelos que se propone realizar y programa de ejecución 13
X.5 Construcción de obras de conservación de suelo y agua. 13
XI. ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE CONSERVACION Y CAPTACION DE SUELO Y AGUA 16
XII. ACTIVIDADES A REALIZAR EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO QUE GENERAN PROCESOS EROSIVOS 16
XIII. CRONOGRAMA 17
XIV. REFERENCIAS 17

Listado de Tablas

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo. 5
Tabla 2 Procesos predominantes en la Etapa de Preparación del Sitio. 10
Tabla 3. Superficie sujeta a cambio de uso de suelo. 10
Tabla 17. Tasa de erosión y perdida de suelo actual en el sitio sujeto a CUSTF. 11
Tabla 3 Cronograma de Trabajo 17

Listado de Figuras

Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto 4
Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura 5
Figura 3 Plano Topográfico y de Conjunto del área sujeta a CUSTF, y su infraestructura. 7
Figura 4 Mapa Geológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Conjunto de datos Geológicos vectoriales escala 1:250 000 serie I. 8
Figura 5 Mapa Edafológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250 000. 9

I. ANTECEDENTES

El proyecto ***"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)",*** se localiza en el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir. Este cambio de uso de suelo corresponde al área en la cual se establecerá una infraestructura consistente en una base cimentada que soportará al Telescopio así como una caseta para la operación de los servicios de apoyo requeridos, asimismo se incluye el área que se requiere para la operación de maquinaria y equipo requerido durante la etapa de construcción de la base y que será de uso temporal, en un área que requiere de cambio de uso de suelo de 1,375.45 m^2.

Este documento consiste en el Programa de Conservación de Suelos que se presenta como complemento al Manifiesto de Impacto Ambiental que se somete ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para la gestión de la autorización del Documento Técnico Unificado-B para el Cambio de Uso de Suelo.

En este apartado se solicita..."*la presentación de un Programa de Conservación de Suelo y Agua, para aquellas áreas en las que puedan presentarse problemas de erosión en donde se llevaran a cabo acciones de conservación y/o restauración de suelos con el propósito de evitar su perdida en el área del proyecto. Debiendo contar al menos con: 1) Estimación de la pérdida de suelos en el área propuesta para el proyecto en el estado actual, 2) Pronóstico de la pérdida de suelo al remover la cubierta vegetal, sin medidas de mitigación, 3) Medidas de protección y conservación de suelos que se propone realizar y programa de ejecución y 4) Pronostico de la perdida de suelo con la realización del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación"…*

Con base en la información biológica generada en el estudio de campo para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto y el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ETJ) se elaboró el presente **"Programa de Conservación y Captación de Suelo y Agua"**, en el que se tomarán en consideración los diferentes tipos de suelo existentes en las áreas de análisis a diversos niveles con la finalidad de que las técnicas propuestas incluyan el escenario en el Polígono propuesto para Cambio de Uso de Suero en Terrenos Forestales (CUSTF).

II. INTRODUCCIÓN

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión del suelo puede deberse a diversos factores ya sea por efecto de la misma naturaleza, por ejemplo con la presencia de precipitaciones muy intensas, inundaciones que provocan deslaves, pérdida de la cobertura forestal, viento, uso excesivo para las actividades agropecuarias y agrícolas y de abonos químicos en los suelos, etc.

En el caso particular del proyecto las actividades de preparación del sitio, que implica la remoción de vegetación forestal potencializa los efectos de los elementos, aire y lluvia, sobre el suelo. Por lo que resulta importante identificar las áreas de mayor sensibilidad y proponer las medidas para atenuar los efectos de las obras relacionadas con él.

III. OBJETIVOS

III.1 Objetivo General

Desarrollar las técnicas de manejo y restauración de suelo del proyecto, en un polígono para CUSTF de 1,375.45 m^2.

III.2 Objetivos Específicos

- Establecer medidas de mitigación que se apliquen al momento del derribo de arbolado y desmonte y uso de la vegetación removida.
- Establecer propuestas y acciones concretas de restauración de los suelos afectados por el cambio de uso de suelo del proyecto, con la finalidad de propiciar las mejores condiciones en los suelos por los efectos de la erosión hídrica y eólica.
- Restaurar una zona forestal deteriorada, con el fin de compensar la pérdida de la vegetación y los servicios ambientales afectados por los cambios de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto a través de la realización de actividades de restauración de suelos, reforestación y demás acciones necesarias para lograr la restauración del sitio deteriorados y propiciar la sucesión ecológica, su persistencia y evolución.

IV. LOCALIZACIÓN

El programa de ordenamiento ecológico determina que el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental 11 (UGA-11), bajo una política de Protección ambiental. Esta política tiene como objetivo preservar ecosistemas con alta biodiversidad y especies endémicas de flora y fauna, garantizando así la integridad de los sistemas ambientales. Se permite el uso de recursos naturales siempre que se cumpla con la normatividad correspondiente y, en el caso de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), lo establecido en su Programa de Conservación y Manejo.

La UGA-11 abarca una superficie total de 66,307.422 hectáreas, predominantemente cubierta por matorral xerófilo. Además, ha sido designada como Región Terrestre Prioritaria (RTP: Sierra de San Pedro Mártir) por la CONABIO, y cuenta con unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de carácter cinegético. Según el criterio de regulación ecológica (UGA 11: PRO01), en las áreas naturales protegidas oficialmente establecidas, el desarrollo de obras y actividades deberá ajustarse al decreto de creación y al programa de manejo vigente.

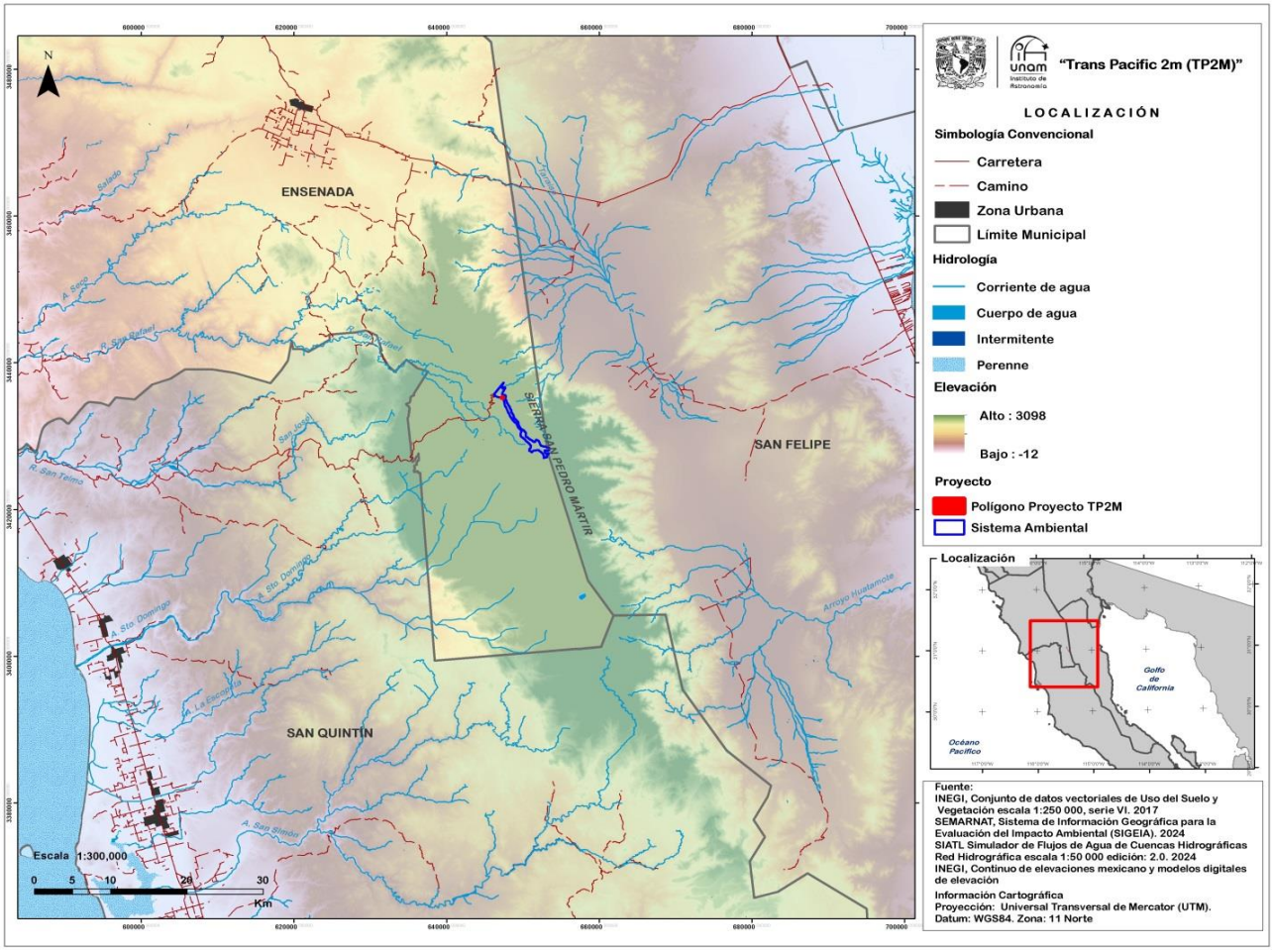


Figura 1 Macrolocalización del sitio del proyecto.

Dentro del contexto local el proyecto solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 1,375.45 m^2, misma que se observa en la Figura 2.

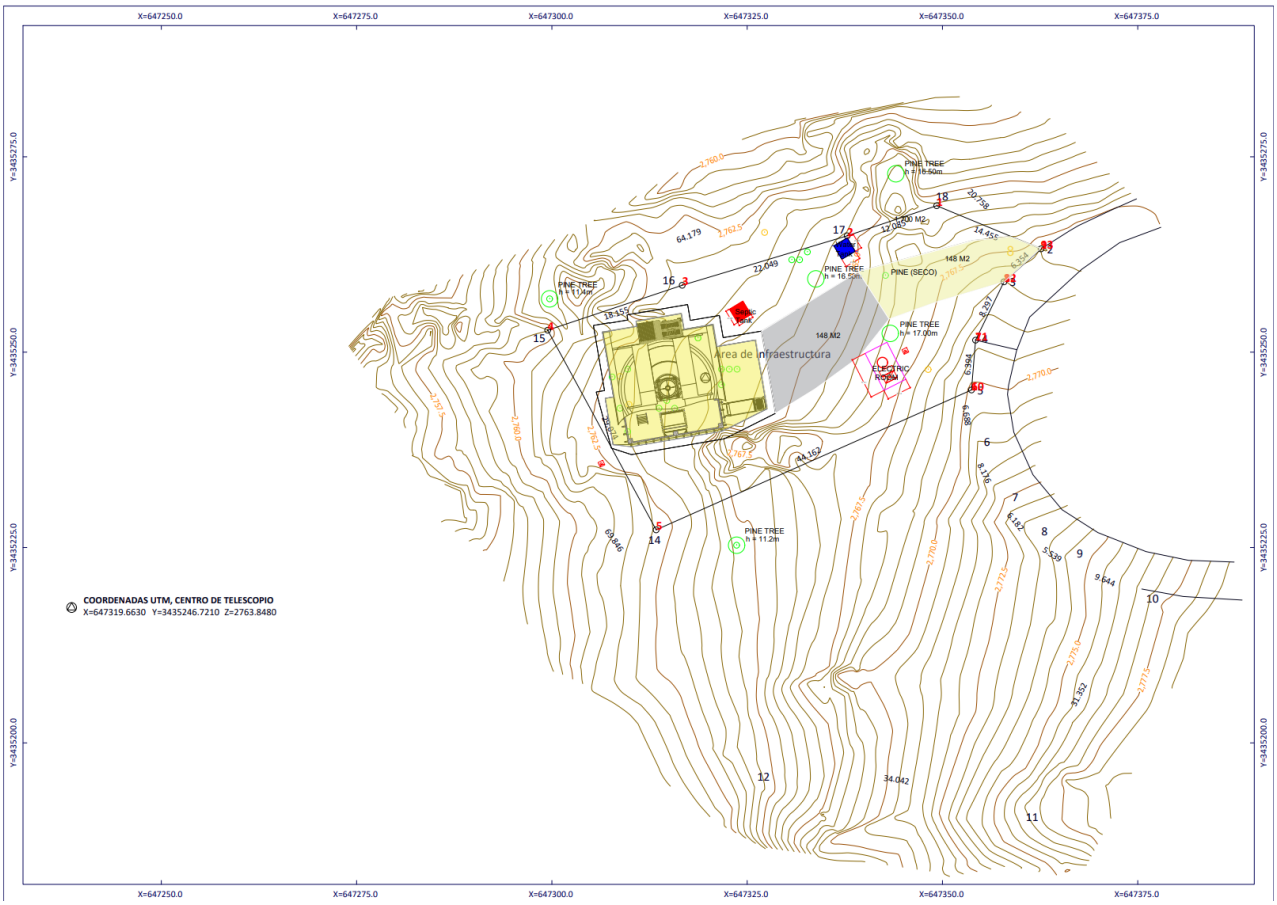


Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN		
	Área infraestructura/ CUSTF	
	Coordenadas UTM , WGS 84 11R	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
AREA=1,375.45 m²		

El uso actual del suelo es forestal, la extensión del área en hectáreas que se solicita modificar es de 0.1375452 ha (1,375.45 m²) y se solicita para realizar actividad científica.

V. NATURALEZA DEL PROYECTO

El TPO está diseñado como una iniciativa de investigación colaborativa y dinámica, enfocada en maximizar el potencial científico del telescopio TP2m. El proyecto enfatiza programas de observación de acceso abierto que permiten a cada institución participante llevar a cabo estudios independientes y conjuntos, asegurando un amplio espectro de investigaciones astronómicas. El objetivo principal es optimizar el rendimiento científico de la instalación mediante programas de investigación innovadores, instrumentación avanzada y una sólida cooperación internacional.

Para alcanzar sus objetivos, el proyecto se estructura en torno a esfuerzos de investigación coordinados que integran la experiencia de múltiples disciplinas en astronomía y astrofísica. Las principales áreas de investigación incluyen la astronomía de fenómenos transitorios, la astrofísica estelar, el estudio del medio interestelar (ISM) y el monitoreo de Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs), entre otros. Estas líneas de investigación han sido seleccionadas para aprovechar al máximo las capacidades del telescopio y abordar cuestiones fundamentales en astrofísica.

Los instrumentos de primera luz, el Imager y ESOPO, proporcionan herramientas de observación de gran precisión para imágenes y espectroscopía, respectivamente. El Imager de múltiples canales, desarrollado por NCUIA, permite observaciones simultáneas en varias bandas, facilitando el estudio rápido de fenómenos transitorios. El espectrógrafo ESOPO, diseñado y construido por UNAM, ofrece análisis espectral de resolución media, apoyando una amplia gama de investigaciones astrofísicas.

Un componente clave de la misión del TPO es el fomento de la colaboración científica y tecnológica entre las instituciones asociadas. El proyecto promueve el desarrollo conjunto de estrategias de observación, técnicas de análisis de datos y nueva instrumentación para mejorar las capacidades del telescopio. Este enfoque colaborativo garantiza la sostenibilidad y evolución a largo plazo del observatorio, permitiendo mejoras continuas en la calidad de los datos y en su impacto científico.

VI. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LA PERDIDA DE SUELO (Cambio de Uso de Suelo)

La superficie total del proyecto para la cual se solicitara la autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales es 1,375.75 m^2.

VI.1 Etapa de Preparación del sitio (Limpieza y desmonte)

Se realizarán actividades de desmonte de área con el fin de tener el espacio suficiente para el manejo seguro de maquinaria y materiales utilizados y por lo tanto reducir los riesgos de accidentes al personal y al entorno. Los métodos de desmonte corresponderán al tipo y necesidades del terreno, estos incluirán equipo y maquinaria. Las actividades de desmonte, deberán realizarse en trayectorias lineales, para dar oportunidad al desplazamiento de flora y fauna que pudiera encontrarse dentro del área. Evitando el atrapado de fauna de lento desplazamiento en la confluencia de diferentes frentes de trabajo.

Se iniciará el proceso con la limpieza del área de trabajo, para retirar el material suelto, materia vegetal. Este trabajo se realizará con medios manuales, y herramientas de mano como palas, picos y barras. En el caso de ser necesario retirar la capa edáfica, será reincorporada en otros sitios para su posterior integración al terreno natural. El retiro de maleza, material suelto y rocas sueltas; se realizará de forma manual. Se retirará la vegetación que se encuentre en el sitio de la obra, tanto en la zona de maniobras como en el área de la construcción en sí.

Una vez limpio el sitio, se prosigue con el marcaje de los puntos, esto se realizará por medio de una estación total y nivel fijo, indicando los centros donde se ubicarán las estructuras de cimentación, se dejará señalado con cinta y estacas, que serán retiradas al finalizar el proceso. Una vez determinados los puntos se realizarán las excavaciones correspondientes con herramienta menor y equipo neumático.

VI.2 Etapa de Construcción

Como preparación del sitio, se requiere de los estudios y obtención de autorizaciones o permisos y los trabajos necesarios para la instalación del radiotelescopio. Se requiere realizar primeramente el trazado con la mayor precisión, ahuyentamiento y/o reubicación de la fauna, rescate y reubicación susceptible de vegetación, posteriormente desmonte de la vegetación con herramienta de mano, derribo direccional de árboles, desramado y apilamiento temporal de esta vegetación para posteriormente ser usadas en obras de conservación de suelo y ser esparcida en sitios desprovistos de vegetación, limpieza del terreno, nivelación, excavaciones para la cimentación de la base del telescopio de 335.77m, a base de concreto hidráulico armado.

Se construirá un camino de 7 m de ancho, revestido con concreto hidráulico y se dejará un área de maniobras para la grúa y vehículos para el montaje de la estructura, cúpula y equipos.

No se cuenta con infraestructura existente (electricidad y fibra óptica) en el sitio, por lo que se requiere el desarrollo de estas, lo que implica llevarlas desde las instalaciones más cercanas a 50 y 190 metros de distancia, respectivamente.

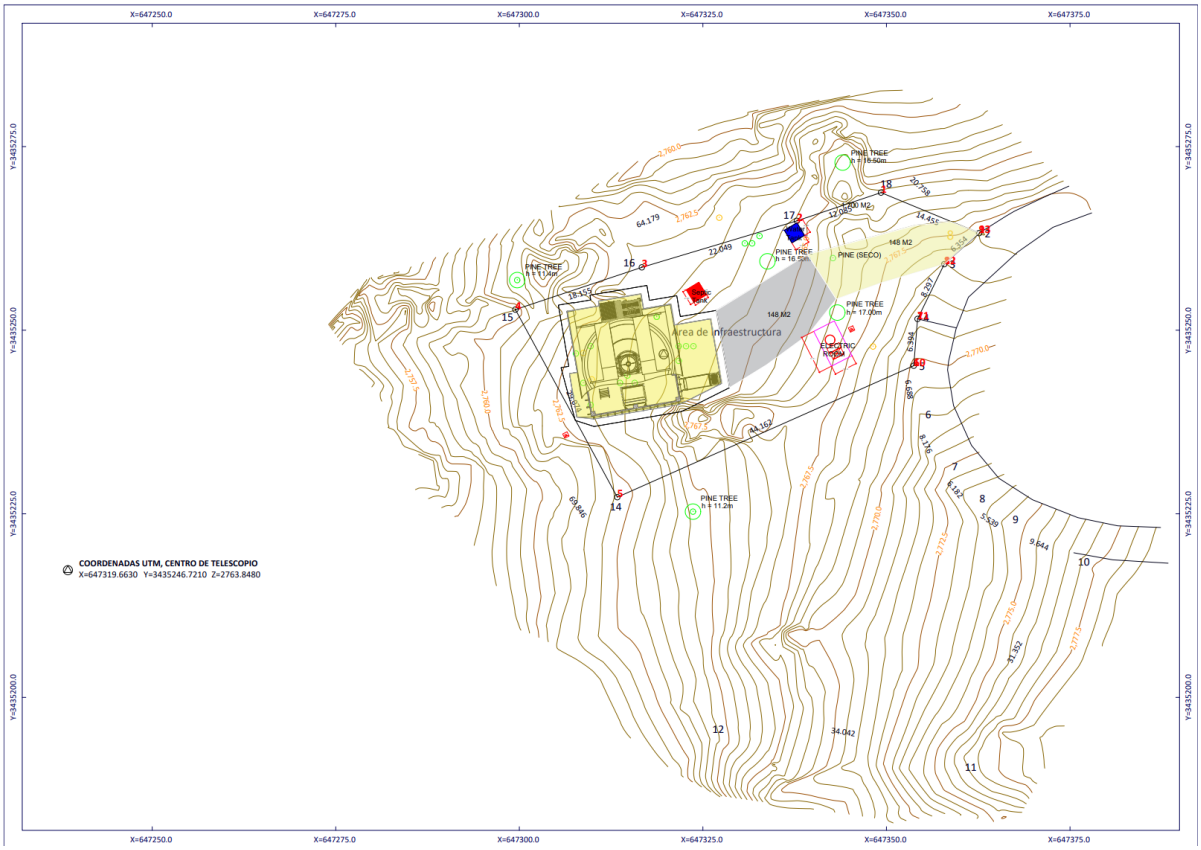


Figura 3 Plano Topográfico y de Conjunto del área sujeta a CUSTF, y su infraestructura.

El concreto será premezclado en planta, llevado desde Ensenada, para evitar el mezclado en sitio. Se colocarán barreras con triplay y plástico para retener el material que pueda ser salpicado durante el procedimiento, los restos serán retirados del Parque Nacional y dispuesto por el contratista en sitio de acopio en Ensenada.

VII. GEOLOGIA EN POLIGONO DE TRABAJO

El Sistema Ambiental está dominado por extensas áreas de granodiorita, una roca ígnea intrusiva del Batolito Peninsular. Esta roca presenta estructuras características como fracturas por enfriamiento y posibles pulsos magmáticos semicirculares. También se presentan en el área pequeños cuerpos plutónicos de composición diorítica; en las partes centrales se pueden apreciar parches de roca metamórfica y en la zona occidental baja, predominan rocas metasedimentarias prebatolíticas.

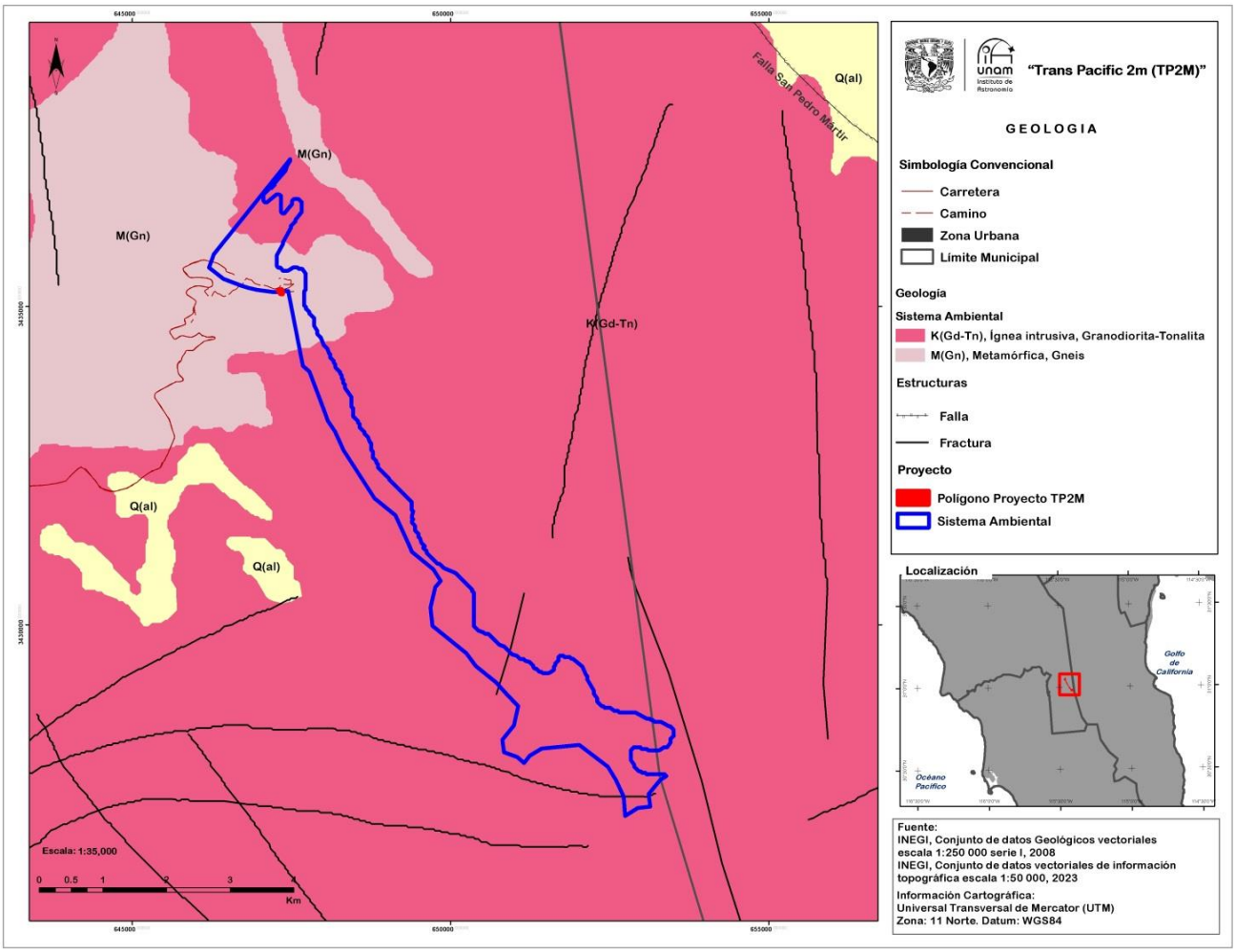


Figura 4 Mapa Geológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2008), Conjunto de datos Geológicos vectoriales escala 1:250 000 serie I.

La pendiente media en el sitio del proyecto se calculó en el apartado de Erosión, con base a la longitud y la diferencia de altura del punto más alto y más bajo. La pendiente se representa por S% y se calcula dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto que del terreno, 2,776 m, al más bajo, 2,762 m, entre la longitud del mismo, donde la longitud para nuestro caso es de 90.500 m. Una vez calculada S que para el caso del proyecto es, **S=14.917%.**

VIII. TIPO DE SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO

Con base a la carta edafológica publicada por INEGI, el suelo que mayor área cubre y el de mayor interés en este documento por tratarse del suelo que cubre casi en su mayoría la zona de estudio es el Leptosol. Este tipo de suelo es somero, depositado sobre roca o suelos de grava o pedregoso, y es común en regiones montañosas. Además, hacia el sur del polígono, se puede encontrar un parche de suelo tipo phaeozem, que corresponde a suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima continental. Presentan coloraciones oscuras en su superficie y pueden o no tener carbonatos secundarios (IUSS, 2007).

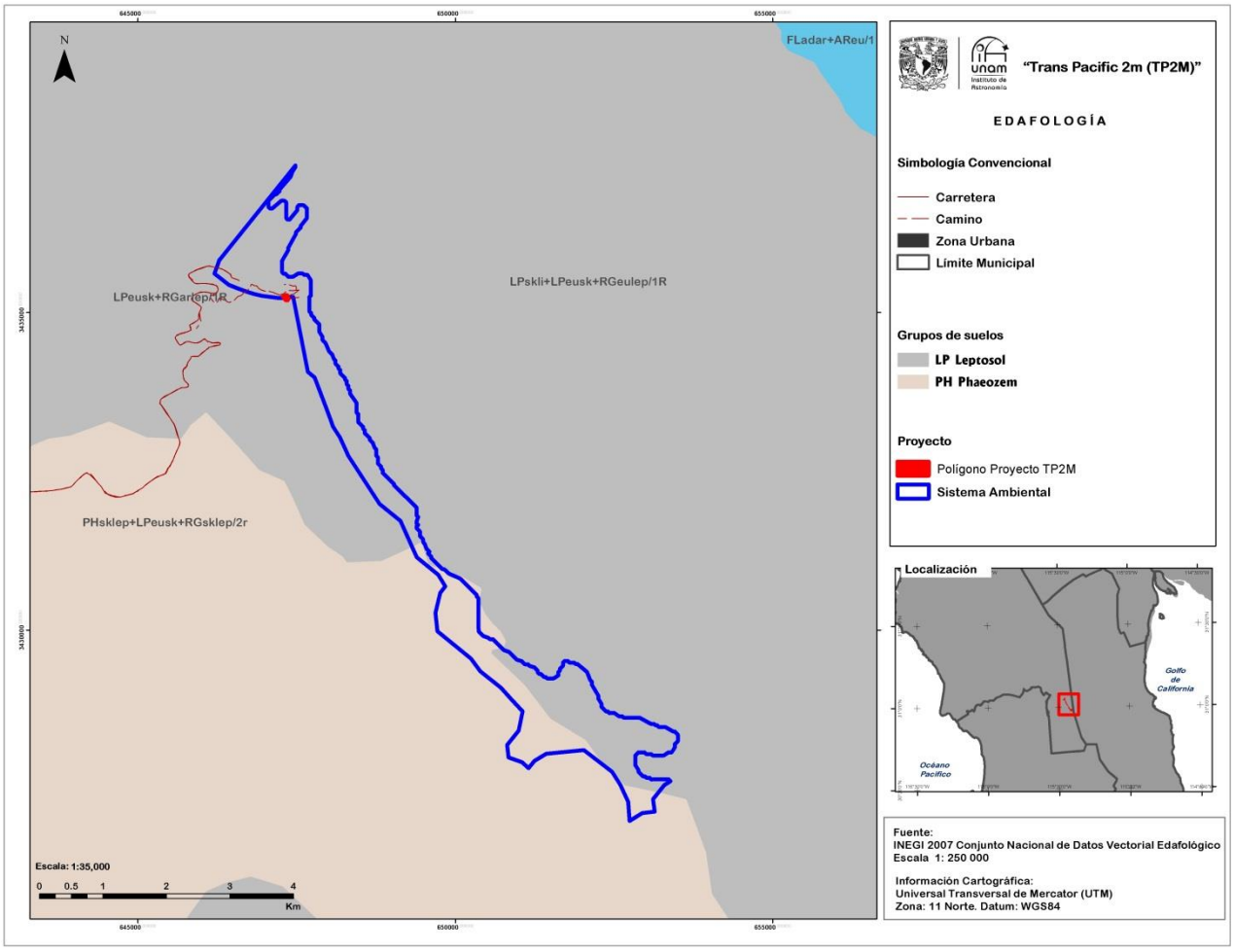


Figura 5 Mapa Edafológico. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250 000.

IX. EROSION EN EL AREA DE CUSTF

Los procesos que predominan en área del proyecto para su etapa de Preparación del sitio y construcción con base a las actividades descritas anteriormente se describen a continuación:

Tabla 2 Procesos predominantes en la Etapa de Preparación del Sitio.

ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO		
Acción	**Descripción**	**Efecto erosivo**
Desmonte de vegetación	El desmonte, o también conocido como desyerbe consiste en retirar las plantas, cactus y en general toda la vegetación donde se realizarán las construcciones.	El desmonte es un factor que al interactuar con el viento y el agua provocan un desnudamiento superficial
Despalme y limpieza	El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (30 cm) que por sus características no es adecuada para la construcción. Tiene como objetivo evitar movimientos en los terraplenes y eliminar materia orgánica vegetal susceptible de causar problemas por crecimiento posterior. No aplica.	Su efecto erosivo con la intervención del viento y el agua provocan un desnudamiento superficial. No aplica.
ETAPA DE CONSTRUCCION		
Acción	**Descripción**	**Efecto erosivo**
Construcción obra civil	Son el conjunto de actividades en las que se desarrolla la construcción del muro de contención.	Tiene como resultado la suma de diferentes procesos erosivos como la compactación del suelo, erosión mecánica por maquinaria y equipo, la modificación del suelo original, entre otros.

X. ANALISIS DE EROSION DE SUELOS.

X.1 Degradación de los suelos con proyecto.

La superficie total del predio que se requiere para cambio de uso de suelo forestal es de **1,375.45** m^2, que está cubierta de vegetación forestal en un 40%, y será removida en el cambio de uso de suelo, el 60% del terreno presenta cobertura rocosa o libre de vegetación, sin embargo también se solicitara el cambio por presentarse en parches irregulares la distribución de esta vegetación en el terreno.

Tabla 3. Superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

Concepto	**Superficie (m^2)**	**% del predio**
Superficie del área sujeta a CUSTF con vegetación forestal	550.18	40
Superficie del área sujeta a CUSTF sin vegetación forestal	825.27	60
Superficie total del área sujeta a CUSTF	**1,375.45**	**100**

X.2 Estimación de la pérdida de suelos en el área propuesta para el proyecto en el estado actual.

Para el análisis de erosión hídrica en el sitio del proyecto se utilizó la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (EUPS) (Wischmeier & Smith, 1978). Se estima la pérdida de suelo anual, que se producen en una parcela o superficie de terreno debidas a la erosión superficial, laminar, ante unas determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos de suelo (González, 1991).

La ecuación se expresa de la siguiente manera (Ec. 1):

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Dónde:

A=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr)
K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha.Mj*ha/mm/hr)
LS=Longitud y grado de pendiente
L=Longitud (m)
S=Grado de la pendiente (%)
C=Factor de vegetación
P=Factor de prácticas mecánicas de control de erosión.

Con base a la Ec. 1, los resultados de la estimación de la pérdida de suelo, resulta en una tasa de erosión en una hectárea es de 2.941847 Ton/ha/año en su estado actual. La pérdida de suelo actual en el área de CUS (0.1375452 ha) es de 0.404637 Ton/año.

Recordando la ecuación modificada que no incluye el factor (P) correspondiente a las obras de protección, sin embargo si se toma en cuenta el factor (C) correspondiente al grado de protección de la vegetación presente en el sitio:

$$A=R*K*LS*C$$

Dónde:
A=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr) = 1,330.55
K= Erosionabilidad del suelo (constante)= 0.005.
LS=Longitud y grado de pendiente= 4.4219857
C=Factor de protección de la vegetación= 0.10

Sustituyendo en la Ecuación los resultados quedan como siguen:

Tabla 4. Tasa de erosión y perdida de suelo actual en el sitio sujeto a CUSTF.

Tipo suelo	Erosión actual	Pérdida actual de suelo en el sitio sujeto a CUSTF (0.1375452 ha)
	Ton/ha/Año	Ton/Año
Arena	**2.94184**	**0.404637**

X.3 Estimación de la pérdida de suelo al remover la cubierta vegetal, sin medidas de mitigación.
Esta puede definirse como el pronóstico de pérdida de material en un suelo como consecuencia de la influencia del relieve, la erodibilidad de los suelos y la erosividad de las lluvias.

Supone el territorio desprovisto de cubierta vegetal protectora homogénea (Factor C), sin embargo se incluye el Factor P, que corresponde a las obras de prácticas de conservación de suelos.

$$Ep=R*K*LS*P$$

Dónde:
Ep=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr) = 1,330.55
K= Erosiónabilidad del suelo (constante)= 0.005
LS=Longitud y grado de pendiente= 2.6466683
P=Obras de manejo/medida de mitigación = 0.7

- **Tasa de erosión que se presenta una vez eliminada la vegetación forestal**

La ecuación para la estimación de la erosión potencial eliminando la vegetación **(Factor C)** queda como sigue: Ep=R*K*LS
La ecuación para la estimación de la erosión potencial modificada con prácticas de conservación **(Factor P)** queda como sigue: Ep=R*K*LS*P

Dónde:
Ep=Erosión actual del suelo (ton/ha/año)
R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr) = 1,330.55
K= Erosionabilidad del suelo (constante)= 0.005
LS=Longitud y grado de pendiente= 4.4219857
P=Obras de manejo/medida de mitigación = 0.7

Los factores obtenidos para la ecuación se mantienen por lo que no es necesario describir el cálculo de nuevo.

Tabla 5 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida la vegetación

Tipo suelo	Erosión Potencial (Ton/Ha/Año)	Perdida de suelo en el (Ton/Año) (0.1375452 ha)
	Sin vegetación	Sin vegetación en el CUSTF
Arena	**29.418465**	**4.04637**

Una vez aplicando el **Factor P**, referente al as obras de conservación:

Tabla 6 Estimación de la erosión potencial, y pérdida de suelo una vez removida la vegetación y aplicando las obras de conservación.

Tipo de suelo	Erosión Potencial (Ton/Ha/Año)	Perdida de suelo en el (Ton/Año) (0.1375452 ha)
	Con obras de conservación	Con obras de conservación en el CUSTF
Arena	**20.592926**	**2.832458**

Se estimó que la perdida de suelo actual del sitio propuesto a CUSTF (1,375.45 m^2) es de 0.404637 Ton/Año, sin embargo, el remover el componente de cobertura vegetal (C), se incrementa considerablemente a 4.04637Ton/Año, sin embargo, con la aplicación de las prácticas de conservación en el sitio externo seleccionado, se compensará el suelo erosionado.

Como obras de conservación se eligieron cordones de material vegetal resultante de las actividades del desmonte. Este tipo de obra evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

X.4 Medidas de protección y conservación de suelos que se propone realizar y programa de ejecución

Las técnicas de conservación de suelos son aquellas actividades que se ejecutan para reducir y evitar las pérdidas del mismo por causa de la erosión.

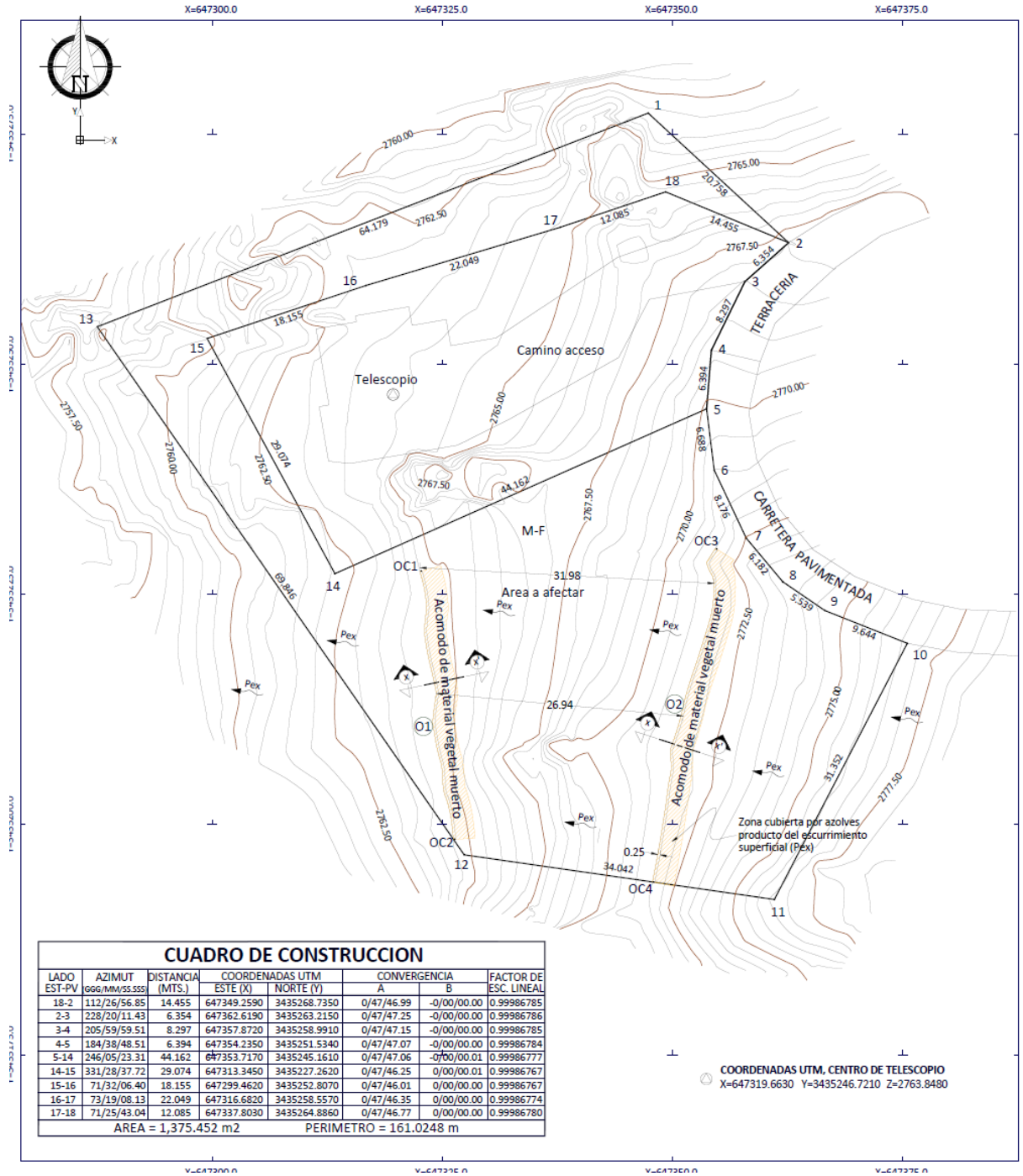
Para este proyecto se propone aplicar las siguientes medidas.

- El desmonte se ejecutará con herramientas de mano y motosierras, evitando el uso de maquinaria. No se realizará despalme, para tratar de conservar el banco de semillas.
- Una vez removida la vegetación, se cortarán las ramas y follaje en general con motosierras y machetes, acumulando este follaje en una orilla del polígono autorizado.
- Concluida la etapa de construcción, este follaje será dispersado sobre el terreno de donde se derribaron los árboles y en la base del muro de piedra, para amortiguar el impacto directo de la lluvia y del agua que va a escurrir por el muro.
- Los fustes de pequeño diámetro se utilizarán para anclarlos con estacas de manera perpendicular a la pendiente.

X.5 Construcción de obras de conservación de suelo y agua.

Se propondrán obras de conservación siguiendo la pendiente y las curvas de nivel, con base en el Manual de Obras Practicas: Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR (2007), como medidas de mitigación a la perdida de agua, ya que disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural, y a la erosión, fomentando la retención de suelo.

Se colocarán dos cordones por fuera del área de CUSTF, siguiendo la curva de nivel uno en la elevación 2,764.50 y el otro en la elevación 2,771.50, estos deberán colocarse perpendicular a la pendiente para disminuir la velocidad y captar el agua de lluvia generada por el escurrimiento (Pex) del área afectada por CUSTF. Se adjunta plano en el Anexo 7.



CUADRO DE CONSTRUCCION

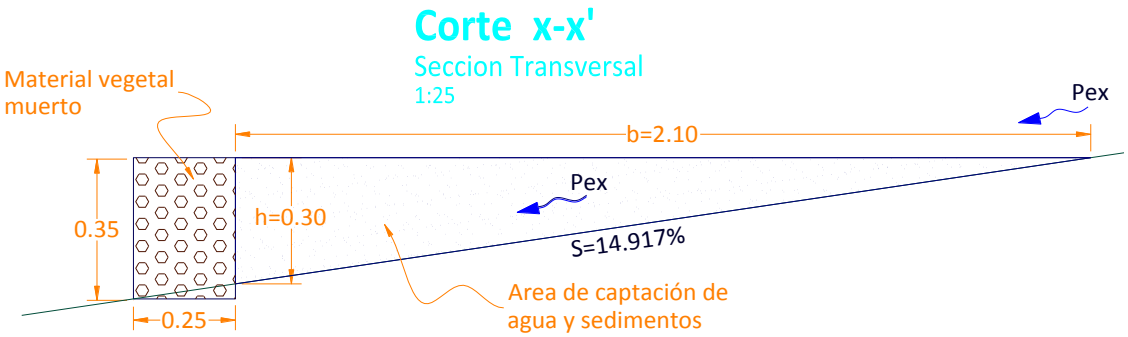
LADO EST-PV	AZIMUT GGG/MM/SS.SSS	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)	CONVERGENCIA A	CONVERGENCIA B	FACTOR DE ESC. LINEAL
18-2	112/26/56.85	14.455	647349.2590	3435268.7350	0/47/46.99	-0/00/00.00	0.99986785
2-3	228/20/11.43	6.354	647362.6190	3435263.2150	0/47/47.25	-0/00/00.00	0.99986786
3-4	205/59/59.51	8.297	647357.8720	3435258.9910	0/47/47.15	-0/00/00.00	0.99986785
4-5	184/38/48.51	6.394	647354.2350	3435251.5340	0/47/47.07	-0/00/00.00	0.99986784
5-14	246/05/23.31	44.162	647353.7170	3435245.1610	0/47/47.06	-0/00/00.01	0.99986777
14-15	331/28/37.72	29.074	647313.3450	3435227.2620	0/47/46.25	0/00/00.01	0.99986767
15-16	71/32/06.40	18.155	647299.4620	3435252.8070	0/47/46.01	0/00/00.00	0.99986767
16-17	73/19/08.13	22.049	647316.6820	3435258.5570	0/47/46.35	0/00/00.00	0.99986774
17-18	71/25/43.04	12.085	647337.8030	3435264.8860	0/47/46.77	0/00/00.00	0.99986780
AREA = 1,375.452 m2		PERIMETRO = 161.0248 m					

Figura 6 Ubicación de las obras de conservación de suelos (se dibujan en color amarillo).

Tabla 7 Coordenadas de ubicación de las obras de conservación de suelo y agua.

COORDENADAS DE LAS OBRAS UTM WGS84 11R				
OBRA	LADO EST-PV	LONGITUD (MTS)	ESTE (X)	NORTE (Y)
01	OC1-OC2	29.60	647322.693	3435227.553
	OC2		647326.332	3435198.404
02	OC3-OC4	37.50	647354.782	3435229.939
	OC4		647347.951	3435193.757

La longitud total de ambos cordones será de 67.00 metros, (uno de 29.60 m y otro de 37.50 m) y en atención a las recomendaciones del Manual de Obras de la Comisión Nacional Forestal en su edición 2017, al sección transversal de los cordones será de 25.0 cm de ancho y 35.0 cm de alto,



Sección transversal del cordón de material vegetal muerto, producto del desmonte del área sujeta a CUSTF.

El suelo retenido por metro lineal de obra es de 0.617 Ton, lo que indica que en conjunto retendrán 41.366 Ton.

$$Vu=SR/PSCUSTF$$

Dónde:

Vu=	Vida útil de las obras de mitigación, en años	
SR=	Suelo recuperado por las obras de mitigación, en Ton=	41.366 Ton
PSCUSTF=	Perdida de suelo en el área sujeta a CUSTF, en Ton/Año=	4.046 Ton/año

Vu= 41.366 Ton /(4.046 ton/año)= 10 años

Los cálculos de las estimaciones se presentan en la memoria de cálculo en Excel en el Anexo 8.

XI. ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y CAPTACIÓN DE SUELO Y AGUA

Se tiene contemplado cumplir en tiempo y forma con las disposiciones en materia ambiental y forestal, autorizaciones y condicionantes oficiales que aplican al proyecto. De igual manera, la ejecución y seguimiento del presente Programa requiere que el personal de las empresas constructoras (y los subcontratistas) que estén relacionadas directa o indirectamente con el proyecto, conozca las disposiciones reglamentarias, asuman las responsabilidades que le correspondan y tomen conciencia de que sus acciones estarán ligadas al compromiso social y ambiental que implican el cuidado y conservación del ambiente y los recursos naturales.

Actividades Previas

- ***Capacitación a los trabajadores***

Previo al inicio de los trabajos, especialistas en la materia, impartirán pláticas de capacitación y adiestramiento a los responsables de la conservación de suelos y a los trabajadores de las empresas constructoras, donde se analizarán los temas siguientes:

- ✓ Reconocimiento físico de las áreas.

Técnicas propuestas en este programa para la conservación y recuperación de suelos.

- ***Recuperación de suelos y limpieza de sitios***

No se va a despalmar el suelo, por lo que los trabajos estarán encaminados a la conservación del suelo.

- ✓ Limpieza de sitios

En todas las áreas de trabajo se limpiarán los sitios a fin de evitar el almacenamiento de residuos peligrosos y de manejo especial (pedazos de varilla, botes y residuos de pintura, estopas, sacos de cemento y de cal, trapos y papeles impregnados con aceite, piedras, pinturas y grasas), que puedan obstaculizar los drenes naturales o corrientes superficiales.

XII. ACTIVIDADES A REALIZAR EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO QUE GENERAN PROCESOS EROSIVOS

De acuerdo al Documento Técnico Unificado se obtuvo que la erosión sea un impacto adverso muy moderado y recuperable.

En cuanto a impactos a la calidad suelo se podrá presentar en las tres etapas contempladas para el desarrollo del proyecto y son esencialmente por contaminación del suelo por residuos sólidos, de manejo especia y/o peligrosos. Cabe mencionar, que se tiene contemplado un **Programa de Conservación y Captación de Suelo y Agua**, con el fin de minimizar los impactos que se identificaron por el desarrollo del proyecto. Asimismo se tiene previsto un impacto en la calidad del suelo en la etapa de Construcción debido a las actividades de movimiento de maquinaria y personas, debido a las acciones intrínsecas de la construcción.

XIII. CRONOGRAMA

Se estima aproximadamente 6 meses para llevar a cabo la Preparación del sitio y Construcción del proyecto.

Tabla 8 Cronograma de Trabajo

	Construcción	Inicio	Término	Duración (semanas)
1	Camino	19/10/25	29/11/25	7
2	Obra Civil (terracerías, cimentación y muros de contención)	30/11/25	28/02/26	15
3	Estructura metálica y acabados	19/10/25	29/03/26	27
4	Instalación eléctrica	17/01/26	18/03/26	10
5	Fibra Óptica	19/03/26	29/03/26	2
6	Sistema de tierras	19/03/26	29/03/26	2
7	Instalaciones	17/01/26	22/01/26	1
8	Servicios especiales y montajes	30/03/26	10/05/26	7

XIV. REFERENCIAS

Cuevas F,L., Tejeda S., D., García L, J.S., Guerrero H, J.A., González O, J.C., Hernández M. H., Lira Q., M.L., Nieves F., J.L., Vázquez M., L.M. y Cardoza V., R. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR-SEMARNAT. México.

Anexo
24 Programa de Abandono

PROGRAMA DE ABANDONO Y RESTAURACION

Documento Técnico Unificado (DTU)
Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B –Particular

Proyecto

"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)"

Elaborado por:

Proyectos Sustentables
Consultoria y ADR

Ensenada, Baja California, 12 de Mayo de 2025.

Contenido

1. ANTECEDENTES 3
2. OBJETIVO 3
3. NATURALEZA Y UBICACIÓN DEL PROYECTO 4
4. EJECUCION DEL PROGRAMA 7
4.1 Programa de Desmantelamiento, Restauración y Abandono: 7
4.2 Programa de Supervisión Ambiental, seguimiento al Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) 8
5. ETAPAS DEL PROGRAMA 8
5.1 Programa de Desmantelamiento 8
5.2 Programa de restauración 9
5.3 Abandono 10
6. INFORME FINAL 10

Lista de Tablas

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo. 6
Tabla 2 Área (m^2) que ocupa la infraestructura. 7

Lista de Figuras

Figura 1. Localización del sitio del proyecto. 5
Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura 6

1. ANTECEDENTES

Un proyecto pudiera requerir modificaciones a través del tiempo, en el mediano y largo plazo, de tal forma que se pueda ir adecuando a las nuevas necesidades de los propietarios y de mercado, por lo que seguramente se tendrán que modificar estas instalaciones ya sea con ampliaciones, equipamiento, actualizaciones, etc. Sin embargo se debe de contar con una estrategia para que en caso de que se requiera optar por el abandono del proyecto, este pueda ser planeado y ejecutado de tal forma que sea al ambiente lo más amigable posible, intentando dejar el área del proyecto en las condiciones originales previas al proyecto en sí.

Este documento consiste en el Programa de Abandono y Restauración que se presenta como complemento al Documento Técnico Unificado (DTU) para cambio de uso de suelo, que se somete ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para la gestión de Cambio de Uso de Suelo al proyecto ***"TransPacific 2m Telescope Project (TP2m)***".

En este apartado se solicita la presentación de un Programa de Abandono que describa de forma detallada 1) el destino de las obras ya sea provisionales o definitivas una vez concluida la vida útil del proyecto, 2) descripción de las actividades de rehabilitación, restauración o compensación de las superficies intervenidas y 3) una descripción de los posibles cambios en toda el área del proyecto como consecuencia del abandono. Este programa de desmantelamiento y abandono deberá ser congruente con la normatividad que aplique al momento de su ejecución.

El presente programa se ingresa para cumplir con lo solicitado y se refiere a las medidas a ser aplicadas al terminar la vida útil del proyecto, que se encuentra en la etapa de gestión y que de ser autorizado se ejecutará en terrenos del Área Natural Protegida Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, del Municipio de Ensenada Baja California. La responsabilidad de la ejecución del presente programa será del promovente.

2. OBJETIVO

Definir las acciones a aplicar al concluir la vida útil del proyecto con la intención de realizar el retiro de todos los elementos que fueron utilizados y provinieron de fuera del área del proyecto, restaurar el área utilizada para dejarla cuando menos en una condición similar a la original al inicio del proyecto, y definir las condiciones mínimas para el abandono del sitio.

En este documento se establecen las directrices generales para las etapas de desmantelamiento, restauración y abandono de los sitios que se verán impactados directamente por el proyecto, consistiendo en el conjunto de actividades que deberán ejecutarse para devolver a su estado inicial las zonas intervenidas por la instalación y operación de este proyecto, mediante un ordenamiento de las actividades definiendo estrategias que puedan ser evaluadas, para lograr retirar del área todos los elementos que se utilizaron para la implementación del proyecto y que son ajenos al ecosistema, en la medida que la factibilidad técnica lo permita, cumpliendo con las exigencias de la normativa ambiental vigente, así como en determinar las mejores prácticas para lograr una rápida restauración de estas áreas, y una vez demostrado lo anterior, proceder al abandono definitivo del sitio.

Este programa tendrá que adecuarse a las condiciones que imperen al momento de su ejecución y el Observatorio Astronómico Nacional Sierra de San Pedro Mártir será el responsable de ejecutar el presente Programa de Desmantelamiento, Restauración y Abandono y asumirá el compromiso de ejecutar las acciones necesarias para cerrar las operaciones sin objetar el hecho de ejecutar mejoras

al presente Programa, de acuerdo a las mejores tecnologías que al momento de la ejecución se encuentren disponibles.

3. NATURALEZA Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Observatorio Transpacífico (TPO) es un proyecto internacional destinado al desarrollo, instalación y operación de un telescopio de 2 metros (TP2m) en la Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California, México. El proyecto reúne la experiencia de múltiples instituciones, incluyendo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Astronomía de la Universidad Central Nacional (NCUIA), el Observatorio Astronómico de Shanghái, la Academia de Ciencias de Henan, la Universidad Aix-Marseille (AMU) y el Instituto de Astronomía y Astrofísica de la Academia Sínica (ASIAA).

El principal objetivo del proyecto TPO y TP2m es avanzar en la investigación científica y tecnológica en astronomía observacional y astrofísica. Aprovechando la experiencia y los recursos combinados de las instituciones participantes, el proyecto busca mejorar las capacidades observacionales, promover el intercambio de conocimientos y fomentar la colaboración internacional en el campo. TPO/TP2m representa un paso significativo hacia el fortalecimiento de asociaciones a largo plazo entre instituciones de investigación líderes en todo el mundo.

El TPO está diseñado como una iniciativa de investigación colaborativa y dinámica, enfocada en maximizar el potencial científico del telescopio TP2m. El proyecto enfatiza programas de observación de acceso abierto que permiten a cada institución participante llevar a cabo estudios independientes y conjuntos, asegurando un amplio espectro de investigaciones astronómicas. El objetivo principal es optimizar el rendimiento científico de la instalación mediante programas de investigación innovadores, instrumentación avanzada y una sólida cooperación internacional.

El sitio del proyecto se ubica dentro del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir en el Municipio de Ensenada Baja California catalogada como área natural protegida (ANP). Se ubica en la porción Norte de la península de Baja California y en la parte central del Estado con coordenadas centrales 31° 02' 41.52" N 115° 27' 52.13" W

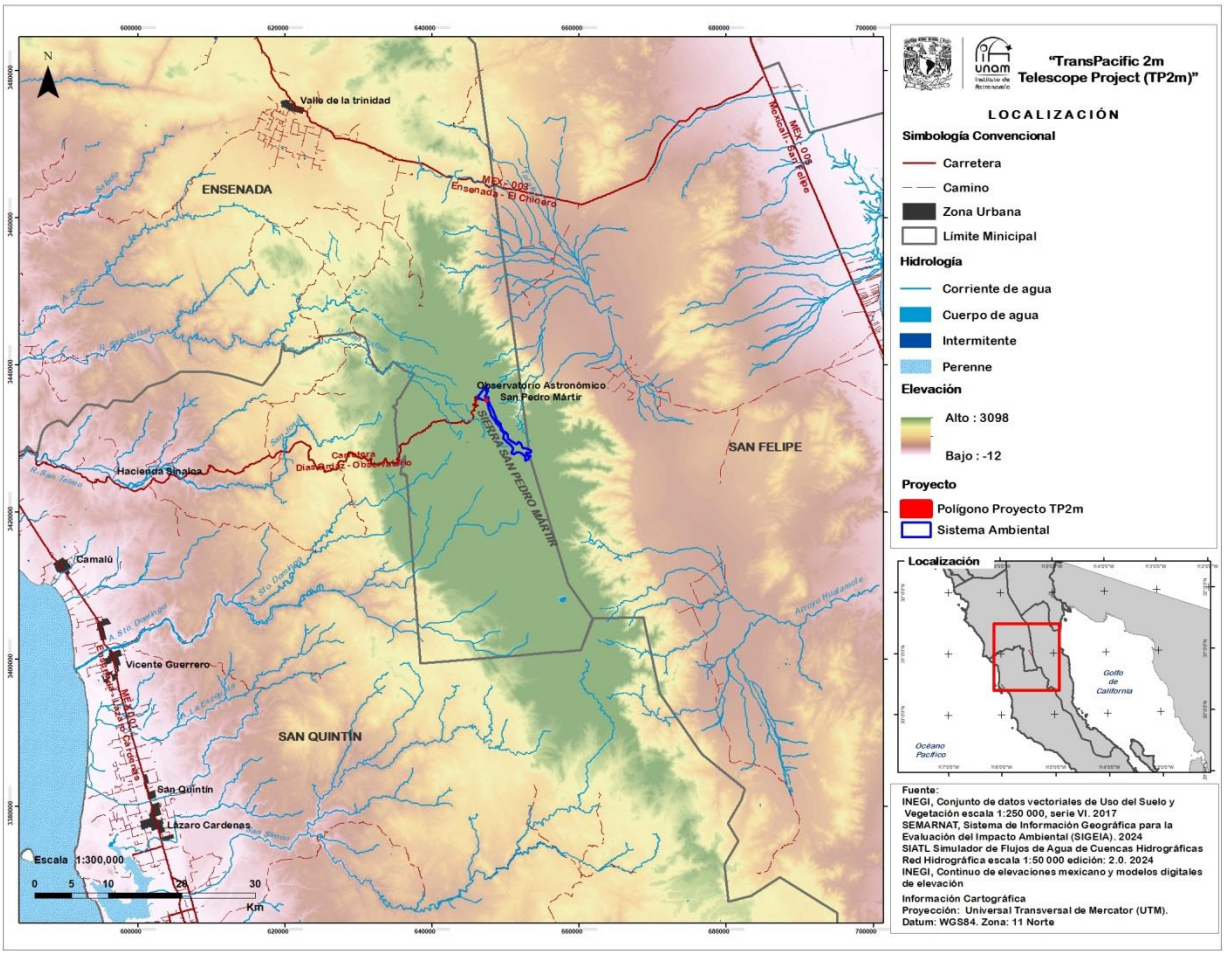


Figura 1. Localización del sitio del proyecto.

Dentro del contexto local el proyecto solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 1,375.45 m^2, misma que se observa en la Figura 2.

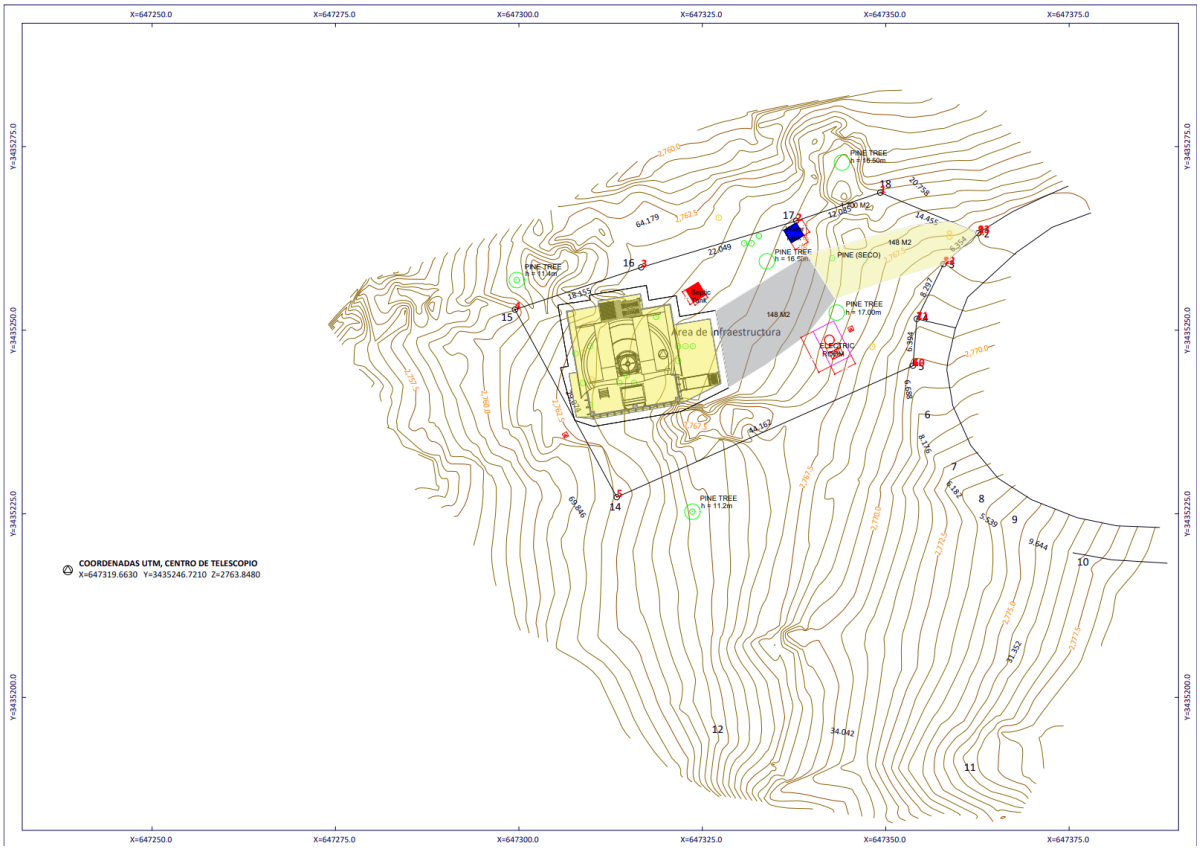


Figura 2 Plano topográfico y de conjunto de telescopio e infraestructura

Tabla 1 Polígono total de afectación para el Cambio de Uso de Suelo.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN		
	Área infraestructura/ CUSTF	
	Coordenadas UTM , WGS 84 11R	
	Y	X
1	3,435,268.74	647,349.26
2	3,435,264.89	647,337.80
3	3,435,258.56	647,316.68
4	3,435,252.81	647,299.46
5	3,435,227.26	647,313.34
6	3,435,245.16	647,353.72
7	3,435,251.53	647,354.24
8	3,435,258.99	647,357.87
9	3,435,263.22	647,362.62
1	3,435,268.74	647,349.26
AREA=1,375.45 m²		

El uso actual del suelo es forestal, la extensión del área en hectáreas que se solicita modificar es de 0.1375452 ha (1,375.45 m²) y se solicita para realizar actividad científica.

Las obras permanentes ocupan un área de **637.71 m²** (El área total del predio son 1,375.45 m², por lo tanto las obras permanentes van a ocupar el 46.36 % del terreno a cambio de uso de suelo) y su porcentaje individual con respecto a la superficie total, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2 Área (m²) que ocupa la infraestructura.

Obra	Superficie m2	% con relación al área a ocupar por las obras permanentes
Camino	124.07	19.45
Área de maniobras	153.18	24.02
Edificio recinto de telescopio	335.77	52.47
Fosa Séptica	4.00	0.62
Tanque para agua	4.00	0.62
Subestación eléctrica	16.69	2.61
Total	**637.71**	**100**

4. EJECUCION DEL PROGRAMA

Para la puesta en marcha y ejecución de los procedimientos descritos en el presente documento se han establecido los siguientes niveles de responsabilidad y ejecutados el Supervisor del Programa que es la persona encargada de la Supervisión total del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto. Sin embargo ambas funciones se desglosan a continuación:

4.1 Programa de Desmantelamiento, Restauración y Abandono:

Como encargado del seguimiento al Plan de Abandono, el supervisor deberá realizar las siguientes funciones:

- Velar porque las actividades que están a su cargo se adecuen al cumplimiento del Programa que en este documento se describen, más las que se requieran adicionar en su momento.

- Coordinar los trabajos de desmantelamiento, desmontaje o demolición, al manejo de los residuos que se generen en estas actividades y a la restauración según lo establecido en el presente Programa.

- Velar porque la supervisión de los trabajos se lleve a cabo de acuerdo con lo descrito en este programa.

- Previo al inicio de actividades deberá elaborar un inventario de todo el equipo y materiales utilizados en la construcción, señalando de qué manera serán retirados y donde serán reubicados el equipo y materiales que puedan ser reutilizados o reciclados, así mismo deberá describir el proceso de desmantelamiento a utilizar empleando la tecnología disponible que menores residuos e impactos ambientales genere. Igualmente deberá elaborar un inventario de las estructuras y materiales utilizados en la construcción que ya no puedan ser reutilizados y que tendrán que ser demolidos y transportados fuera del ANP, para depositarlos en un sitio de confinamiento autorizado.

- Previo al inicio de actividades deberá elaborar una relación de personal, equipo y maquinaria a utilizar para la ejecución de este programa, así como un calendario de actividades.
- Coordinarse con el personal del OANSSPM, cuando sea necesario, el retiro de todo el material que podrá ser reutilizado o reciclado, así como la eliminación de los residuos a través del transporte fuera del ANP y su disposición en sitio autorizado por la autoridad competente. Como parte del informe final de esta actividad, se exigirá a las empresas encargadas de esta labor los respectivos certificados de disposición final de residuos o tratamiento.

- Elaborar un reporte final de la ejecución y resultados del programa, documentando todas las actividades con fotografías.

4.2 Programa de Supervisión Ambiental, seguimiento al Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)

- Como encargado del seguimiento al PVA, el supervisor deberá realizar las siguientes funciones:

- Supervisar el cumplimiento de las medidas de protección ambiental y el cumplimiento de las directrices del presente programa durante el desmantelamiento, restauración y abandono

- Supervisar la limpieza y estado final de las zonas afectadas por desmantelamiento, restauración y abandono y verificar el cumplimiento de la correcta disposición de todos los elementos que hayan sido retirados, debiendo contar con la documentación legal y fotografías que lo demuestren.

- Verificar el total cumplimiento de las recomendaciones y condicionantes que la autoridad ambiental determine, así como de las contenidas en el presente programa.

- Verificar que el reporte final este completo y verificar la entrega de copias a la SEMARNAT y a la administración de la ANP.

5. ETAPAS DEL PROGRAMA

5.1 Programa de Desmantelamiento

El alcance del Programa comprende principalmente el retiro de todas las instalaciones construidas con el Proyecto y que sea factible, así como los residuos generados.
Previo al programa de desmantelamiento se deberá realizar un inventario actualizado que contenga:

	Relación de Acciones
1	Relación de todos los equipos y materiales que deberán ser retirados con la intención de almacenarlos, reusarlos o reciclarlos, definiendo el tipo de embalaje que requieran.
2	Todos los equipos y materiales a ser reutilizados, deberán ser empaquetados, etiquetados e inventariados y se deberá describir una secuencia para su retiro.
3	Relación de todos los materiales e insumos utilizados que puedan ser removidos sin necesidad de utilizar equipos especiales describiendo la secuencia de retiro.

4	Relación de todos los materiales e infraestructura que requiera ser retirada con el empleo de equipos para demolición (sopletes, sierras, barrenos neumáticos, trascabo, etc,) hasta dejar el terreno libre de elementos ajenos al estado natural original. Se deberá establecer la secuencia de retiro. Describir la metodología para recuperar todas las limaduras, escoria y elementos ajenos al terreno.
5	Elaborar un inventario de la vegetación que se verá afectada con la ejecución de este programa, para analizar conjuntamente con las autoridades que corresponda la factibilidad o las modificaciones necesarias a la propuesta y en su caso obtener la autorización para la afectación de vegetación.
6	Elaborar un calendario de actividades y relación de personal, maquinaria y equipo a utilizar.
7	Elaborar un programa de contingencias previo a los trabajos de desmantelamiento
8	Notificar a la SEMARNAT y CONANP o a la autoridad que corresponda con un mes de anticipación, el inicio de los trabajos de desmantelamiento
9	Realizar el programa de desmantelamiento de acuerdo a lo programado, retirando todos los elementos inventariados, así como elementos naturales que hayan sufrido algún grado de contaminación, elaborando un reporte semanal de actividades.
10	Serán retirados los tubos utilizados como alcantarillas y las piedras que se utilizaron serán dispersadas, tratando de simular el patrón de distribución que tengan en la zona específica
11	En estas zonas se deberán asumir los mismos procedimientos de cautela que se adoptaron durante las labores de construcción, para garantizar la seguridad de las personas. Para éste fin se deberá limitar la accesibilidad de las personas a las zonas de trabajo, cumpliendo en todo momento los procedimientos mencionados en el Programa de Vigilancia Ambiental definido para este Proyecto. Para ello, todas las zonas en las que se realicen trabajos con maquinaria se rodearán con cintas de señalización, las mismas que advertirán a los posibles peligrosos.
12	Posterior al desmantelamiento, verificar que los inventarios previos coincidan con los inventarios de los elementos retirados.
13	Verificar que en el sitio de donde fue retirada la infraestructura, no existan materiales ajenos a los que existían en el estado original de estos sitios.
14	Elaboración y entrega de reporte a la autoridad que corresponda.

5.2 Programa de restauración

Este programa partirá de la premisa de que el terreno debe quedar al finalizar la etapa de restauración, en condiciones ambientales iguales o mejores a las que existieron al inicio de la ejecución del proyecto.

Dos años antes del inicio de la etapa de desmantelamiento y restauración, se hará una colecta de semillas de las plantas presentes en el área a restaurar, para contar con este material para pre germinar y hacer siembras directas durante la temporada de lluvias en la etapa de restauración, y/o producir plantas bajo condiciones de invernadero para trasplantarlas en el área a restaurar.

	Relación de Acciones
1	Como primera labor se tiene que verificar que no existan elementos extraños o contaminantes, mismos que de ser detectados tendrán que ser retirados fuera del ANP, disponiendo legalmente de ellos, dependiendo de lo que se trate.
2	El programa de restauración iniciará tratando de recobrar el perfil original del suelo o suavizando aquellos perfiles que se hubieran modificado, respetando invariablemente los cauces naturales, por lo que se buscará restaurar el drenaje original del suelo
3	No se utilizarán suelos de fuera del área del proyecto ya que esto significaría incrementar el nivel de impactos.
4	Se tratará de no impactar más el suelo para que el banco de semillas al suelo superficial propicie la pronta revegetación.
5	Con lo anterior se estará buscando que dé inicio la etapa de sucesión natural de la re vegetación.
6	En caso que se detecte que alguna sección del terreno sufrió compactación, se utilizará un subsolador en sentido perpendicular a la pendiente, para recuperar la permeabilidad del suelo.
7	Cuando inicie la temporada de lluvias después de realizados estos trabajos, se pre germinarán semillas que se sembrarán de manera directa en los suelos que fueron previamente reblandecidos, colocando las semillas de manera individual en el seno del surco dejado por el subsolador, para evitar que la semilla sea arrastrada por la lluvia y colocarla en una condición de micro hábitat en un suelo con mayor capacidad de retener humedad.
8	Al año de realizados estos trabajos se evaluará la recuperación de la cobertura vegetal para en caso de ser necesario resembrar o iniciar un programa de producción de planta en vivero para plantarlas en el área a restaurar.
9	Al terminar esta etapa, se tendrá cuidado de bloquear todos los posibles accesos de vehículos y señalizar adecuadamente de que se trata de un área en proceso de restauración, solicitando a los posibles caminantes que no transiten por estos terrenos.
10	Una vez retirados los materiales ajenos al terreno natural, se deberá hacer una inspección minuciosa del terreno, para determinar si existen secciones de suelo contaminado. En caso de encontrar suelo contaminado, este deberá ser extraído, para ser entregado para su descontaminación a una empresa especializada y debidamente autorizada.

5.3 Abandono

La etapa de abandono realmente iniciará hasta que se tenga la seguridad de que la restauración de las áreas afectadas han alcanzado un grado importante de avance en la recuperación de su capacidad natural de regenerarse, por lo que deberá mantenerse un programa de monitoreo sobre todo en aspectos de cobertura vegetal y control de erosión, para aplicar las medidas correctivas que se requieran para lograr el restablecimiento de los procesos naturales del ecosistema.

6. INFORME FINAL

Se elaborará un reporte final con fotografías que describa y evalúe los resultados de la aplicación del programa, para ser entregado a las autoridades competentes. El programa de trabajo será establecido a su debido tiempo por la empresa encargada de ejecutar el desmantelamiento.