**I. Unidad Administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Jalisco.

**II. Identificación del Documento:** Versión publica de **TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DEL SUELO FORESTAL MODALIDAD B.** del **PROYECTO: "ECOTERRA PARAÍSO" 33 HECTÁREAS, MUNICIPIO PUERTO VALLARTA, JALISCO.** Municipio de **Puerto Vallarta**, Estado de **Jalisco**. Clave de proyecto: **14JA2021UD264.**

**III. Partes y secciones clasificadas:** Páginas 19, 21, 22, 23, 24 y 25.

**IV. Fundamentos Legales y Razones:** Artículo **113 fracción I** de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. **Artículo 116** de la Ley de General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Así como de los **Lineamientos Trigésimo octavo, cuadragésimo y cuadragésimo primero** de los Lineamientos generales en materia de clasificación y desclasificación de la información, así como para las versiones públicas. La información solicitada contiene **Datos Personales** concernientes a personas físicas identificadas o identificables como lo son **Domicilio particular, Nombre, Firma, Código QR, Teléfono particular, Correo Electrónico particular, CURP, Credencial para Votar y RFC**, por considerarse información confidencial.

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

OFICINA DE REPRESENTACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

**V. FIRMA DEL TITULAR DE LA OFICINA DE REPRESENTACIÓN:**

**M. EN C. NELLY GABRIELA HERRERA ORNELAS** _____

**VI. Fecha de clasificación, número e hipervínculo al acta de sesión de Comité donde se aprobó la versión pública:**

**Versión pública:**

**ACTA_04_2025_SIPOT_4T_2024_ART69** , en la sesión celebrada el **17 de enero del 2025**.

**Disponible para su consulta en:**

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_04_2025_SIPOT_4TO_2024_ART69.pdf

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE ..... 2

I.1. Datos generales del proyecto ..... 2

I.2. Datos generales del promovente ..... 17

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado ..... 22

*Tabla I.1. Coordenadas geográficas del polígono del proyecto ..... 11*
*Tabla I.2. Duración del proyecto ..... 17*

*Figura I.1. Plano de ubicación regional ..... 2*
*Figura I.2. Plano de ubicación local ..... 12*
*Figura I.3. Cédula del responsable forestal ..... 24*

# I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

## I.1. Datos generales del proyecto

### I.1.1. Nombre del proyecto.

***Ecoterra Paraíso 33 Hectáreas***

### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco; al sur del poblado denominado "El Colorado" y la carretera Estatal 544 "Las Palmas-Puerto Vallarta". Específicamente se localiza en las parcelas 183, 197 y 694 correspondientes a la Constructora Inmobiliaria Los Patos S.A de C.V. . En la figura I.1 se presenta la ubicación regional del proyecto, mientras que en el **ANEXO IX.I.1** del presente estudio, se anexan los planos de Ubicación del proyecto.

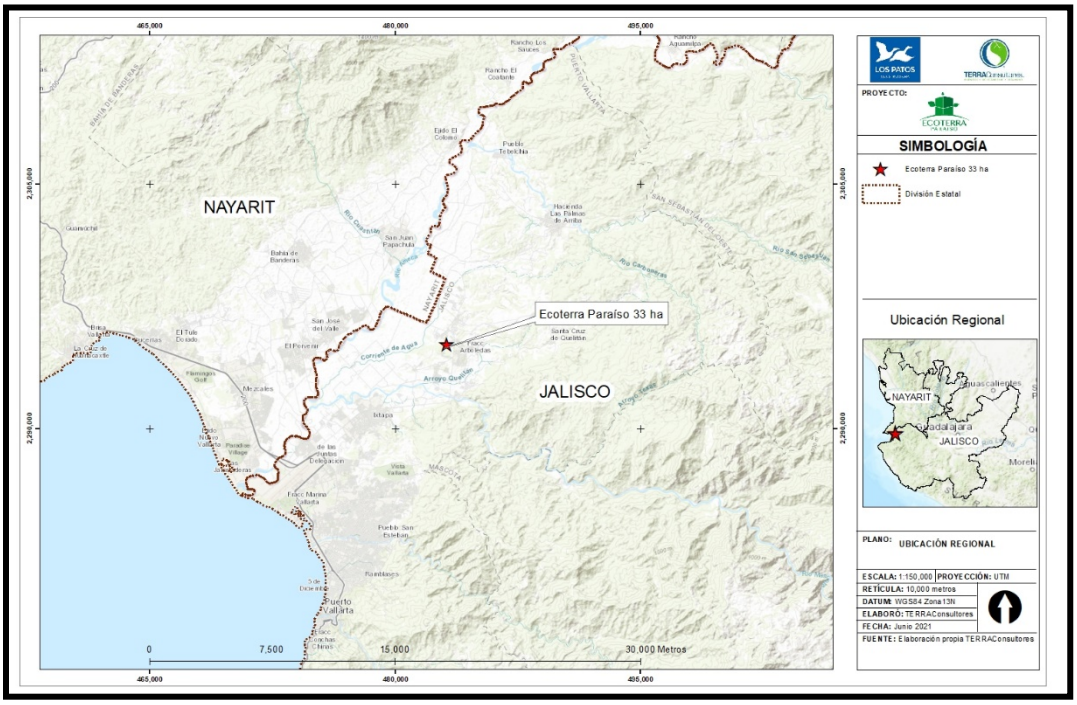



*Figura I.1. Plano de ubicación regional*

En la tabla I.1, se presentan las coordenadas geográficas de la ubicación del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha.

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| | | | | 1 | 483.283,0779 | 2.295.367,2939 |
| 1 | 2 | 221-3-38° | 70,882 | 2 | 483.229,6319 | 2.295.320,7346 |
| 2 | 3 | 221-3-39° | 33,990 | 3 | 483.204,0030 | 2.295.298,4080 |
| 3 | 4 | 162-30-58° | 13,108 | 4 | 483.191,5010 | 2.295.302,3460 |
| 4 | 5 | 256-2-52° | 11,418 | 5 | 483.188,7479 | 2.295.291,2645 |
| 5 | 6 | 256-2-52° | 25,974 | 6 | 483.182,4853 | 2.295.266,0572 |
| 6 | 7 | 256-2-51° | 19,817 | 7 | 483.177,7070 | 2.295.246,8245 |
| 7 | 8 | 256-2-52° | 24,760 | 8 | 483.171,7370 | 2.295.222,7950 |
| 8 | 9 | 288-56-23° | 216,100 | 9 | 483.241,8773 | 2.295.018,3950 |
| 9 | 10 | 288-56-24° | 23,938 | 10 | 483.249,6470 | 2.294.995,7530 |
| 10 | 11 | 292-26-34° | 38,186 | 11 | 483.264,2251 | 2.294.960,4587 |
| 11 | 12 | 292-26-34° | 29,482 | 12 | 483.275,4800 | 2.294.933,2100 |
| 12 | 13 | 349-52-26° | 18,508 | 13 | 483.293,6995 | 2.294.929,9560 |
| 13 | 14 | 349-52-26° | 6,080 | 14 | 483.299,6850 | 2.294.928,8870 |
| 14 | 15 | 26-56-33° | 58,453 | 15 | 483.351,7940 | 2.294.955,3720 |
| 15 | 16 | 15-38-24° | 57,989 | 16 | 483.407,6357 | 2.294.971,0054 |
| 16 | 17 | 15-38-25° | 63,623 | 17 | 483.468,9029 | 2.294.988,1578 |
| 17 | 18 | 15-38-24° | 61,653 | 18 | 483.528,2730 | 2.295.004,7790 |
| 18 | 19 | 125-51-37° | 66,957 | 19 | 483.489,0490 | 2.295.059,0440 |
| 19 | 20 | 16-8-21° | 108,216 | 20 | 483.593,0000 | 2.295.089,1250 |
| 20 | 21 | 264-33-23° | 255,350 | 21 | 483.568,7766 | 2.294.834,9270 |
| 21 | 22 | 264-33-24° | 17,752 | 22 | 483.567,0926 | 2.294.817,2548 |
| 22 | 23 | 264-33-23° | 33,296 | 23 | 483.563,9340 | 2.294.784,1090 |
| 23 | 24 | 215-51-23° | 132,076 | 24 | 483.456,8880 | 2.294.706,7450 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 24 | 25 | 188-16-19° | 115,320 | 25 | 483.342,7673 | 2.294.690,1535 |
| 25 | 26 | 194-29-13° | 10,928 | 26 | 483.332,1865 | 2.294.687,4197 |
| 26 | 27 | 123-48-8° | 1,190 | 27 | 483.331,5243 | 2.294.688,4088 |
| 27 | 28 | 136-27-28° | 52,403 | 28 | 483.293,5391 | 2.294.724,5085 |
| 28 | 29 | 136-27-29° | 13,482 | 29 | 483.283,7661 | 2.294.733,7963 |
| 29 | 30 | 136-27-28° | 35,490 | 30 | 483.258,0406 | 2.294.758,2449 |
| 30 | 31 | 136-27-29° | 144,139 | 31 | 483.153,5586 | 2.294.857,5405 |
| 31 | 32 | 136-27-29° | 35,243 | 32 | 483.128,0120 | 2.294.881,8190 |
| 32 | 33 | 135-7-24° | 9,816 | 33 | 483.121,0564 | 2.294.888,7447 |
| 33 | 34 | 33-25-18° | 54,023 | 34 | 483.166,1465 | 2.294.918,5006 |
| 34 | 35 | 42-16-22° | 47,038 | 35 | 483.200,9525 | 2.294.950,1415 |
| 35 | 36 | 150-23-51° | 15,131 | 36 | 483.187,7965 | 2.294.957,6158 |
| 36 | 37 | 150-23-52° | 44,375 | 37 | 483.149,2133 | 2.294.979,5362 |
| 37 | 38 | 150-23-51° | 14,079 | 38 | 483.136,9720 | 2.294.986,4909 |
| 38 | 39 | 150-23-53° | 4,925 | 39 | 483.132,6902 | 2.294.988,9235 |
| 39 | 40 | 61-43-2° | 8,317 | 40 | 483.136,6311 | 2.294.996,2478 |
| 40 | 41 | 85-46-45° | 46,271 | 41 | 483.140,0368 | 2.295.042,3937 |
| 41 | 42 | 355-46-45° | 17,000 | 42 | 483.156,9907 | 2.295.041,1425 |
| 42 | 43 | 85-46-45° | 103,000 | 43 | 483.164,5717 | 2.295.143,8631 |
| 43 | 44 | 175-46-45° | 109,130 | 44 | 483.055,7381 | 2.295.151,8953 |
| 44 | 45 | 92-27-17° | 5,034 | 45 | 483.055,5225 | 2.295.156,9249 |
| 45 | 46 | 92-27-17° | 1,420 | 46 | 483.055,4617 | 2.295.158,3431 |
| 46 | 47 | 147-46-18° | 3,597 | 47 | 483.052,4190 | 2.295.160,2613 |
| 47 | 48 | 88-35-49° | 16,211 | 48 | 483.052,8159 | 2.295.176,4671 |
| 48 | 49 | 2-25-51° | 14,036 | 49 | 483.066,8388 | 2.295.177,0624 |
| 49 | 50 | 71-12-39° | 6,777 | 50 | 483.069,0217 | 2.295.183,4786 |
| 50 | 51 | 85-10-14° | 4,713 | 51 | 483.069,4185 | 2.295.188,1749 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 51 | 52 | 62-41-3° | 6,775 | 52 | 483.072,5274 | 2.295.194,1942 |
| 52 | 53 | 45-0-0° | 9,542 | 53 | 483.079,2743 | 2.295.200,9411 |
| 53 | 54 | 22-18-22° | 8,365 | 54 | 483.087,0134 | 2.295.204,1161 |
| 54 | 55 | 27-7-17° | 6,094 | 55 | 483.092,4373 | 2.295.206,8943 |
| 55 | 56 | 30-26-4° | 6,137 | 56 | 483.097,7290 | 2.295.210,0031 |
| 56 | 57 | 48-0-45° | 10,679 | 57 | 483.104,8728 | 2.295.217,9406 |
| 57 | 58 | 48-10-48° | 8,432 | 58 | 483.110,4952 | 2.295.224,2245 |
| 58 | 59 | 66-10-54° | 8,026 | 59 | 483.113,7363 | 2.295.231,5667 |
| 59 | 60 | 66-22-15° | 5,776 | 60 | 483.116,0514 | 2.295.236,8584 |
| 60 | 61 | 61-18-6° | 9,909 | 61 | 483.120,8096 | 2.295.245,5500 |
| 61 | 62 | 61-17-55° | 0,422 | 62 | 483.121,0124 | 2.295.245,9204 |
| 62 | 63 | 62-47-4° | 5,207 | 63 | 483.123,3936 | 2.295.250,5506 |
| 63 | 64 | 1-14-40° | 3,044 | 64 | 483.126,4364 | 2.295.250,6167 |
| 64 | 65 | 75-22-48° | 3,145 | 65 | 483.127,2301 | 2.295.253,6595 |
| 65 | 66 | 145-34-54° | 4,330 | 66 | 483.123,6582 | 2.295.256,1069 |
| 66 | 67 | 89-5-52° | 8,402 | 67 | 483.123,7905 | 2.295.264,5074 |
| 67 | 68 | 144-19-25° | 3,176 | 68 | 483.121,2108 | 2.295.266,3595 |
| 68 | 69 | 118-7-54° | 7,576 | 69 | 483.117,6389 | 2.295.273,0402 |
| 69 | 70 | 136-39-17° | 8,095 | 70 | 483.111,7520 | 2.295.278,5965 |
| 70 | 71 | 180-47-47° | 4,763 | 71 | 483.106,9894 | 2.295.278,5303 |
| 71 | 72 | 138-37-16° | 3,702 | 72 | 483.104,2113 | 2.295.280,9777 |
| 72 | 73 | 181-40-34° | 13,566 | 73 | 483.090,6514 | 2.295.280,5809 |
| 73 | 74 | 275-34-21° | 2,725 | 74 | 483.090,9160 | 2.295.277,8689 |
| 74 | 75 | 178-52-36° | 13,496 | 75 | 483.077,4222 | 2.295.278,1335 |
| 75 | 76 | 147-59-42° | 9,984 | 76 | 483.068,9555 | 2.295.283,4251 |
| 76 | 77 | 128-55-38° | 4,421 | 77 | 483.066,1774 | 2.295.286,8647 |
| 77 | 78 | 88-27-6° | 4,897 | 78 | 483.066,3097 | 2.295.291,7595 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 78 | 79 | 46-18-11° | 4,117 | 79 | 483.069,1539 | 2.295.294,7361 |
| 79 | 80 | 79-59-26° | 3,426 | 80 | 483.069,7493 | 2.295.298,1095 |
| 80 | 81 | 34-52-35° | 2,661 | 81 | 483.071,9321 | 2.295.299,6309 |
| 81 | 82 | 101-38-3° | 2,469 | 82 | 483.071,4343 | 2.295.302,0487 |
| 82 | 83 | 101-38-5° | 2,124 | 83 | 483.071,0060 | 2.295.304,1288 |
| 83 | 84 | 126-52-10° | 5,292 | 84 | 483.067,8310 | 2.295.308,3622 |
| 84 | 85 | 160-42-36° | 8,410 | 85 | 483.059,8935 | 2.295.311,1403 |
| 85 | 86 | 179-11-40° | 1,159 | 86 | 483.058,7342 | 2.295.311,1566 |
| 86 | 87 | 179-11-36° | 3,537 | 87 | 483.055,1972 | 2.295.311,2064 |
| 87 | 88 | 134-59-57° | 4,209 | 88 | 483.052,2206 | 2.295.314,1830 |
| 88 | 89 | 181-30-23° | 2,514 | 89 | 483.049,7070 | 2.295.314,1169 |
| 89 | 90 | 150-19-46° | 0,938 | 90 | 483.048,8922 | 2.295.314,5811 |
| 90 | 91 | 150-19-36° | 5,609 | 91 | 483.044,0185 | 2.295.317,3580 |
| 91 | 92 | 155-1-33° | 5,327 | 92 | 483.039,1898 | 2.295.319,6070 |
| 92 | 93 | 180-0-0° | 6,679 | 93 | 483.032,5109 | 2.295.319,6070 |
| 93 | 94 | 180-0-0° | 0,068 | 94 | 483.032,4429 | 2.295.319,6070 |
| 94 | 95 | 232-59-23° | 5,384 | 95 | 483.029,2018 | 2.295.315,3075 |
| 95 | 96 | 234-46-58° | 2,753 | 96 | 483.027,6143 | 2.295.313,0585 |
| 96 | 97 | 270-33-13° | 13,693 | 97 | 483.027,7466 | 2.295.299,3663 |
| 97 | 98 | 224-59-56° | 3,929 | 98 | 483.024,9684 | 2.295.296,5882 |
| 98 | 99 | 235-31-41° | 5,376 | 99 | 483.021,9257 | 2.295.292,1564 |
| 99 | 100 | 273-56-44° | 5,768 | 100 | 483.022,3226 | 2.295.286,4017 |
| 100 | 101 | 197-44-41° | 5,209 | 101 | 483.017,3617 | 2.295.284,8142 |
| 101 | 102 | 220-59-8° | 10,690 | 102 | 483.009,2918 | 2.295.277,8027 |
| 102 | 103 | 213-20-10° | 4,453 | 103 | 483.005,5711 | 2.295.275,3553 |
| 103 | 104 | 183-48-52° | 5,966 | 104 | 482.999,6180 | 2.295.274,9585 |
| 104 | 105 | 235-29-27° | 2,569 | 105 | 482.998,1628 | 2.295.272,8418 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 105 | 106 | 191-46-14° | 0,756 | 106 | 482.997,4223 | 2.295.272,6875 |
| 106 | 107 | 191-46-6° | 8,973 | 107 | 482.988,6378 | 2.295.270,8574 |
| 107 | 108 | 217-38-52° | 5,848 | 108 | 482.984,0076 | 2.295.267,2855 |
| 108 | 109 | 181-10-9° | 6,484 | 109 | 482.977,5252 | 2.295.267,1532 |
| 109 | 110 | 226-58-30° | 5,429 | 110 | 482.973,8211 | 2.295.263,1845 |
| 110 | 111 | 229-45-50° | 4,506 | 111 | 482.970,9107 | 2.295.259,7449 |
| 111 | 112 | 180-0-0° | 6,482 | 112 | 482.964,4283 | 2.295.259,7449 |
| 112 | 113 | 144-31-28° | 14,133 | 113 | 482.952,9190 | 2.295.267,9470 |
| 113 | 114 | 145-29-31° | 7,706 | 114 | 482.946,5689 | 2.295.272,3126 |
| 114 | 115 | 165-57-49° | 7,636 | 115 | 482.939,1606 | 2.295.274,1647 |
| 115 | 116 | 135-0-0° | 5,426 | 116 | 482.935,3241 | 2.295.278,0012 |
| 116 | 117 | 121-47-55° | 7,783 | 117 | 482.931,2231 | 2.295.284,6158 |
| 117 | 118 | 150-40-47° | 11,076 | 118 | 482.921,5658 | 2.295.290,0397 |
| 118 | 119 | 143-16-2° | 22,119 | 119 | 482.903,8386 | 2.295.303,2689 |
| 119 | 120 | 140-29-31° | 19,547 | 120 | 482.888,7574 | 2.295.315,7044 |
| 120 | 121 | 142-25-53° | 21,698 | 121 | 482.871,5594 | 2.295.328,9336 |
| 121 | 122 | 132-30-38° | 17,228 | 122 | 482.859,9177 | 2.295.341,6336 |
| 122 | 123 | 127-11-5° | 9,631 | 123 | 482.854,0969 | 2.295.349,3065 |
| 123 | 124 | 120-57-50° | 7,714 | 124 | 482.850,1281 | 2.295.355,9211 |
| 124 | 125 | 181-52-41° | 14,940 | 125 | 482.835,1964 | 2.295.355,4315 |
| 125 | 126 | 181-52-40° | 1,209 | 126 | 482.833,9885 | 2.295.355,3919 |
| 126 | 127 | 135-51-17° | 12,536 | 127 | 482.824,9927 | 2.295.364,1232 |
| 127 | 128 | 120-44-9° | 11,389 | 128 | 482.819,1718 | 2.295.373,9128 |
| 128 | 129 | 165-34-44° | 9,562 | 129 | 482.809,9114 | 2.295.376,2941 |
| 129 | 130 | 152-39-1° | 17,277 | 130 | 482.794,5655 | 2.295.384,2316 |
| 130 | 131 | 230-31-38° | 5,827 | 131 | 482.790,8613 | 2.295.379,7337 |
| 131 | 132 | 267-16-28° | 5,563 | 132 | 482.790,5968 | 2.295.374,1774 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 132 | 133 | 346-30-15° | 6,802 | 133 | 482.797,2113 | 2.295.372,5899 |
| 133 | 134 | 331-30-16° | 10,537 | 134 | 482.806,4718 | 2.295.367,5628 |
| 134 | 135 | 331-11-21° | 12,078 | 135 | 482.817,0551 | 2.295.361,7420 |
| 135 | 136 | 306-9-29° | 8,520 | 136 | 482.822,0822 | 2.295.354,8628 |
| 136 | 137 | 318-10-47° | 9,406 | 137 | 482.829,0923 | 2.295.348,5906 |
| 137 | 138 | 318-10-46° | 4,085 | 138 | 482.832,1364 | 2.295.345,8669 |
| 138 | 139 | 302-44-7° | 8,807 | 139 | 482.836,8989 | 2.295.338,4586 |
| 139 | 140 | 307-34-9° | 4,340 | 140 | 482.839,5448 | 2.295.335,0190 |
| 140 | 141 | 1-13-8° | 12,438 | 141 | 482.851,9802 | 2.295.335,2836 |
| 141 | 142 | 336-2-14° | 10,423 | 142 | 482.861,5052 | 2.295.331,0502 |
| 142 | 143 | 338-11-56° | 4,275 | 143 | 482.865,4740 | 2.295.329,4627 |
| 143 | 144 | 244-21-33° | 7,337 | 144 | 482.862,2990 | 2.295.322,8481 |
| 144 | 145 | 233-31-51° | 7,567 | 145 | 482.857,8011 | 2.295.316,7627 |
| 145 | 146 | 290-33-20° | 6,782 | 146 | 482.860,1823 | 2.295.310,4127 |
| 146 | 147 | 24-13-38° | 5,803 | 147 | 482.865,4740 | 2.295.312,7939 |
| 147 | 148 | 43-46-53° | 8,795 | 148 | 482.871,8240 | 2.295.318,8794 |
| 148 | 149 | 345-15-20° | 5,198 | 149 | 482.876,8511 | 2.295.317,5565 |
| 149 | 150 | 299-3-16° | 8,172 | 150 | 482.880,8198 | 2.295.310,4127 |
| 150 | 151 | 316-13-10° | 8,795 | 151 | 482.887,1699 | 2.295.304,3273 |
| 151 | 152 | 330-15-17° | 8,533 | 152 | 482.894,5782 | 2.295.300,0939 |
| 152 | 153 | 327-59-41° | 14,976 | 153 | 482.907,2782 | 2.295.292,1564 |
| 153 | 154 | 324-3-29° | 13,072 | 154 | 482.917,8616 | 2.295.284,4835 |
| 154 | 155 | 324-38-14° | 10,058 | 155 | 482.926,0637 | 2.295.278,6626 |
| 155 | 156 | 294-37-24° | 6,985 | 156 | 482.928,9741 | 2.295.272,3126 |
| 156 | 157 | 340-58-28° | 8,116 | 157 | 482.936,6470 | 2.295.269,6668 |
| 157 | 158 | 284-2-10° | 7,636 | 158 | 482.938,4991 | 2.295.262,2584 |
| 158 | 159 | 346-45-36° | 9,242 | 159 | 482.947,4950 | 2.295.260,1418 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 159 | 160 | 321-33-46° | 21,281 | 160 | 482.964,1638 | 2.295.246,9126 |
| 160 | 161 | 325-47-2° | 7,999 | 161 | 482.970,7784 | 2.295.242,4146 |
| 161 | 162 | 289-39-13° | 7,867 | 162 | 482.973,4242 | 2.295.235,0063 |
| 162 | 163 | 233-7-48° | 11,906 | 163 | 482.966,2804 | 2.295.225,4813 |
| 163 | 164 | 242-6-10° | 10,179 | 164 | 482.961,5179 | 2.295.216,4854 |
| 164 | 165 | 243-26-6° | 6,508 | 165 | 482.958,6075 | 2.295.210,6646 |
| 165 | 166 | 250-1-1° | 9,291 | 166 | 482.955,4325 | 2.295.201,9333 |
| 166 | 167 | 298-4-21° | 4,498 | 167 | 482.957,5492 | 2.295.197,9645 |
| 167 | 168 | 5-26-27° | 5,581 | 168 | 482.963,1054 | 2.295.198,4937 |
| 168 | 169 | 322-15-12° | 10,373 | 169 | 482.971,3075 | 2.295.192,1437 |
| 169 | 170 | 351-5-6° | 13,659 | 170 | 482.984,8013 | 2.295.190,0270 |
| 170 | 171 | 325-37-11° | 6,091 | 171 | 482.989,8284 | 2.295.186,5874 |
| 171 | 172 | 263-39-36° | 9,584 | 172 | 482.988,7701 | 2.295.177,0624 |
| 172 | 173 | 292-59-18° | 9,484 | 173 | 482.992,4742 | 2.295.168,3312 |
| 173 | 174 | 292-10-0° | 7,714 | 174 | 482.995,3847 | 2.295.161,1874 |
| 174 | 175 | 272-23-7° | 6,356 | 175 | 482.995,6492 | 2.295.154,8374 |
| 175 | 176 | 312-35-15° | 10,889 | 176 | 483.003,0179 | 2.295.146,8205 |
| 176 | 177 | 351-52-12° | 4,490 | 177 | 483.007,4629 | 2.295.146,1855 |
| 177 | 178 | 306-52-14° | 3,969 | 178 | 483.009,8442 | 2.295.143,0105 |
| 178 | 179 | 309-33-32° | 4,736 | 179 | 483.012,8604 | 2.295.139,3592 |
| 179 | 180 | 281-0-14° | 5,822 | 180 | 483.013,9717 | 2.295.133,6442 |
| 180 | 181 | 269-15-55° | 12,384 | 181 | 483.013,8129 | 2.295.121,2617 |
| 181 | 182 | 226-44-10° | 3,706 | 182 | 483.011,2729 | 2.295.118,5629 |
| 182 | 183 | 254-55-56° | 4,274 | 183 | 483.010,1617 | 2.295.114,4354 |
| 183 | 184 | 204-21-44° | 9,236 | 184 | 483.001,7479 | 2.295.110,6254 |
| 184 | 185 | 207-15-17° | 5,893 | 185 | 482.996,5091 | 2.295.107,9267 |
| 185 | 186 | 192-24-28° | 8,127 | 186 | 482.988,5716 | 2.295.106,1804 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 186 | 187 | 209-44-42° | 5,120 | 187 | 482.984,1266 | 2.295.103,6404 |
| 187 | 188 | 288-26-16° | 0,622 | 188 | 482.984,3233 | 2.295.103,0504 |
| 188 | 189 | 288-26-6° | 2,892 | 189 | 482.985,2379 | 2.295.100,3066 |
| 189 | 190 | 0-0-0° | 7,938 | 190 | 482.993,1754 | 2.295.100,3066 |
| 190 | 191 | 297-53-53° | 2,532 | 191 | 482.994,3600 | 2.295.098,0691 |
| 191 | 192 | 180-6-25° | 81,778 | 192 | 482.912,5819 | 2.295.097,9166 |
| 192 | 193 | 270-6-24° | 19,173 | 193 | 482.912,6176 | 2.295.078,7437 |
| 193 | 194 | 211-34-36° | 5,083 | 194 | 482.908,2876 | 2.295.076,0823 |
| 194 | 195 | 207-47-54° | 3,125 | 195 | 482.905,5232 | 2.295.074,6249 |
| 195 | 196 | 266-2-31° | 5,591 | 196 | 482.905,1373 | 2.295.069,0477 |
| 196 | 197 | 180-6-24° | 5,000 | 197 | 482.900,1373 | 2.295.069,0384 |
| 197 | 198 | 270-6-24° | 34,715 | 198 | 482.900,2020 | 2.295.034,3234 |
| 198 | 199 | 180-6-24° | 60,514 | 199 | 482.839,6880 | 2.295.034,2106 |
| 199 | 200 | 270-6-25° | 8,990 | 200 | 482.839,7048 | 2.295.025,2206 |
| 200 | 201 | 180-6-25° | 13,729 | 201 | 482.825,9759 | 2.295.025,1951 |
| 201 | 202 | 184-34-43° | 0,625 | 202 | 482.825,3528 | 2.295.025,1451 |
| 202 | 203 | 193-33-22° | 0,625 | 203 | 482.824,7452 | 2.295.024,9986 |
| 203 | 204 | 202-30-28° | 0,625 | 204 | 482.824,1677 | 2.295.024,7593 |
| 204 | 205 | 211-28-40° | 0,625 | 205 | 482.823,6346 | 2.295.024,4329 |
| 205 | 206 | 215-57-22° | 96,404 | 206 | 482.745,5986 | 2.294.967,8276 |
| 206 | 207 | 125-57-22° | 134,389 | 207 | 482.666,6900 | 2.295.076,6110 |
| 207 | 208 | 97-14-47° | 26,369 | 208 | 482.663,3640 | 2.295.102,7690 |
| 208 | 209 | 81-23-24° | 5,130 | 209 | 482.664,1320 | 2.295.107,8412 |
| 209 | 210 | 81-23-24° | 71,014 | 210 | 482.674,7634 | 2.295.178,0546 |
| 210 | 211 | 81-23-24° | 76,365 | 211 | 482.686,1960 | 2.295.253,5590 |
| 211 | 212 | 318-13-38° | 39,240 | 212 | 482.715,4610 | 2.295.227,4180 |
| 212 | 213 | 62-25-18° | 40,388 | 213 | 482.734,1590 | 2.295.263,2170 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 213 | 214 | 141-13-53° | 51,315 | 214 | 482.694,1500 | 2.295.295,3490 |
| 214 | 215 | 102-33-31° | 22,094 | 215 | 482.689,3460 | 2.295.316,9140 |
| 215 | 216 | 205-48-6° | 43,000 | 216 | 482.650,6330 | 2.295.298,1980 |
| 216 | 217 | 48-52-23° | 192,173 | 217 | 482.777,0310 | 2.295.442,9530 |
| 217 | 218 | 341-24-35° | 48,736 | 218 | 482.823,2240 | 2.295.427,4160 |
| 218 | 219 | 24-42-21° | 20,760 | 219 | 482.842,0842 | 2.295.436,0930 |
| 219 | 220 | 24-42-32° | 0,411 | 220 | 482.842,4580 | 2.295.436,2650 |
| 220 | 221 | 280-44-50° | 49,084 | 221 | 482.851,6110 | 2.295.388,0420 |
| 221 | 222 | 336-58-19° | 23,693 | 222 | 482.873,4162 | 2.295.378,7737 |
| 222 | 223 | 336-58-19° | 51,804 | 223 | 482.921,0920 | 2.295.358,5090 |
| 223 | 224 | 325-3-48° | 15,313 | 224 | 482.933,6450 | 2.295.349,7400 |
| 224 | 225 | 8-42-8 | 5,260 | 225 | 482.938,8442 | 2.295.350,5358 |
| 225 | 226 | 8-42-7° | 5,502 | 226 | 482.944,2827 | 2.295.351,3682 |
| 226 | 227 | 8-42-7° | 61,415 | 227 | 483.004,9910 | 2.295.360,6600 |
| 227 | 228 | 332-10-46° | 24,577 | 228 | 483.026,7270 | 2.295.349,1900 |
| 228 | 229 | 64-59-47° | 101,796 | 229 | 483.069,7540 | 2.295.441,4460 |
| 229 | 230 | 111-25-14° | 38,633 | 230 | 483.055,6450 | 2.295.477,4100 |
| 230 | 231 | 46-58-26° | 127,742 | 231 | 483.142,8077 | 2.295.570,7949 |
| 231 | 232 | 46-58-26° | 126,486 | 232 | 483.229,1133 | 2.295.663,2614 |
| 232 | 233 | 46-58-26° | 33,985 | 233 | 483.252,3023 | 2.295.688,1059 |
| 233 | 234 | 46-58-25° | 19,534 | 234 | 483.265,6310 | 2.295.702,3860 |
| 234 | 235 | 319-1-39° | 60,165 | 235 | 483.311,0570 | 2.295.662,9360 |
| 235 | 236 | 297-26-0° | 194,924 | 236 | 483.400,8620 | 2.295.489,9320 |
| 236 | 237 | 226-45-3° | 134,297 | 237 | 483.308,8454 | 2.295.392,1127 |
| 237 | 238 | 226-45-4° | 18,034 | 238 | 483.296,4890 | 2.295.378,9770 |
| 238 | 1 | 221-3-39° | 17,786 | 1 | 483.283,0779 | 2.295.367,2939 |

*Tabla I.1. Coordenadas geográficas del polígono del proyecto.*

En la figura I.2, se presenta el mapa de ubicación local del proyecto con el cuadro de construcción de las coordenadas geográficas.

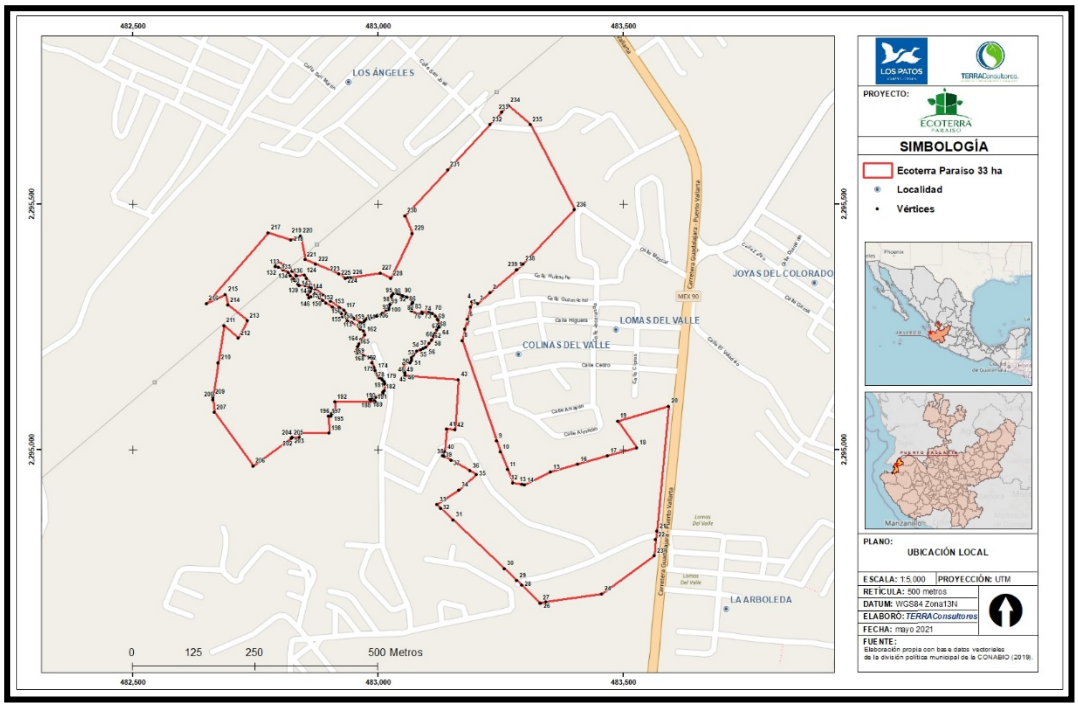



*Figura I.2. Plano de ubicación local*

Con respecto a lo anterior, en el **ANEXO IX.I.2.** ESCRITURAS DE PROPIEDAD DE LOS PREDIOS. Se presentan las escrituras que avalan la legítima propiedad de los predios.

Para el caso de la primera escritura a letra dice:

***Número 6,247 SEISMIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE***- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

*TOMO XXXVIII TREINTA Y OCHO* - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

*En la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, el día* ***19 diecinueve de diciembre de 2006*** *dos mil seis, Ante mí Licenciado* ***JOSE DE JESUS RUIZ HIGUERA****, Notario Público Número 8 OCHO de esta Municipalidad, comparecieron por una parte los señores* ***ANDRES SANCHEZ CEJA y MARIA VARGAS MERAZ*** *a quien en lo sucesivo se les denominará* ***LA PARTE VENDEDORA*** *y por la otra, la empresa denominada* ***CONSTRUCTORA INMOBILIARIA LOS PATOS, SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE,*** *representada en este acto por su administrador General Licenciado* ***RODOLFO L. CORCUERA GARZA****, quien será denominada* ***LA PARTE COMPRADORA****, y me manifestaron que han celebrado un* ***CONTRATO DE COMPRAVENTA DE BIENES INMUEBLES****, el cual sujetan a las cláusulas que posteriormente se expresan, .formulando previamente como antecedentes las siguientes:*

**D E C L A R A C I O N E S**

*I.- Declara el señor ANDRES SANCHEZ CEJA, que mediante título de propiedad número 000000003184 cero, cero, cero, cero, cero, cero, cero, cero, tres, uno, ocho, cuatro, expedido con fecha 18 dieciocho de agosto de 2005 dos mil cinco, por el Licenciado German Arturo Pellegrini Pérez, Delegado del registro agrario nacional, por instrucciones del C.VICENTE FOX QUESADA, presidente de los Estados Unidos Mexicanos, cura inscripción obra en el Registro Agrario Nacional, bajo el folio número* ***14FD00116622*** *catorce, letra efe, de, cero, cero, uno, uno, seis, seis, dos, dos, adquirió por su sociedad legal que con motivo de su matrimonio tiene formada con la señora MARIA VARGAS MERAZ, los derechos parcelarios de la parcela número* ***197-Z-1 P3/4*** *ciento noventa y siete, letra zeta, uno, letra pe, tres, diagonal, cuatro, ubicado en el Ejido de Ixtapa, Municipio de esta ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, con superficie de* ***10-07-84.43 ha. DIEZ HECTAREAS, SIETE ÁREAS Y OCHENTA Y CUATRO PUNTO CUARENTA Y TRES CENTIÁREAS,*** *con las siguiente medidas y linderos;* ***AL ESTE,*** *en 309.51 trescientos nueve metros cincuenta y un centímetros, con terreno sin asignar;* ***AL SURESTE,*** *en 130.39 ciento treinta metros, treinta y nueve centímetros, con parcela 198 ciento noventa y ocho y 125.78 ciento veinticinco metros, setenta y ocho centímetros, con parcela 202 doscientos dos;* ***AL SUROESTE,*** *en 281.38 doscientos ochenta y un metros, treinta y ocho centímetros, con tierras de uso común;* ***AL NOROESTE,*** *en 166.73 ciento sesenta y seis metros setenta y tres centímetros, en línea quebrada con parcela 173 ciento setenta y tres y 108.26 y ciento ocho metros veintiséis centímetros con parcela 184 ciento ochenta y cuatro. - - - - - - - - - -*

***Cuenta predial: 1944 mil novecientos cuarenta y cuatro. – Clave catastral:*** *R0671944- - - - - - -*

*Dicho título quedo inscrito bajo documento numero* ***32 treinta y dos, folio del 64 sesenta y cuatro al 65 sesenta y ciento del libro 1282 mil doscientos ochenta y dos, de la sección inmobiliaria,*** *con el número de orden* ***93,585 noventa y tres mil, quinientos ochenta y cinto,*** *de la doceava oficina del registro público de la propiedad y de comercio de esta ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco.*

*II. – Que la* ***PARTE VENDEDORA*** *ha convenido con la empresa denominada CONSTRUCTORA INMOBILIARIA LOS PATOS, SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE, representada por su administrador general Licenciado RODOLFO L. CORCUERA GARZA en VERDELE el inmueble descrito en la declaración que antecede. - - - - - - - - -

*comparecieron por una pate la señora **SENORINA VARGAS MERAZ,** a quien en lo sucesivo se le denominará **LA PARTE VENDEDORA** y por otra, la empresa denominada **CONSTRUCTORA INMOBILIARIA LOS PATOS, SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE,** representada en este acto por su administrador general ingeniero **ANTONIO L. CORCUERA GARZA,** también conocido como **ANTONIO JOSE RODOLFO CORCUERA GARZA MADERO,** quien será denominada **LA PARTE COMPRADORA, LA PARTE COMPRADORA,** y me manifestaron que han celebrado un **CONTRARTO DE COMPRAVENTA DE BIENES INMUEBLES,** el cual sujetan a las cláusulas que posteriormente se expresan, formulando previamente como antecedentes las siguientes: - - -

*diecinueve, de adscripción a este municipio, subregión centro conurbada, en razón de ejercicio por el acuerdo del Titular del Poder Ejecutivo del Estado, del día 19 diecinueve de Agosto del año 2002 dos mil dos, publicado en el Periódico Oficial El Estado de Jalisco, de fecha 31 treinta y uno de ese mismo mes y año en la oficina notarial única marcada con el número 2654 dos mil seiscientos cincuenta y cuatro de la calle Ley, fraccionamiento Circunvalación Vallarta, comparecen a formalizar los siguientes actos jurídicos. - - -

*Agrario Nacional Licenciado Ornar Antonio Borboa Becerra, por instrucciones del Ciudadano Felipe de Jesús Calderón Hinojosa, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, registrado mediante su incorporación bajo el documento número 126 ciento veintiséis, folios del 252 doscientos cincuenta y dos al 253 doscientos cincuenta y tres del libro 2124 dos mil ciento veinticuatro de la Sección Inmobiliaria del Registro Público de la Propiedad de Puerto Vallarta, Jalisco, con fecha 26 veintiséis de noviembre del 2008 dos mil ocho, el señor Ignacio Ramírez adquirió libre de gravamen y reserva de dominio alguno un inmueble identificado como la Parcela número 694 21 P3/4 seiscientos noventa y cuatro, letra "2", uno, letra "P", tres diagonal cuatro, con una superficie de 54-10-89.43 cincuenta y cuatro hectáreas, diez áreas, ochenta y nueve centiáreas, cuarenta y tres decímetros cuadrados y las siguientes medidas y colindancias. - - - - - - - - - - - - - -*

*Al Noreste, en 2,504.44 dos mil quinientos cuatro metros, cuarenta y cuatro centímetros, en línea quebrada con área parcelada; - - - - - - - - - - - - -

*respecto de la parcela que más adelante se describe, mis generales son: mexicano, Agricultor, originario de Ixtapa, Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, y señalando domicilio para recibir toda clase de notificaciones en la Casa Ejidal de este Ejido, por medio de este escrito comparezco ante Usted a exponer. - - -

Jalisco, misma que se encuentra registrada bajo la inscripción 190-191, Tomo 142 del libro Primero del Registro Público de la Propiedad de Guadalajara, Jalisco. En el **ANEXO IX.I.3. SE PRESENTA EL ACTA NOTARIAL DE LA REFORMA INTEGRAMENTO DE LOS ESTATUTOS DE LA SOCIEDAD 13,651**, que a letra dice:

***NÚMERO: 13,651 TRECE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y UNO.*** *- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -*

***TOMO: 73. – LIBRO VI. – FOLIO: 145,165.*** *- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -*

*En la ciudad de Guadalajara, Jalisco a los 07 siete días del mes de septiembre del 2018 dos mil dieciocho, ante mí,* ***LICENCIADO ALEJANDRO MORENO PEREZ,*** *notario público número 22 veintidós de Zapopan, Jalisco, actuando en los términos de los artículos 28 veintiocho y 34 treinta y cuatro de la Ley del Notariado del Estado de Jalisco, compareció el señor Ingeniero* ***ANTONIO JOSÉ RODOLFO CORCUERA GARZA MADERO,*** *en su carácter de Delegado de la Asamblea General Ordinaria de Accionistas de* ***"CONSTRUCTORA INMOBILIARIA LOS PATOS", SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE,*** *a solicitar la* ***PROTOCOLIZACIÓN*** *del Acta levantada en dicha Asamblea, misma que fue celebrada el día* ***03 tres*** *de* ***Septiembre*** *del año* ***2018 dos mil dieciocho,*** *para lo cual se realiza las siguientes: - - - - - - - - - - - - - - - - -*

***D E C L A R A C I O N E S***

***UNICA. –*** *Declara el compareciente que: - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

*ochocientos veinticinco, la cual transcribo a la letra como sigue: - - -

Se anexa al estudio el poder notarial donde se le ceden los derechos de representación, y a la letra dice:

***NÚMERO: 15,695 QUINCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO.*** - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

***TOMO: 83.- LIBRO VI.- FOLIO 165,186.*** - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

***SEGUNDA.- <u>OTORGAMIENTO DE PODER</u>.- "CONSTRUCTORA INMOBILIARIA LOS PATOS",SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE,*** *representada por su Administrador General Único,* ***el señor Ingeniero*** [redacted] ***, OTORGA un PODER GENERAL JUDICIAL PARA PLEITOS Y COBRANZAS Y ACTOS DE ADMINISTRACIÓN*** *en favor los señores* [redacted] ***,*** *para que lo ejerzan conjunta o separadamente con la amplitud de facultades a que se refieren los párrafos primero y tercero del artículo 2207 dos mil doscientos siete del Código Civil del Estado de Jalisco y los dos primeros párrafos del artículo 2254 dos mil doscientos cincuenta y cuatro del Código Civil Federa, este último aplicable en materia federal en toda la república, concediéndose a los apoderados todas\las facultades generales y especiales que requieran cláusula especial conforme a la Ley, y de una manera enunciativa más no limitativa, las siguientes: Para intentar toda clase de acciones y desistirse de ellas; interponer todos los recursos y desistirse de ellos, aún del juicio de amparo; transigir; hacer y recibir pagos, ofrecer y rendir pruebas y tachar las del contrario; articular y absolver posiciones; adquirir bienes y derechos en remate y fuera de él, haciendo las posturas y pujas que procedan; celebrar contratos de arrendamiento a nombre de su representada; prorrogar jurisdicción; alegar incompetencia; hacer sumisión expresa; formular querellas penales y desistirse de ellas; comprometer en árbitros o arbitradores; acusar empleados y funcionarios; representar a la otorgante ante toda clase de autoridades, ya sean de los Estados, Municipales o de la Federación. - - -

I.2.4. Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones

[redacted]

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

I.3.1. Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

_____

[redacted]

Director General

***TERRA Consultores***

Con cédula profesional número: [redacted], ver **ANEXO IX.I.7. CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO**

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento

[redacted]

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 del suelo.

a. Nombre

[redacted]

c. Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional

El Ing. Felipe Cárdenas Camberos, con Registro Forestal Nacional en Libro Jalisco, tipo UI Persona Física Prestadora de Servicios Técnicos Forestales, Inscripción Volumen 2, Número 32. Expedido mediante oficio No. SEMARNAT/SGPARN/CIS 2821/2004. Añadido a esto, se presenta el **ANEXO IX.I.8. REGISTRO FORESTAL NACIONAL DEL TÉCNICO FORESTAL.**

d. Copia de identificación oficial

***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.***

PARTICIPANTES EN LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO PARA EL PROYECTO **ECOTERRA PARAISO 33 HECTAREAS**.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

**CONTENIDO**

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 3

II.1. Información general ..... 3

II.1.1. Naturaleza del proyecto ..... 3

II.1.2. Objetivo del proyecto ..... 4

II.1.3. Ubicación física ..... 4

II.1.4. Urbanización del área ..... 12

II.1.5. Inversión requerida ..... 15

II.2. Características particulares del proyecto ..... 15

II.2.1. Dimensiones del proyecto ..... 15

II.2.2. Representación gráfica regional ..... 18

II.2.3. Representación gráfica local ..... 19

II.2.4. Preparación del sitio ..... 20

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto ..... 22

II.2.7. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo ..... 24

II.2.8. Estimación económica de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso del suelo ..... 29

II.2.9. Operación y mantenimiento ..... 38

II.2.10. Desmantelamiento y abandono de instalaciones ..... 39

II.2.11. Programa de trabajo ..... 40

II.2.12. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera ..... 41

II.2.13. Residuos ..... 47

*Tabla II.1. Distribución de uso de suelo del proyecto.* ..... *3*

*Tabla II.2. Cuadro de construcción del proyecto* ..... *12*

*Tabla II.3. Parámetros de diseño para la planta de tratamientos del proyecto* ..... *13*

*Tabla II.4. Inversión total del proyecto.* ..... *15*

*Tabla II.5. Distribución de superficie del proyecto respecto al polígono total del desarrollo* ..... *16*

*Tabla II.6. Distribución específica de los usos de suelo del proyecto* ..... *17*

*Tabla II.7. Superficies de las obras que faltan por ejecutar del proyecto Ecoterra y que se ubican dentro de áreas con vegetación forestal.....18*
*Tabla II.8. Clasificación de las superficies del proyecto .....18*
*Tabla II.9. Intensidad de muestreo.....25*
*Tabla II.10. Densidad de individuos por hectárea. .....26*
*Tabla II.11. Cobertura de copas por tipo de vegetación.....26*
*Tabla II.12. Volumen total de las materias primas forestales derivadas del CUSTF (estrato arbóreo). .....28*
*Tabla II.13. Individuos totales derivados del CUSTF (estrato arbustivo).....29*
*Tabla II.14. Individuos totales derivados del CUSTF, SBC (estrato herbáceo). .....29*
*Tabla II.15. Clasificación de valores de uso de los recursos biológicos forestales.....31*
*Tabla II.16. Estimación económica para los recursos biológicos forestales de uso directo.....33*
*Tabla II.17. Estimación económica para el recurso fauna silvestre.....35*
*Tabla II.18. Estimación económica de los recursos forestales de uso indirecto.....36*
*Tabla II.19. Estimación del valor por la captura de carbono.....36*
*Tabla II.20. Estimación del valor por el tratamiento de agua.....37*
*Tabla II.21. Estimación del valor para evitar la salinización por la deforestación.....37*
*Tabla II.22. Estimación del valor farmacéutico. .....37*
*Tabla II.23. Estimación del valor de existencia.....37*
*Tabla II.24. Estimación del valor de derecho de monte.....37*
*Tabla II.25. Estimación de los recursos biológicos.....38*
*Tabla II.26. Actividades de operación y mantenimiento del proyecto.....39*
*Tabla II.27. Duración del proyecto por etapas.....40*
*Tabla II.28. División por etapas de la duración del proyecto. .....41*
*Tabla II.29. Clasificación de los residuos sólidos urbanos. .....42*
*Tabla II.30. Pronóstico de residuos sólidos urbanos por etapa.....48*
*Tabla II.31. Pronóstico para la generación residuos de construcción. .....48*

*Figura II.1. Sembrado de fracciones del proyecto ECOTERRA PARAISO 33 HAS. .....4*
*Figura II.2. Plano de área de actuación para el DTU del proyecto. .....16*
*Figura II.3. Zonas sujetas a cambio de uso del suelo .....17*
*Figura II.4. Plano de ubicación regional del proyecto.....19*
*Figura II.5. Plano de ubicación local del proyecto. .....19*

# II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## II.1. Información general

### II.1.1. Naturaleza del proyecto

De acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), el proyecto se encuentra dentro del sector de la Construcción, subsector Edificación en la rama de la Edificación Residencial. En el caso particular del presente proyecto, como resultado del trabajo de un grupo multidisciplinario de diseñadores y planificadores ambientales con gran experiencia profesional, se ha conceptualizado el proyecto que integra la construcción, viviendas y la preservación del medio ambiente.

El desarrollo habitacional "**ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha"** consiste en un desarrollo inmobiliario con objetivo social para la construcción de 2,440 viviendas plurifamiliares de alta densidad y estará conformado por:

- Áreas de desarrollo a mediano plazo
- Vialidades principales y secundarias
- Servicios
- Áreas de conservación y áreas verdes

Los usos previstos dentro del predio de acuerdo a cada una de las instalaciones que comprenden "**ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha"** se muestran en la tabla II.1, figura II.1 y en el **ANEXOIX. II.1. PLANO DE SEMBRADO DE FRACCIONES DEL PROYECTO ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha.**

| **Usos** | **Superficie ($m^2$)** | **Valor (%)** |
|---|---|---|
| Habitacional | 77,546.0158 | 24.0453 |
| Infraestructura | 1,621.7260 | 0.5029 |
| Vialidades | 43,479.2095 | 13.4819 |
| Áreas Verdes | 68,521.0092 | 21.2469 |
| Áreas de Cesión | 5,342.4449 | 1.6566 |
| Desarrollo Mediano Plazo | 58,769.0501 | 18.2230 |
| Derecho de vía CFE | 5,165.5790 | 1.6017 |
| Conservación – CUSTF | 28,857.6634 | 8.9481 |
| Conservación | 33,196.7496 | 10.2936 |
| **Total** | 322,499.4474 | 100.00 |

*Tabla II.1. Distribución de uso de suelo del proyecto.*

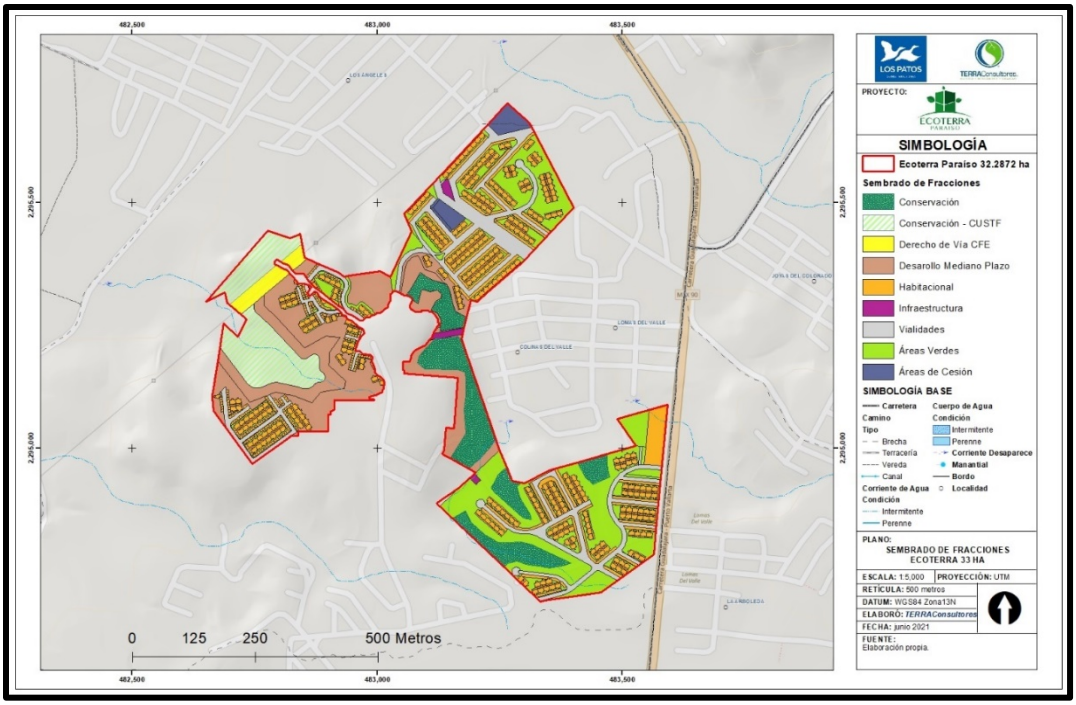



*Figura II.1. Sembrado de fracciones del proyecto ECOTERRA PARAISO 33 HAS.*

## II.1.2. Objetivo del proyecto

Llevar a cabo la construcción de un desarrollo habitacional de interés social de tipo plurifamiliar de alta densidad diseñado y construido con los estándares de calidad y construcción que se marcan para para el uso residencial permanente. Lo anterior en concordancia con la normatividad ambiental y con la finalidad de garantizar la sustentabilidad ambiental de las construcciones de la zona del proyecto y de su entorno en todas las etapas del mismo.

## II.1.3. Ubicación física

El proyecto habitacional denominado **ECOTERRA PARAISO 33 Ha,** se ubica en el estado de Jalisco, dentro del municipio de Puerto Vallarta, al sur del poblado denominado "El Colorado" y la carretera Estatal 544 "Las Palmas-Puerto Vallarta" entre los km 78+880 al 79+000. Las coordenadas UTM del polígono que delimitan el terreno donde se pretende desarrollar el proyecto se indican en la tabla II.2.

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| | | | | 1 | 483.283,0779 | 2.295.367,2939 |
| 1 | 2 | 221-3-38° | 70,882 | 2 | 483.229,6319 | 2.295.320,7346 |
| 2 | 3 | 221-3-39° | 33,990 | 3 | 483.204,0030 | 2.295.298,4080 |
| 3 | 4 | 162-30-58° | 13,108 | 4 | 483.191,5010 | 2.295.302,3460 |
| 4 | 5 | 256-2-52° | 11,418 | 5 | 483.188,7479 | 2.295.291,2645 |
| 5 | 6 | 256-2-52° | 25,974 | 6 | 483.182,4853 | 2.295.266,0572 |
| 6 | 7 | 256-2-51° | 19,817 | 7 | 483.177,7070 | 2.295.246,8245 |
| 7 | 8 | 256-2-52° | 24,760 | 8 | 483.171,7370 | 2.295.222,7950 |
| 8 | 9 | 288-56-23° | 216,100 | 9 | 483.241,8773 | 2.295.018,3950 |
| 9 | 10 | 288-56-24° | 23,938 | 10 | 483.249,6470 | 2.294.995,7530 |
| 10 | 11 | 292-26-34° | 38,186 | 11 | 483.264,2251 | 2.294.960,4587 |
| 11 | 12 | 292-26-34° | 29,482 | 12 | 483.275,4800 | 2.294.933,2100 |
| 12 | 13 | 349-52-26° | 18,508 | 13 | 483.293,6995 | 2.294.929,9560 |
| 13 | 14 | 349-52-26° | 6,080 | 14 | 483.299,6850 | 2.294.928,8870 |
| 14 | 15 | 26-56-33° | 58,453 | 15 | 483.351,7940 | 2.294.955,3720 |
| 15 | 16 | 15-38-24° | 57,989 | 16 | 483.407,6357 | 2.294.971,0054 |
| 16 | 17 | 15-38-25° | 63,623 | 17 | 483.468,9029 | 2.294.988,1578 |
| 17 | 18 | 15-38-24° | 61,653 | 18 | 483.528,2730 | 2.295.004,7790 |
| 18 | 19 | 125-51-37° | 66,957 | 19 | 483.489,0490 | 2.295.059,0440 |
| 19 | 20 | 16-8-21° | 108,216 | 20 | 483.593,0000 | 2.295.089,1250 |
| 20 | 21 | 264-33-23° | 255,350 | 21 | 483.568,7766 | 2.294.834,9270 |
| 21 | 22 | 264-33-24° | 17,752 | 22 | 483.567,0926 | 2.294.817,2548 |
| 22 | 23 | 264-33-23° | 33,296 | 23 | 483.563,9340 | 2.294.784,1090 |
| 23 | 24 | 215-51-23° | 132,076 | 24 | 483.456,8880 | 2.294.706,7450 |
| 24 | 25 | 188-16-19° | 115,320 | 25 | 483.342,7673 | 2.294.690,1535 |
| 25 | 26 | 194-29-13° | 10,928 | 26 | 483.332,1865 | 2.294.687,4197 |
| 26 | 27 | 123-48-8° | 1,190 | 27 | 483.331,5243 | 2.294.688,4088 |
| 27 | 28 | 136-27-28° | 52,403 | 28 | 483.293,5391 | 2.294.724,5085 |
| 28 | 29 | 136-27-29° | 13,482 | 29 | 483.283,7661 | 2.294.733,7963 |
| 29 | 30 | 136-27-28° | 35,490 | 30 | 483.258,0406 | 2.294.758,2449 |
| 30 | 31 | 136-27-29° | 144,139 | 31 | 483.153,5586 | 2.294.857,5405 |
| 31 | 32 | 136-27-29° | 35,243 | 32 | 483.128,0120 | 2.294.881,8190 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 32 | 33 | 135-7-24° | 9,816 | 33 | 483.121,0564 | 2.294.888,7447 |
| 33 | 34 | 33-25-18° | 54,023 | 34 | 483.166,1465 | 2.294.918,5006 |
| 34 | 35 | 42-16-22° | 47,038 | 35 | 483.200,9525 | 2.294.950,1415 |
| 35 | 36 | 150-23-51° | 15,131 | 36 | 483.187,7965 | 2.294.957,6158 |
| 36 | 37 | 150-23-52° | 44,375 | 37 | 483.149,2133 | 2.294.979,5362 |
| 37 | 38 | 150-23-51° | 14,079 | 38 | 483.136,9720 | 2.294.986,4909 |
| 38 | 39 | 150-23-53° | 4,925 | 39 | 483.132,6902 | 2.294.988,9235 |
| 39 | 40 | 61-43-2° | 8,317 | 40 | 483.136,6311 | 2.294.996,2478 |
| 40 | 41 | 85-46-45° | 46,271 | 41 | 483.140,0368 | 2.295.042,3937 |
| 41 | 42 | 355-46-45° | 17,000 | 42 | 483.156,9907 | 2.295.041,1425 |
| 42 | 43 | 85-46-45° | 103,000 | 43 | 483.164,5717 | 2.295.143,8631 |
| 43 | 44 | 175-46-45° | 109,130 | 44 | 483.055,7381 | 2.295.151,8953 |
| 44 | 45 | 92-27-17° | 5,034 | 45 | 483.055,5225 | 2.295.156,9249 |
| 45 | 46 | 92-27-17° | 1,420 | 46 | 483.055,4617 | 2.295.158,3431 |
| 46 | 47 | 147-46-18° | 3,597 | 47 | 483.052,4190 | 2.295.160,2613 |
| 47 | 48 | 88-35-49° | 16,211 | 48 | 483.052,8159 | 2.295.176,4671 |
| 48 | 49 | 2-25-51° | 14,036 | 49 | 483.066,8388 | 2.295.177,0624 |
| 49 | 50 | 71-12-39° | 6,777 | 50 | 483.069,0217 | 2.295.183,4786 |
| 50 | 51 | 85-10-14° | 4,713 | 51 | 483.069,4185 | 2.295.188,1749 |
| 51 | 52 | 62-41-3° | 6,775 | 52 | 483.072,5274 | 2.295.194,1942 |
| 52 | 53 | 45-0-0° | 9,542 | 53 | 483.079,2743 | 2.295.200,9411 |
| 53 | 54 | 22-18-22° | 8,365 | 54 | 483.087,0134 | 2.295.204,1161 |
| 54 | 55 | 27-7-17° | 6,094 | 55 | 483.092,4373 | 2.295.206,8943 |
| 55 | 56 | 30-26-4° | 6,137 | 56 | 483.097,7290 | 2.295.210,0031 |
| 56 | 57 | 48-0-45° | 10,679 | 57 | 483.104,8728 | 2.295.217,9406 |
| 57 | 58 | 48-10-48° | 8,432 | 58 | 483.110,4952 | 2.295.224,2245 |
| 58 | 59 | 66-10-54° | 8,026 | 59 | 483.113,7363 | 2.295.231,5667 |
| 59 | 60 | 66-22-15° | 5,776 | 60 | 483.116,0514 | 2.295.236,8584 |
| 60 | 61 | 61-18-6° | 9,909 | 61 | 483.120,8096 | 2.295.245,5500 |
| 61 | 62 | 61-17-55° | 0,422 | 62 | 483.121,0124 | 2.295.245,9204 |
| 62 | 63 | 62-47-4° | 5,207 | 63 | 483.123,3936 | 2.295.250,5506 |
| 63 | 64 | 1-14-40° | 3,044 | 64 | 483.126,4364 | 2.295.250,6167 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 64 | 65 | 75-22-48° | 3,145 | 65 | 483.127,2301 | 2.295.253,6595 |
| 65 | 66 | 145-34-54° | 4,330 | 66 | 483.123,6582 | 2.295.256,1069 |
| 66 | 67 | 89-5-52° | 8,402 | 67 | 483.123,7905 | 2.295.264,5074 |
| 67 | 68 | 144-19-25° | 3,176 | 68 | 483.121,2108 | 2.295.266,3595 |
| 68 | 69 | 118-7-54° | 7,576 | 69 | 483.117,6389 | 2.295.273,0402 |
| 69 | 70 | 136-39-17° | 8,095 | 70 | 483.111,7520 | 2.295.278,5965 |
| 70 | 71 | 180-47-47° | 4,763 | 71 | 483.106,9894 | 2.295.278,5303 |
| 71 | 72 | 138-37-16° | 3,702 | 72 | 483.104,2113 | 2.295.280,9777 |
| 72 | 73 | 181-40-34° | 13,566 | 73 | 483.090,6514 | 2.295.280,5809 |
| 73 | 74 | 275-34-21° | 2,725 | 74 | 483.090,9160 | 2.295.277,8689 |
| 74 | 75 | 178-52-36° | 13,496 | 75 | 483.077,4222 | 2.295.278,1335 |
| 75 | 76 | 147-59-42° | 9,984 | 76 | 483.068,9555 | 2.295.283,4251 |
| 76 | 77 | 128-55-38° | 4,421 | 77 | 483.066,1774 | 2.295.286,8647 |
| 77 | 78 | 88-27-6° | 4,897 | 78 | 483.066,3097 | 2.295.291,7595 |
| 78 | 79 | 46-18-11° | 4,117 | 79 | 483.069,1539 | 2.295.294,7361 |
| 79 | 80 | 79-59-26° | 3,426 | 80 | 483.069,7493 | 2.295.298,1095 |
| 80 | 81 | 34-52-35° | 2,661 | 81 | 483.071,9321 | 2.295.299,6309 |
| 81 | 82 | 101-38-3° | 2,469 | 82 | 483.071,4343 | 2.295.302,0487 |
| 82 | 83 | 101-38-5° | 2,124 | 83 | 483.071,0060 | 2.295.304,1288 |
| 83 | 84 | 126-52-10° | 5,292 | 84 | 483.067,8310 | 2.295.308,3622 |
| 84 | 85 | 160-42-36° | 8,410 | 85 | 483.059,8935 | 2.295.311,1403 |
| 85 | 86 | 179-11-40° | 1,159 | 86 | 483.058,7342 | 2.295.311,1566 |
| 86 | 87 | 179-11-36° | 3,537 | 87 | 483.055,1972 | 2.295.311,2064 |
| 87 | 88 | 134-59-57° | 4,209 | 88 | 483.052,2206 | 2.295.314,1830 |
| 88 | 89 | 181-30-23° | 2,514 | 89 | 483.049,7070 | 2.295.314,1169 |
| 89 | 90 | 150-19-46° | 0,938 | 90 | 483.048,8922 | 2.295.314,5811 |
| 90 | 91 | 150-19-36° | 5,609 | 91 | 483.044,0185 | 2.295.317,3580 |
| 91 | 92 | 155-1-33° | 5,327 | 92 | 483.039,1898 | 2.295.319,6070 |
| 92 | 93 | 180-0-0° | 6,679 | 93 | 483.032,5109 | 2.295.319,6070 |
| 93 | 94 | 180-0-0° | 0,068 | 94 | 483.032,4429 | 2.295.319,6070 |
| 94 | 95 | 232-59-23° | 5,384 | 95 | 483.029,2018 | 2.295.315,3075 |
| 95 | 96 | 234-46-58° | 2,753 | 96 | 483.027,6143 | 2.295.313,0585 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 96 | 97 | 270-33-13° | 13,693 | 97 | 483.027,7466 | 2.295.299,3663 |
| 97 | 98 | 224-59-56° | 3,929 | 98 | 483.024,9684 | 2.295.296,5882 |
| 98 | 99 | 235-31-41° | 5,376 | 99 | 483.021,9257 | 2.295.292,1564 |
| 99 | 100 | 273-56-44° | 5,768 | 100 | 483.022,3226 | 2.295.286,4017 |
| 100 | 101 | 197-44-41° | 5,209 | 101 | 483.017,3617 | 2.295.284,8142 |
| 101 | 102 | 220-59-8° | 10,690 | 102 | 483.009,2918 | 2.295.277,8027 |
| 102 | 103 | 213-20-10° | 4,453 | 103 | 483.005,5711 | 2.295.275,3553 |
| 103 | 104 | 183-48-52° | 5,966 | 104 | 482.999,6180 | 2.295.274,9585 |
| 104 | 105 | 235-29-27° | 2,569 | 105 | 482.998,1628 | 2.295.272,8418 |
| 105 | 106 | 191-46-14° | 0,756 | 106 | 482.997,4223 | 2.295.272,6875 |
| 106 | 107 | 191-46-6° | 8,973 | 107 | 482.988,6378 | 2.295.270,8574 |
| 107 | 108 | 217-38-52° | 5,848 | 108 | 482.984,0076 | 2.295.267,2855 |
| 108 | 109 | 181-10-9° | 6,484 | 109 | 482.977,5252 | 2.295.267,1532 |
| 109 | 110 | 226-58-30° | 5,429 | 110 | 482.973,8211 | 2.295.263,1845 |
| 110 | 111 | 229-45-50° | 4,506 | 111 | 482.970,9107 | 2.295.259,7449 |
| 111 | 112 | 180-0-0° | 6,482 | 112 | 482.964,4283 | 2.295.259,7449 |
| 112 | 113 | 144-31-28° | 14,133 | 113 | 482.952,9190 | 2.295.267,9470 |
| 113 | 114 | 145-29-31° | 7,706 | 114 | 482.946,5689 | 2.295.272,3126 |
| 114 | 115 | 165-57-49° | 7,636 | 115 | 482.939,1606 | 2.295.274,1647 |
| 115 | 116 | 135-0-0° | 5,426 | 116 | 482.935,3241 | 2.295.278,0012 |
| 116 | 117 | 121-47-55° | 7,783 | 117 | 482.931,2231 | 2.295.284,6158 |
| 117 | 118 | 150-40-47° | 11,076 | 118 | 482.921,5658 | 2.295.290,0397 |
| 118 | 119 | 143-16-2° | 22,119 | 119 | 482.903,8386 | 2.295.303,2689 |
| 119 | 120 | 140-29-31° | 19,547 | 120 | 482.888,7574 | 2.295.315,7044 |
| 120 | 121 | 142-25-53° | 21,698 | 121 | 482.871,5594 | 2.295.328,9336 |
| 121 | 122 | 132-30-38° | 17,228 | 122 | 482.859,9177 | 2.295.341,6336 |
| 122 | 123 | 127-11-5° | 9,631 | 123 | 482.854,0969 | 2.295.349,3065 |
| 123 | 124 | 120-57-50° | 7,714 | 124 | 482.850,1281 | 2.295.355,9211 |
| 124 | 125 | 181-52-41° | 14,940 | 125 | 482.835,1964 | 2.295.355,4315 |
| 125 | 126 | 181-52-40° | 1,209 | 126 | 482.833,9885 | 2.295.355,3919 |
| 126 | 127 | 135-51-17° | 12,536 | 127 | 482.824,9927 | 2.295.364,1232 |
| 127 | 128 | 120-44-9° | 11,389 | 128 | 482.819,1718 | 2.295.373,9128 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 128 | 129 | 165-34-44° | 9,562 | 129 | 482.809,9114 | 2.295.376,2941 |
| 129 | 130 | 152-39-1° | 17,277 | 130 | 482.794,5655 | 2.295.384,2316 |
| 130 | 131 | 230-31-38° | 5,827 | 131 | 482.790,8613 | 2.295.379,7337 |
| 131 | 132 | 267-16-28° | 5,563 | 132 | 482.790,5968 | 2.295.374,1774 |
| 132 | 133 | 346-30-15° | 6,802 | 133 | 482.797,2113 | 2.295.372,5899 |
| 133 | 134 | 331-30-16° | 10,537 | 134 | 482.806,4718 | 2.295.367,5628 |
| 134 | 135 | 331-11-21° | 12,078 | 135 | 482.817,0551 | 2.295.361,7420 |
| 135 | 136 | 306-9-29° | 8,520 | 136 | 482.822,0822 | 2.295.354,8628 |
| 136 | 137 | 318-10-47° | 9,406 | 137 | 482.829,0923 | 2.295.348,5906 |
| 137 | 138 | 318-10-46° | 4,085 | 138 | 482.832,1364 | 2.295.345,8669 |
| 138 | 139 | 302-44-7° | 8,807 | 139 | 482.836,8989 | 2.295.338,4586 |
| 139 | 140 | 307-34-9° | 4,340 | 140 | 482.839,5448 | 2.295.335,0190 |
| 140 | 141 | 1-13-8° | 12,438 | 141 | 482.851,9802 | 2.295.335,2836 |
| 141 | 142 | 336-2-14° | 10,423 | 142 | 482.861,5052 | 2.295.331,0502 |
| 142 | 143 | 338-11-56° | 4,275 | 143 | 482.865,4740 | 2.295.329,4627 |
| 143 | 144 | 244-21-33° | 7,337 | 144 | 482.862,2990 | 2.295.322,8481 |
| 144 | 145 | 233-31-51° | 7,567 | 145 | 482.857,8011 | 2.295.316,7627 |
| 145 | 146 | 290-33-20° | 6,782 | 146 | 482.860,1823 | 2.295.310,4127 |
| 146 | 147 | 24-13-38° | 5,803 | 147 | 482.865,4740 | 2.295.312,7939 |
| 147 | 148 | 43-46-53° | 8,795 | 148 | 482.871,8240 | 2.295.318,8794 |
| 148 | 149 | 345-15-20° | 5,198 | 149 | 482.876,8511 | 2.295.317,5565 |
| 149 | 150 | 299-3-16° | 8,172 | 150 | 482.880,8198 | 2.295.310,4127 |
| 150 | 151 | 316-13-10° | 8,795 | 151 | 482.887,1699 | 2.295.304,3273 |
| 151 | 152 | 330-15-17° | 8,533 | 152 | 482.894,5782 | 2.295.300,0939 |
| 152 | 153 | 327-59-41° | 14,976 | 153 | 482.907,2782 | 2.295.292,1564 |
| 153 | 154 | 324-3-29° | 13,072 | 154 | 482.917,8616 | 2.295.284,4835 |
| 154 | 155 | 324-38-14° | 10,058 | 155 | 482.926,0637 | 2.295.278,6626 |
| 155 | 156 | 294-37-24° | 6,985 | 156 | 482.928,9741 | 2.295.272,3126 |
| 156 | 157 | 340-58-28° | 8,116 | 157 | 482.936,6470 | 2.295.269,6668 |
| 157 | 158 | 284-2-10° | 7,636 | 158 | 482.938,4991 | 2.295.262,2584 |
| 158 | 159 | 346-45-36° | 9,242 | 159 | 482.947,4950 | 2.295.260,1418 |
| 159 | 160 | 321-33-46° | 21,281 | 160 | 482.964,1638 | 2.295.246,9126 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 160 | 161 | 325-47-2° | 7,999 | 161 | 482.970,7784 | 2.295.242,4146 |
| 161 | 162 | 289-39-13° | 7,867 | 162 | 482.973,4242 | 2.295.235,0063 |
| 162 | 163 | 233-7-48° | 11,906 | 163 | 482.966,2804 | 2.295.225,4813 |
| 163 | 164 | 242-6-10° | 10,179 | 164 | 482.961,5179 | 2.295.216,4854 |
| 164 | 165 | 243-26-6° | 6,508 | 165 | 482.958,6075 | 2.295.210,6646 |
| 165 | 166 | 250-1-1° | 9,291 | 166 | 482.955,4325 | 2.295.201,9333 |
| 166 | 167 | 298-4-21° | 4,498 | 167 | 482.957,5492 | 2.295.197,9645 |
| 167 | 168 | 5-26-27° | 5,581 | 168 | 482.963,1054 | 2.295.198,4937 |
| 168 | 169 | 322-15-12° | 10,373 | 169 | 482.971,3075 | 2.295.192,1437 |
| 169 | 170 | 351-5-6° | 13,659 | 170 | 482.984,8013 | 2.295.190,0270 |
| 170 | 171 | 325-37-11° | 6,091 | 171 | 482.989,8284 | 2.295.186,5874 |
| 171 | 172 | 263-39-36° | 9,584 | 172 | 482.988,7701 | 2.295.177,0624 |
| 172 | 173 | 292-59-18° | 9,484 | 173 | 482.992,4742 | 2.295.168,3312 |
| 173 | 174 | 292-10-0° | 7,714 | 174 | 482.995,3847 | 2.295.161,1874 |
| 174 | 175 | 272-23-7° | 6,356 | 175 | 482.995,6492 | 2.295.154,8374 |
| 175 | 176 | 312-35-15° | 10,889 | 176 | 483.003,0179 | 2.295.146,8205 |
| 176 | 177 | 351-52-12° | 4,490 | 177 | 483.007,4629 | 2.295.146,1855 |
| 177 | 178 | 306-52-14° | 3,969 | 178 | 483.009,8442 | 2.295.143,0105 |
| 178 | 179 | 309-33-32° | 4,736 | 179 | 483.012,8604 | 2.295.139,3592 |
| 179 | 180 | 281-0-14° | 5,822 | 180 | 483.013,9717 | 2.295.133,6442 |
| 180 | 181 | 269-15-55° | 12,384 | 181 | 483.013,8129 | 2.295.121,2617 |
| 181 | 182 | 226-44-10° | 3,706 | 182 | 483.011,2729 | 2.295.118,5629 |
| 182 | 183 | 254-55-56° | 4,274 | 183 | 483.010,1617 | 2.295.114,4354 |
| 183 | 184 | 204-21-44° | 9,236 | 184 | 483.001,7479 | 2.295.110,6254 |
| 184 | 185 | 207-15-17° | 5,893 | 185 | 482.996,5091 | 2.295.107,9267 |
| 185 | 186 | 192-24-28° | 8,127 | 186 | 482.988,5716 | 2.295.106,1804 |
| 186 | 187 | 209-44-42° | 5,120 | 187 | 482.984,1266 | 2.295.103,6404 |
| 187 | 188 | 288-26-16° | 0,622 | 188 | 482.984,3233 | 2.295.103,0504 |
| 188 | 189 | 288-26-6° | 2,892 | 189 | 482.985,2379 | 2.295.100,3066 |
| 189 | 190 | 0-0-0° | 7,938 | 190 | 482.993,1754 | 2.295.100,3066 |
| 190 | 191 | 297-53-53° | 2,532 | 191 | 482.994,3600 | 2.295.098,0691 |
| 191 | 192 | 180-6-25° | 81,778 | 192 | 482.912,5819 | 2.295.097,9166 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 192 | 193 | 270-6-24° | 19,173 | 193 | 482.912,6176 | 2.295.078,7437 |
| 193 | 194 | 211-34-36° | 5,083 | 194 | 482.908,2876 | 2.295.076,0823 |
| 194 | 195 | 207-47-54° | 3,125 | 195 | 482.905,5232 | 2.295.074,6249 |
| 195 | 196 | 266-2-31° | 5,591 | 196 | 482.905,1373 | 2.295.069,0477 |
| 196 | 197 | 180-6-24° | 5,000 | 197 | 482.900,1373 | 2.295.069,0384 |
| 197 | 198 | 270-6-24° | 34,715 | 198 | 482.900,2020 | 2.295.034,3234 |
| 198 | 199 | 180-6-24° | 60,514 | 199 | 482.839,6880 | 2.295.034,2106 |
| 199 | 200 | 270-6-25° | 8,990 | 200 | 482.839,7048 | 2.295.025,2206 |
| 200 | 201 | 180-6-25° | 13,729 | 201 | 482.825,9759 | 2.295.025,1951 |
| 201 | 202 | 184-34-43° | 0,625 | 202 | 482.825,3528 | 2.295.025,1451 |
| 202 | 203 | 193-33-22° | 0,625 | 203 | 482.824,7452 | 2.295.024,9986 |
| 203 | 204 | 202-30-28° | 0,625 | 204 | 482.824,1677 | 2.295.024,7593 |
| 204 | 205 | 211-28-40° | 0,625 | 205 | 482.823,6346 | 2.295.024,4329 |
| 205 | 206 | 215-57-22° | 96,404 | 206 | 482.745,5986 | 2.294.967,8276 |
| 206 | 207 | 125-57-22° | 134,389 | 207 | 482.666,6900 | 2.295.076,6110 |
| 207 | 208 | 97-14-47° | 26,369 | 208 | 482.663,3640 | 2.295.102,7690 |
| 208 | 209 | 81-23-24° | 5,130 | 209 | 482.664,1320 | 2.295.107,8412 |
| 209 | 210 | 81-23-24° | 71,014 | 210 | 482.674,7634 | 2.295.178,0546 |
| 210 | 211 | 81-23-24° | 76,365 | 211 | 482.686,1960 | 2.295.253,5590 |
| 211 | 212 | 318-13-38° | 39,240 | 212 | 482.715,4610 | 2.295.227,4180 |
| 212 | 213 | 62-25-18° | 40,388 | 213 | 482.734,1590 | 2.295.263,2170 |
| 213 | 214 | 141-13-53° | 51,315 | 214 | 482.694,1500 | 2.295.295,3490 |
| 214 | 215 | 102-33-31° | 22,094 | 215 | 482.689,3460 | 2.295.316,9140 |
| 215 | 216 | 205-48-6° | 43,000 | 216 | 482.650,6330 | 2.295.298,1980 |
| 216 | 217 | 48-52-23° | 192,173 | 217 | 482.777,0310 | 2.295.442,9530 |
| 217 | 218 | 341-24-35° | 48,736 | 218 | 482.823,2240 | 2.295.427,4160 |
| 218 | 219 | 24-42-21° | 20,760 | 219 | 482.842,0842 | 2.295.436,0930 |
| 219 | 220 | 24-42-32° | 0,411 | 220 | 482.842,4580 | 2.295.436,2650 |
| 220 | 221 | 280-44-50° | 49,084 | 221 | 482.851,6110 | 2.295.388,0420 |
| 221 | 222 | 336-58-19° | 23,693 | 222 | 482.873,4162 | 2.295.378,7737 |
| 222 | 223 | 336-58-19° | 51,804 | 223 | 482.921,0920 | 2.295.358,5090 |
| 223 | 224 | 325-3-48° | 15,313 | 224 | 482.933,6450 | 2.295.349,7400 |

| CUADRO DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | X | Y |
| 224 | 225 | 8-42-8 | 5,260 | 225 | 482.938,8442 | 2.295.350,5358 |
| 225 | 226 | 8-42-7° | 5,502 | 226 | 482.944,2827 | 2.295.351,3682 |
| 226 | 227 | 8-42-7° | 61,415 | 227 | 483.004,9910 | 2.295.360,6600 |
| 227 | 228 | 332-10-46° | 24,577 | 228 | 483.026,7270 | 2.295.349,1900 |
| 228 | 229 | 64-59-47° | 101,796 | 229 | 483.069,7540 | 2.295.441,4460 |
| 229 | 230 | 111-25-14° | 38,633 | 230 | 483.055,6450 | 2.295.477,4100 |
| 230 | 231 | 46-58-26° | 127,742 | 231 | 483.142,8077 | 2.295.570,7949 |
| 231 | 232 | 46-58-26° | 126,486 | 232 | 483.229,1133 | 2.295.663,2614 |
| 232 | 233 | 46-58-26° | 33,985 | 233 | 483.252,3023 | 2.295.688,1059 |
| 233 | 234 | 46-58-25° | 19,534 | 234 | 483.265,6310 | 2.295.702,3860 |
| 234 | 235 | 319-1-39° | 60,165 | 235 | 483.311,0570 | 2.295.662,9360 |
| 235 | 236 | 297-26-0° | 194,924 | 236 | 483.400,8620 | 2.295.489,9320 |
| 236 | 237 | 226-45-3° | 134,297 | 237 | 483.308,8454 | 2.295.392,1127 |
| 237 | 238 | 226-45-4° | 18,034 | 238 | 483.296,4890 | 2.295.378,9770 |
| 238 | 1 | 221-3-39° | 17,786 | 1 | 483.283,0779 | 2.295.367,2939 |

*Tabla II.1. Cuadro de construcción del proyecto*

### II.1.4. Urbanización del área

El sitio donde se ubica el proyecto es adyacente a desarrollos de etapas previas del fraccionamiento **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, por lo que debido a su cercanía con las etapas anteriores, el sitio cuenta con accesibilidad inmediata a los servicios públicos que requiere el proyecto.

***Descripción de servicios requeridos***

*Agua Potable*

El abastecimiento de agua potable al desarrollo se hará por medio de tres pozos profundos, los cuales ya se encuentran perforados en un área destinada para infraestructura dentro del proyecto, dichos pozos descargarán a un tanque de concreto el cual regulará las demandas máximas que se puedan presentar durante las horas pico y suministrará la presión a la red por medio de un equipo de bombeo.

*Drenaje*

La descarga del Alcantarillado Sanitario se hará mediante una línea de alojamiento que se conectará a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada al Noroeste del desarrollo en la parte más baja.

Características de la Planta de tratamiento de aguas residuales:

El sistema de tratamiento seleccionado para la etapa final es un reactor anaerobio de lecho suspendido seguido de un reactor de lodos activado convencional. El caudal de diseño de la planta es de 35 L/s para su etapa final, la calidad del agua del in-fluente considerada en el diseño está basada en los rangos típicos reportados en la literatura internacional (Metcalf & Eddy, 2003). Aunque la Ley Federal de Derechos indica que el río Mascota está clasificado como cuerpo receptor tipo "A", la planta está diseñada para cumplir los límites que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para cuerpo receptor tipo "B", en la etapa final de construcción y en la primer etapa se propone el cumplimiento para cuerpo tipo "A".

En la tabla II.3. Se presentan los datos de diseño utilizados para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Ecoterra. Ver **ANEXO IX.II.2. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PTAR.**

| **Parámetro de Diseño** | **Calidad del Agua Residual Influente** | **Calidad del Agua Tratada* (NOM-001 cuerpo receptor tipo "A")** |
|---|---|---|
| Caudal, L/s | 4 | 4 |
| DBO, mg/l | 250 | 30 |
| SST, mg/l | 250 | 30 |
| Nitrógeno total, mg/l | 40 | 35 |
| Fósforo total, mg/l | 7 | 5 |
| Grasas y aceites, mg/l | 25 | 15 |
| Huevos de Helminto | Sin dato | ≤1 |
| Coliformes fecales, NMP/100 ml | Sin dato | <1,000 |

*Tabla II.1. Parámetros de diseño para la planta de tratamientos del proyecto*

*Promedio mensual

*Alcantarillado Pluvial*

El sistema de alcantarillado pluvial se basará en un patrón de drenaje superficial del área de proyecto, ya que el sistema de cauces de los escurrimientos temporales entra y salen o se originan en la misma con diversas direcciones y magnitudes, aunque a nivel zonal componen un patrón de escurrimientos de este a oeste de la carretera federal México 90 al camino El Cantón - El Colorado.

La profundidad y lo abrupto de algunos de los cauces, debido a procesos erosivos severos, remite a la necesidad de controles de escorrentías por lluvias torrenciales y la naturaleza erodable del suelo cuando queda expuesto, y al alto grado de dificultad que representa para la introducción de vialidades y redes de infraestructura; aunque por otro lado, se proponen dentro del proyecto como un sistema de espacios abiertos para preservar condiciones naturales en el área, contables como área de cesión para conservación.

*Electricidad y Alumbrado*

Se cuenta con factibilidad para dotar de energía al desarrollo por parte de CFE.

*Pavimentos*

Los pavimentos de las vialidades serán de concreto para evitar el mantenimiento que necesitan otros tipos de materiales y garantizar la durabilidad y calidad del rodamiento, evitando que se formen baches.

*Equipamiento*

El equipamiento propuesto es para cubrir las necesidades de la población del desarrollo, se proponen áreas verdes recreativas, las cuales cuentan con juegos infantiles, andadores y bancas; así como también una multicancha y zonas de descanso con bancas.

Se cuenta en el acceso con un área para servicios distritales (SD-4), con el fin de que se establezcan comercios que sirvan para cubrir las necesidades básicas sin salir del desarrollo, en donde se podrán establecer gasolinera, tortillería, abarrotes, lavandería, locales de autoservicio, etc.

*Accesibilidad*

La incorporación de los vehículos que entran y salen del desarrollo se hará por medio de carriles de aceleración y desaceleración con la señalización adecuada hacia la Vialidad Colectora proyectada sobre el Camino a El Cantón.

### II.1.5. Inversión requerida

La inversión requerida estimada para la ejecución del proyecto se desglosa en la tabla II.4. que se muestra a continuación:

| Concepto | Costo estimado (MXN | % |
|---|---|---|
| Estudios, gestiones y proyectos | 6,450,000.00 | 5 |
| Preparación del terreno | 18,060,000.00 | 14 |
| Red eléctrica | 12,900,000.00 | 10 |
| Red hidráulica | 9,030,000.00 | 7 |
| Red de drenaje y planta de tratamiento | 10,320,000.00 | 8 |
| Vialidades | 19,350,000.00 | 15 |
| Construcción de viviendas | 49,020,000.00 | 38 |
| Reforestación y arquitectura del paisaje | 3,870,000.00 | 3 |
| **Total de inversión** | 129,000,000.00 | 100 |

*Tabla II.1. Inversión total del proyecto.*

## II.2. Características particulares del proyecto

### II.2.1. Dimensiones del proyecto

a) *Superficie total del predio (en $m^2$)*

La superficie total del predio es de 715,805 $m^2$ como lo establecen las escrituras de la propiedad de las cuales, el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** abarca únicamente 322,872 $m^2$. En la tabla II.5 se presenta la distribución de las superficies mencionadas, mientras que en la figura II.2 y **ANEXO IX.II.3. PLANO DE ÁREA DE ACTUACIÓN PARA EL DTU** se muestra su ubicación.

| Descripción | Superficie | |
|---|---|---|
| | $m^2$ | ha |
| **Ecoterra Paraíso 33 Hectáreas** | 322,872 | 32.2872 |
| **Ecoterra** | 715,805 | 71.5805 |

*Tabla II.1. Distribución de superficie del proyecto respecto al polígono total del desarrollo*

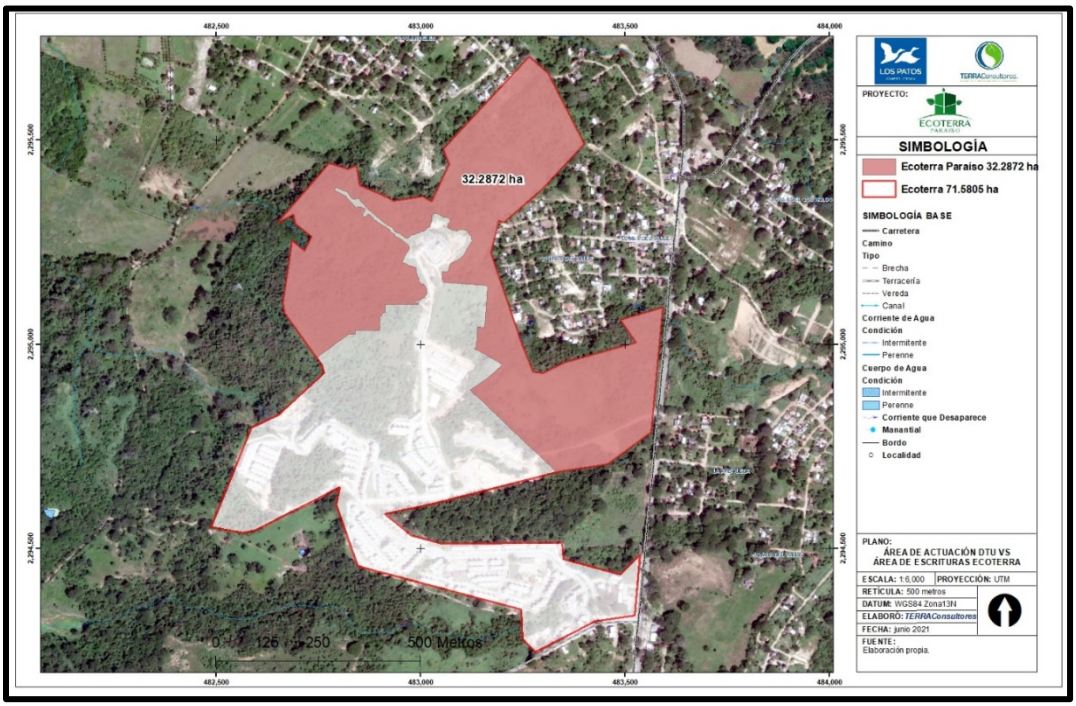



*Figura II.1. Plano de área de actuación para el DTU del proyecto.*

*b) Superficie a afectar (en $m^2$) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto*

A partir de un análisis realizado por modelación en ArcMap 10.4, de los 322,872 $m^2$ que comprende el polígono del proyecto, la superficie de afectación es de 232,031 $m^2$, es decir, el 71.86% del polígono.

Las zonas sujetas a cambio de uso del suelo, se muestran en la figura II.3 y en el **ANEXO IX.II.4. PLANO DE ZONAS SUJETAS A CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

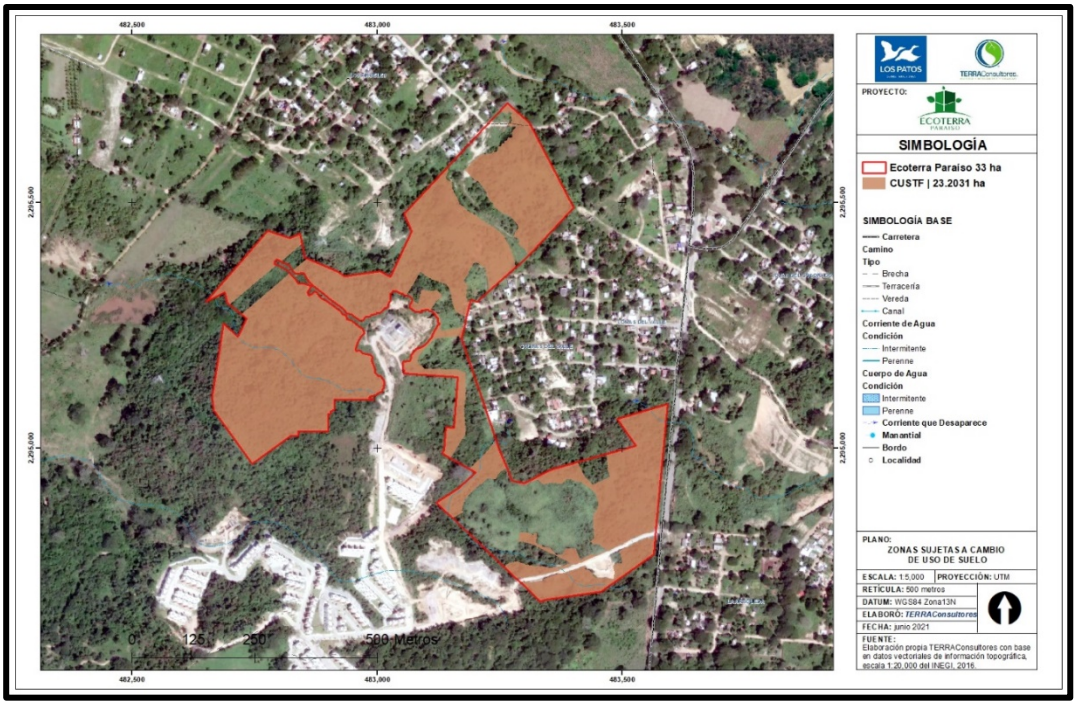



*Figura II.2. Zonas sujetas a cambio de uso del suelo*

c) *Superficie (en m$^2$) para obras permanentes*

Las obras permanentes son los edificios habitacionales, el sistema vial, los andadores y la infraestructura que ocuparán una superficie de 185,382.72 m$^2$, lo que representa el 57% de la superficie total del terreno del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha"**.

| **Destino** | | **Superficie (m$^2$)** | **Superficie (has)** | **Porcentaje** |
|---|---|---|---|---|
| CONDOMINAL | Áreas Privativas | 40,359.00 | 4.04 | 12.5% |
| | Vialidades | 36,790.16 | 3.68 | 11.4% |
| | Estacionamientos | 19,533.76 | 1.95 | 6.1% |
| | Áreas verdes | 25,829.76 | 2.58 | 8.0% |
| Vialidades municipales | | 77,489.28 | 7.75 | 24.0% |
| Área comercial y de servicios | | 6,367.44 | 0.64 | 2.0% |
| Área de Infraestructura | | 4,843.08 | 0.48 | 1.5% |
| Áreas de conservación | | 60,000.00 | 6.00 | 18.6% |
| Áreas de cesión (ACD-4 y ACD-5) | | 51,659.52 | 5.17 | 16.0% |
| **Total** | | **322,872.00** | **32.29** | **100%** |

*Tabla II.2. Distribución específica de los usos de suelo del proyecto*

| *Actividad* | *Vegetación forestal ($m^2$)* | *Vegetación forestal (has)* | *Porcentaje* |
|---|---|---|---|
| Desplante de edificios | 64807.4057 | 64807.4057 | 45.433101 |
| Sistema Vial | 39819.6216 | 39819.6216 | 27.9154653 |
| Zona de andadores | 8,756.8967 | 8,756.8967 | 6.13900476 |
| Área de estacionamientos | 23252.0889 | 23252.0889 | 16.30083 |
| Área comercial y de servicios | 4374.1026 | 4374.1026 | 3.0664558 |
| Área de infraestructura | 358.2646 | 358.2646 | 0.25116067 |
| Áreas de cesión (ACD-4 y ACD-5) | 1275.2087 | 1275.2087 | 0.89398249 |
| TOTAL | 142643.5888 | 14-26-43.5888 | 100 |

*Tabla II.3. Superficies de las obras que faltan por ejecutar del proyecto Ecoterra y que se ubican dentro de áreas con vegetación forestal.*

d) *Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos*.

| **Clasificación** | **Superficie ($m^2$)** | **Porcentaje** |
|---|---|---|
| **Área de desplante** | 185,382.72 | 57% |
| **Áreas ajardinadas** | 25,829.76 | 8% |
| **Áreas de aprovechamiento con integración al ecosistema** | 51,659.52 | 16% |
| **Área sin afectaciones y/o modificaciones** | 60,000.00 | 19% |

*Tabla II.4. Clasificación de las superficies del proyecto*

### II.2.2. Representación gráfica regional

La representación gráfica de la ubicación regional del proyecto se muestra en la figura II.4 y en él. **ANEXO IX.II.5. PLANO DE UBICACIÓN REGIONAL.**

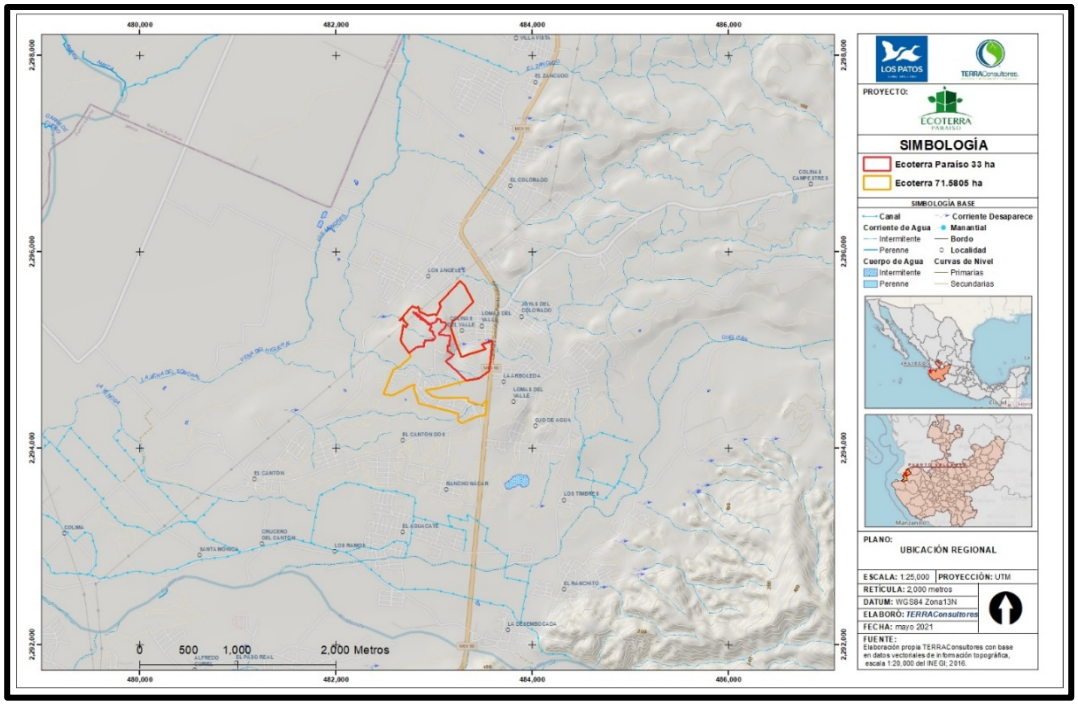



*Figura II.1. Plano de ubicación regional del proyecto*

## II.2.3. Representación gráfica local

La representación gráfica de la ubicación local del proyecto se muestra en la figura II.5 y en el **ANEXO IX.II.6. PLANO DE UBICACIÓN LOCAL.**

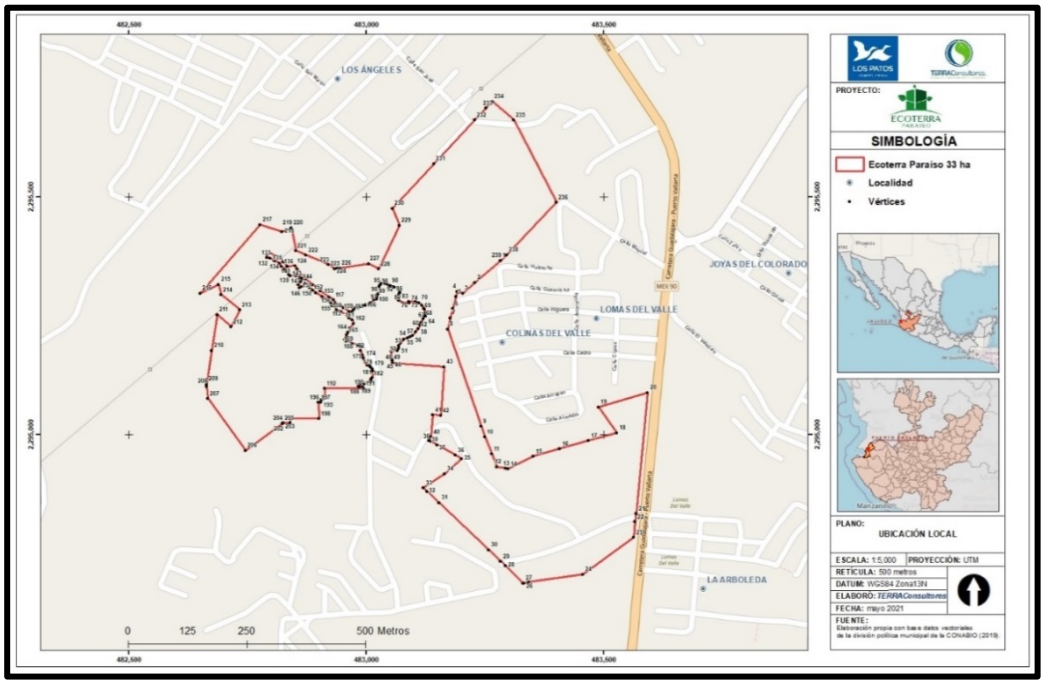



*Figura II.1. Plano de ubicación local del proyecto.*

## II.2.4. Preparación del sitio

El proceso de preparación del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto consistirá de las actividades que se describen a continuación:

*a) Delimitación de áreas de conservación*

Se delimitarán las áreas a ser conservadas en cada una de las Etapas estableciendo marcas en el terreno con estacas y pintura de color para evitar que éstas sean perturbadas por las actividades de limpieza y remoción de vegetación.

Se respetarán los cauces registrados ante CONAGUA así como las zonas federales correspondientes a cada uno de ellos, añadiendo una porción de terreno contigua a dichas zonas y que en cada una de las Etapas.

*b) Rescate y reubicación de especies faunísticas de baja movilidad*

Previo y durante las actividades de despalme se llevará a cabo la reubicación de las especies que por sus características de movilidad no hayan podido desplazarse a una zona mejor conservada. En la situación de reubicación de especies de fauna silvestre, estas serán llevadas a las áreas de reserva de vegetación nativa que por sus características proporcione los mismos atributos que el hábitat del que fueron capturadas, para incrementar la posibilidad del éxito de la reubicación.

*c) Trazo, desmonte y despalme*

Esta actividad consistirá en el trazo y limpieza del terreno por donde pasarán los caminos principales y secundarios internos del área a urbanizarse, así como de aquellas áreas que se destinarán al desplante de las unidades habitacionales, esto se realizará principalmente con maquinaria pesada.

Las áreas a ser desprovistas de vegetación deberán ser marcadas y señaladas, de acuerdo con las áreas a las que se otorgue la autorización para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). La identificación de los individuos a derribarse será marcado con pintura para registrarse los volúmenes de remoción de cada una de las especies.

El terreno tiene las pendientes naturales que requerirán cierta nivelación para la construcción de los caminos internos así como para la conformación de terrazas para el desplante de las Unidades habitacionales, por lo que deberán delimitarse dichas áreas y marcarse para señalar los individuos forestales que deberán removerse y al igual que en los caminos, se marcarán con pintura y se registrarán los volúmenes que deban derribarse.

En esta parte del proyecto se llevarán a cabo los movimientos de tierra necesarios para la nivelación de los caminos internos y de las terrazas de desplante de unidades habitacionales.

*d) Derribo de arbolado*

La remoción del arbolado se hará de forma gradual esto permitirá a las especies locales el desplazamiento a zonas que cumplan con las condiciones necesarias para su desarrollo, además esto hará posible la identificación de nidos, madrigueras y especies de baja movilidad para darles un manejo adecuado, así mismo esto permitirá el aprovechamiento de algunas especies que por sus dimensiones representen un uso en la región.

Se realizará de una manera no agresiva con el medio, es decir, siguiendo las siguientes consideraciones:

- Se utilizará maquinaria y de ningún modo se utilizarán químicos o fuego.
- Se respetará la delimitación del área de derribo.
- Se realizará de una manera unidireccional formando un único frente de avance.
- Se realizará bajo la supervisión del gerente ambiental de la obra.
-

*e) Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones*

Los métodos que se utilizarán para prevenir la erosión y garantizar la estabilidad de los taludes serán geomallas de polietileno que dependiendo del caso se escogerá la más adecuada para el tipo de necesidad. En el caso de taludes menores se utilizarán plantas de raíces dispersas y profundas que ayuden a consolidar los suelos.

Se llevará a cabo la nivelación de puntos específicos compactando según las especificaciones de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos hasta llegar a los niveles del proyecto, únicamente donde se considere necesario; se realizará mejoramiento de las bases para las vialidades con rellenos

de material proveniente de las excavaciones mejorado con cal hidra humedeciendo, compactando y nivelando.

En todo momento se mantendrán las cotas propuestas para las rasantes del proyecto, esto mediante estacas, las cuales especifican el nivel de cada área, con lo anterior se reducirá la generación de material edáfico y se evitarán impactos innecesarios a la geología y/o edafología del área. La forma de manejo se hará de forma manual con picos palas y carretillas, los materiales se trasladarán con camiones de volteo de 6 $m^3$.

### II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

**Sanitarios portátiles:**

Se instalará 1 letrina portátil por cada 15 trabajadores en zonas estratégicas dentro de la obra. Para el servicio de instalación y mantenimiento de estos baños portátiles se contratará a una empresa especializada en el manejo de aguas residuales, renta y servicio periódico de sanitarios

.

**Almacén temporal:**

Durante cada una de las etapas será necesario habilitar bodegas y almacenes temporales. Se destinará un área para la construcción de una bodega provisional para el almacenamiento de los materiales de construcción (herramientas, cemento, varillas, etc.); con el propósito de llevar un mejor control de los materiales a usarse dentro de la obra, así como para evitar la acumulación o dispersión de estos en zonas donde no sea requerido.

Esta obra temporal se encuentra actualmente construida en la región conocida como el campamento y se encuentra localizada en la zona límite del desarrollo actual con el camino que comunica al polígono del proyecto. Las sustancias que puedan causar derrames como productos químicos, combustibles, aceites y lubricantes, serán almacenadas en recipientes sellados, con su correspondiente identificación y será colocados sobre una superficie de concreto con sistemas de contención de derrames. Este almacén existe y cuenta actualmente con los señalamientos establecidos por la normatividad aplicable y su respectivo extinguidor con la capacidad necesaria de acuerdo con los volúmenes que se pretendan almacenar.

**Taller temporal:**

Se cuenta dentro del campamento con un taller temporal para maquinaria dentro del predio en el cual se llevarán a cabo las reparaciones menores como lo son pinchaduras de llantas.

El suelo de este taller está protegido con una cubierta de concreto provista de canaletas perimetrales que desemboquen en una cavidad impermeable. Dicha cavidad cuenta con capacidad suficiente para los vertidos de aceites, combustibles y otros fluidos asociados a los vehículos. En ningún caso se podrán llevar a cabo cambios de aceite u otro tipo de reparaciones en las cuales exista peligro de derrame de residuos peligrosos dentro del sitio de la obra, este tipo de actividades se deberán realizar en talleres autorizados por la autoridad ambiental.

**Contenedores de residuos sólidos:**

Se colocarán diversos contenedores en zonas estratégicas para la disposición temporal de los residuos sólidos generados como cartón, plástico, envolturas de comida, residuos orgánicos, etc.

Se colocarán diversos contenedores en zonas estratégicas en la etapa que se esté desarrollando, para la disposición temporal de los residuos sólidos. Se colocará un contenedor para residuos orgánicos y otro para residuos inorgánicos domésticos como cartón, plástico, envolturas de comida, latas.

Estos contenedores tendrán una capacidad de 200 litros y se ubicarán en zonas cercanas al camino para facilitar su recolección. En el sitio no se generará ningún tipo de residuo peligroso por las características del tipo de obra.

**Instalación eléctrica temporal:**

Se instalará una toma de línea eléctrica tipo provisional. Ésta servirá para la alimentación de almacenes y oficinas temporales.

**Patio de maniobras:**

Dentro de la obra se delimitará un patio de maniobras y zonas de estacionamiento provisional, con el fin de evitar la afectación a la vegetación y a la vez propiciar el flujo adecuado del personal.

**Descripción del sistema de abastecimiento de agua potable:**

Para las actividades preliminares y de construcción del proyecto se utilizará agua transportada en pipas que será extraída de pozos autorizados cercanos al sitio de la obra.

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

El proyecto residencial, está diseñado y concebido para que cuente con toda la infraestructura necesaria para su operación por lo todas las obras que se construyan son parte del desarrollo.

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

**a) Metodología utilizada para la estimación de volúmenes de las materias primas forestales**

Las acciones que comprende esta actividad se llevaron a cabo durante 6 recorridos en el área sujeta a CUSTF del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** en donde se realizó el muestreo de campo; dicho muestreo se llevó a cabo entre los meses de abril y mayo del 2021.

Durante los dos primeros recorridos se levantó y corroboró los diferentes usos de suelo; en los otros 4 recorridos se realizaron mediciones del arbolado presente dentro de las áreas con uso forestal, estas actividades se ejecutaron con el apoyo de una brigada de 4 personas; llevando a cabo las mediciones de árboles con diámetros mayores o iguales a 5 cm; se tomaron las lecturas por individuo y por especie **d.a.p. (diámetro altura de pecho)** con apoyo de cinta diametrica y/o flexometros y la altura total de cada individuo con ayuda de clinómetros Sunnto; por otro lado a la vegetación arbustiva y/o renuevos (herbáceas) con diámetros menores de 5 cm **d.a.p** se le tomó la altura total y diámetro de copa o ancho de copa a cada individuo. Cabe señalar que para el cálculo de **Volumen Total Árbol (VTA)** se tomaron los diámetros y alturas en clases diamétricas y clase de altura respectivamente.

**a.1. Sistema de muestreo**

El sistema de muestreo utilizado fue aleatorio en sitios circulares, mismo que fue basado en los criterios descritos por Carlos Francisco Romahn de la Vega (1994). En la superficie con vegetación forestal se levantó información dasométrica tomando como referencia los límites de los usos de suelo.

En las áreas que sustentan vegetación forestal, se levantaron sitios circulares de 1000 $m^2$ para el estrato arbóreo, mientras que para el arbustivo se levantaron sitios de 100 $m^2$ y en el estrato herbáceo se levantaron sitios de 1 m de radio (3.14 $m^2$), utilizando un registro con formatos previamente elaborados con los datos necesarios para fines de este documento; integrando información del diámetro y altura de los individuos presentes en donde se realizó el muestreo. Los datos del medio ambiente se tomaron en forma general y posteriormente en oficina se completó con material bibliográfico y electrónico.

### a.2. Esquema de muestreo

Para la vegetación presente dentro del área sujeta a CUSTF, se levantó una muestra en tramos con masa forestal empleando un transecto de medición, a partir del límite de la frontera con uso pecuario y agrícola con la forestal, realizando el registro de la información en sitios circulares de 1000 $m^2$ para el estrato arbóreo, 100 $m^2$ para el arbustivo y 1 m de radio (3.14 $m^2$) en el estrato herbáceo, cabe señalar que en la superficie que comprenden áreas con vegetación, se registró la cobertura de copa de los arbustos y de las hierbas por individuo, así como el diámetro **(D.A.P.)** además de la altura total.

### a.3. Tamaño de la muestra

De la superficie total que comprende el DTU del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 HAS** (32.2872 ha), solo se levantó la información dasométrica en 23.2031 ha, que corresponden a la superficie para **Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales** (**CUSTF)**.

### a.4. Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo (Tabla II.9.) para el área sujeta a CUSTF, se realizó tomando como referencia la superficie forestal sujeta a cambio de uso de suelo, siendo de la siguiente manera:

| Tipo de vegetación | Superficie forestal (ha) | Número de sitios | Superficie muestreada (ha) | Intensidad de muestreo (%) |
|---|---|---|---|---|
| Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia | 23.2031 | 5 | 0.5000 | 2.15 |
| Total | **23.2031** | **5** | **0.5000** | **2.15** |

*Tabla II.1. Intensidad de muestreo.*

**b) Densidad de plantas por hectárea**

Para la estimación de la densidad de plantas por hectárea, se tomó como base los datos levantados durante el inventario forestal, en el procesamiento de datos se realizó una estimación del número de plantas por hectárea, considerando el número de individuos por especie registrados en campo; la estimación se realizó en cada uno de los estratos.

De acuerdo al tipo de vegetación registrado la calificación de las densidades (Baja, Mediana y Alta) se determinó de acuerdo a los siguientes rangos: **Densidad baja:** > 1,000 Ind/ha, **Densidad Media:** 1,001-20,000 Ind/ha, **Densidad Alta**: < 20,000 Ind/ha.

En la siguiente tabla, se relaciona la **densidad de individuos** por hectárea en los estratos; arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación.

| Tipo de vegetación | Estrato arbóreo | | Estrato arbustivo | | Estrato herbáceo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Densidad de plantas/ha | Clasificación | Densidad de plantas/ha | Clasificación | Densidad de plantas/ha | Clasificación |
| Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia | 428 | Baja | 2,000 | Media | 7,733 | Alta |

*Tabla II.2. Densidad de individuos por hectárea.*

**c) Cobertura de copas**

Con las lecturas de diámetro de copa tomadas en campo para cada especie, se determinó la cobertura de las densidades (Tabla II.11.), registrándose las siguientes:

| Tipo de vegetación | Cobertura de copas (%) |
|---|---|
| Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia | 60 |

*Tabla II.3. Cobertura de copas por tipo de vegetación.*

**d) Cuantificación de volumen de las especies que constituyen materias primas forestales derivadas del CUSTF**

Para calcular el volumen por especie en las áreas forestales (Tablas II.12. a II.14.) del proyecto; se utilizaron tablas y tarifas de volumen para las especies con diámetros iguales o mayores a 5 cm; mientras que para las especies arbustivas y herbáceas solamente se tomó, el diámetro de copa y altura para determinar solo el número de individuos a afectarse.

El cálculo de la madera en metros cúbicos ($m^3$) **VTA** es importante estimarlo tal y como se maneja para los aprovechamientos forestales, sin embargo considerando que por el tipo de proyecto que se trata, las especies forestales presentes y el interés del aprovechamiento por los propietarios de la región, los cálculos estimativos que aquí se presentan son suficientes ya que la mayoría de las especies que se afectan, solo se aprovechan para postearía de uso doméstico o rural (diámetros mayores a 5 cm.) a excepción de *Tabebuia rosea* que es aprovechada a baja escala para aserrío y escuadría, por otro lado, es muy probable que el material vegetal menor se extraiga como leña para uso doméstico por los habitantes de la región y el material restante será picado y esparcido en áreas de conservación como parte del control de residuos vegetales.

Con relación a lo anterior se utilizaron las siguientes tablas y tarifas de volumen:

- Tarifa de volumen elaborada para la costa de Jalisco; Grupo de especies preciosas, comunes, Palma y Parota.

Cabe señalar que se utilizaron estas tarifas de volúmenes, debido a que no se cuenta con tablas de volúmenes para cada una de las especies y de acuerdo a las características morfológicas y fenológicas tan semejantes que guardan las especies vegetativas, para el caso que nos ocupa se consideraron éstas.

| No. | Especie | Volumen m³ V.T.A | | | Individuos totales |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Unitario | ha | total | |
| 1 | *Guazuma ulmifolia* Lam. | 0.298 | 1.748 | 40.559 | 975 |
| 2 | *Bauhinia ungulata* L. | 0.018 | 0.936 | 21.718 | 1,207 |
| 3 | *Coccoloba barbadensis* Jacq. | 0.044 | 0.088 | 2.042 | 46 |
| 4 | *Pisonia aculeata* L. | 0.018 | 0.108 | 2.506 | 139 |
| 5 | *Mimosa costenya* McVaugh | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 6 | *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart. | 0.359 | 0.718 | 16.660 | 93 |
| 7 | *Vitex pyramidata* B.L. Rob. | 2.429 | 8.798 | 204.141 | 835 |
| 8 | *Luehea candida* (DC.) Mart. | 0.298 | 3.020 | 70.073 | 1,903 |
| 9 | *Pseudobombax palmeri* (S. Watson) Dugand | 0.171 | 0.342 | 7.935 | 93 |
| 10 | *Cnidoscolus spinosus* Lundell | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 11 | *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. | 2.788 | 8.944 | 207.529 | 1,578 |
| 12 | *Thevetia ovata* (Cav.) A. DC. | 0.101 | 0.238 | 5.522 | 139 |
| 13 | *Lysiloma microphyllum* Benth. | 0.189 | 2.254 | 52.300 | 1,531 |
| 14 | *Spondias mombin* L. | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 15 | *Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied. | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 16 | *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 17 | *Bauhinia pauletia* Pers. | 0.062 | 0.572 | 13.272 | 603 |
| 18 | *Vitex mollis* Kunth | 0.153 | 0.306 | 7.100 | 46 |
| 19 | *Heliocarpus pallidus* Rose | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 20 | *Acacia hindsii* Benth. | 0.044 | 0.088 | 2.042 | 46 |
| 21 | *Tabernaemontana tomentosa* (Greenm.) A.O. Simões & M.E. | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 22 | *Casearia dolichophylla* Standl. | 0.018 | 0.180 | 4.177 | 232 |
| 23 | *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd. | 0.018 | 0.036 | 0.835 | 46 |
| 24 | *Albizia occidentalis* Brandegee | 0.018 | 0.072 | 1.671 | 93 |
| | **Total** | **7.152** | **28.700** | **665.929** | **9,931** |

*Tabla II.4. Volumen total de las materias primas forestales derivadas del CUSTF (estrato arbóreo).*

| No. | Especie | Individuos totales |
|---|---|---|
| 1 | Hymenaea courbaril L. | 1,392 |
| 2 | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 928 |
| 3 | Pisonia aculeata L. | 464 |
| 4 | Bauhinia ungulata L. | 5,105 |
| 5 | Bixa orellana L. | 1,856 |
| 6 | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | 464 |
| 7 | Bauhinia pauletia Pers. | 5,569 |
| 8 | Senna alata (L.) Roxb. | 928 |
| 9 | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | 464 |
| 10 | Solanum ferrugineum Jacq. | 464 |
| 11 | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | 464 |
| 12 | Mimosa quadrivalvis L. | 4,177 |
| 13 | Jacquinia macrocarpa Cav. | 464 |
| 14 | Helicteres guazumifolia Kunth | 928 |
| 15 | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 928 |

| | | |
|---|---|---|
| **16** | Cnidoscolus spinosus Lundell | 1,392 |
| **17** | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 464 |
| **18** | Randia armata (Sw.) DC. | 1,392 |
| **19** | Casearia dolichophylla Standl. | 7,889 |
| **20** | Brickellia coulteri A. Gray | 2,320 |
| **21** | Luehea candida (DC.) Mart. | 2,320 |
| **22** | Lygodium venustum Sw. | 2,784 |
| **23** | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 928 |
| **24** | Vitex mollis Kunth | 928 |
| **25** | Guazuma ulmifolia Lam. | 464 |
| **26** | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | 464 |
| **27** | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | 464 |
| | **Total** | **46,406** |

*Tabla II.5. Individuos totales derivados del CUSTF (estrato arbustivo).*

| No. | Especie | Individuos totales |
|---|---|---|
| 1 | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 60,328 |
| 2 | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 24,750 |
| 3 | Calopogonium mucunoides Desv. | 6,187 |
| 4 | Malachra capitata (L.) L. | 6,187 |
| 5 | Henrya insularis Nees | 18,562 |
| 6 | Ipomoea bracteata Cav. | 4,641 |
| 7 | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 15,469 |
| 8 | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 32,484 |
| 9 | Brickellia coulteri A. Gray | 4,641 |
| 10 | Passiflora porphyretica Mast. | 3,094 |
| 11 | Entada polystachya (L.) DC. | 3,094 |
| | Total | 179,437 |

*Tabla II.6. Individuos totales derivados del CUSTF, SBC (estrato herbáceo).*

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

La presente estimación económica, permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad en el área del proyecto.

Para la elaboración de esta estimación, se consideró el documento "Diversidad Biológica de México: Estudio del País 1998", de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México; Capítulo 7 "La Valoración económica de los Recursos Biológicos del País" de Edmundo de Alba y María Eugenia Reyes.

El capital natural en el área del proyecto lo constituye el aire limpio, el agua disponible no contaminada, los suelos fértiles, las especies y los ecosistemas sanos, los paisajes disfrutables, los microclimas benignos y todo aquello que ayuda al bienestar y a la calidad de vida, incluyendo todos

los valores religiosos, culturales, éticos y estéticos que representa la existencia de los recursos naturales.

Su conservación productiva se vincula al bienestar de las sociedades por su contribución real y potencial a la riqueza de las naciones. La humanidad se beneficia de este capital natural a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y de los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras.

Para la estimación económica de los recursos biológicos presentes en el área del proyecto, se consideró la clasificación de valores de Munasinghe M. y E. Lutz (1993), de uso y de no uso; con los siguientes valores de uso:

- **Valor de uso directo**.- Consumo del recurso biológico o de su recepción por los individuos.
- **Valor de uso indirecto**.- Beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat.
- **Valor de opción.-** Se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta (uso potencial de plantas para uso farmacéuticos, para obtención de nuevas materias primas, para avance del conocimiento científico, etc.).
- **Valor de herencia**.- Valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras.
- **Valor de existencia**.- Valor de un bien ambiental simplemente porque existe, valor de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas (existencia de selvas, del jaguar, etc.)

| Uso Directo | Uso indirecto | De opción | Valor de no uso | |
|---|---|---|---|---|
| | | | De herencia | De existencia |
| Productos de consumo o de servicios directos<br><br><u>Usos extractivos:</u><br>• Materia prima<br>- Maderables<br>- No maderables<br>• Alimentos<br>• Biomasa<br>• Medicinales<br>• Energéticos<br>• Pastoreo<br>• Colecta de especímenes y material genético<br>• Conversión a otro uso<br>• Hábitat humano<br>• Caza y pesca<br><br><u>Usos no extractivos</u><br>• Salud<br>• Recreación<br>- ecoturismo<br>- deporte<br>• Actividades culturales y religiosas<br>• Producción audiovisual | Beneficios funcionales<br><br><u>Ecosistemas:</u><br>• Auto preservación y evolución del sistema<br>• Ciclo de nutrientes<br>• Conocimiento e investigación científica actual<br>• Hábitat migratorio<br><br><u>Ambientales:</u><br>• Protección y regeneración de suelos<br>• Captación y purificación de agua<br>• Protección de cuencas<br>• Control de plagas<br>• Control de inundaciones<br>• Protección contra tormentas<br>• Retención de carbono<br>• Regulación climática | Uso directo o indirecto futuro<br><br>• Continuidad del sistema<br>• Obtención de nueva materia prima<br>• Nuevos conocimientos | Valor de legar valores a los descendientes<br><br>• Protección del hábitat<br>• Evitar cambios irreversibles | Valores éticos<br><br>• Conocimiento de la existencia<br>• Protección del hábitat<br>• Evitar cambios irreversibles<br>• Culturales, estéticos y religiosos |

*Tabla II.1. Clasificación de valores de uso de los recursos biológicos forestales*

### Estimación económica de uso directo

Se realizó la estimación económica por el uso potencial directo de los recursos biológicos forestales, en la Región donde se ubica la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto **ECOTERRA PARAISO 33 HAS**; conforme a entrevistas con los pobladores, a los precios en mercados de la Región y a la consulta de tabuladores del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales del estado de Jalisco, ver Tabla II.16.

El proyecto requiere una superficie total de 23.2031 ha., para cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

| No | Familia | Especie | COSTO/ha ($) | COSTO TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|
| ***ESTRATO ARBOREO*** | | | | |
| 1 | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 3,063.88 | 71,091.51 |
| 2 | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 2,041.00 | 47,357.53 |
| 3 | Polygonaceae | Coccoloba barbadensis Jacq. | 124.30 | 2,884.15 |
| 4 | Nyctaginaceae | Pisonia aculeata L. | 235.50 | 5,464.33 |
| 5 | Fabaceae | Mimosa costenya McVaugh | 78.50 | 1,821.44 |
| 6 | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 2,520.58 | 58,485.27 |
| 7 | Lamiaceae | Vitex pyramidata B.L. Rob. | 21,805.36 | 505,951.95 |
| 8 | Malvaceae | Luehea candida (DC.) Mart. | 5,624.60 | 130,508.16 |
| 9 | Malvaceae | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | 549.40 | 12,747.78 |
| 10 | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 78.50 | 1,821.44 |
| 11 | Bixaceae | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. | 14,315.94 | 332,174.19 |
| 12 | Apocynaceae | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 427.88 | 9,928.14 |
| 13 | Fabaceae | Lysiloma microphyllum Benth. | 4,051.32 | 94,003.18 |
| 14 | Anacardiaceae | Spondias mombin L. | 78.50 | 1,821.44 |
| 15 | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 78.50 | 1,821.44 |
| 16 | Rutaceae | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | 78.50 | 1,821.44 |
| 17 | Fabaceae | Bauhinia pauletia Pers. | 1,112.10 | 25,804.17 |
| 18 | Lamiaceae | Vitex mollis Kunth | 470.90 | 10,926.34 |
| 19 | Malvaceae | Heliocarpus pallidus Rose | 78.50 | 1,821.44 |
| 20 | Fabaceae | Acacia hindsii Benth. | 256.82 | 5,959.02 |
| 21 | Apocynaceae | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 78.50 | 1,821.44 |
| 22 | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 392.50 | 9,107.22 |
| 23 | Fabaceae | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | 78.50 | 1,821.44 |
| 24 | Fabaceae | Albizia occidentalis Brandegee | 157.00 | 3,642.89 |
| ***ESTRATO ARBUSTIVO*** | | | | |
| 1 | Fabaceae | Hymenaea courbaril L. | 2,313.60 | 53,682.69 |
| 2 | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 512.00 | 11,879.99 |
| 3 | Nyctaginaceae | Pisonia aculeata L. | 514.00 | 11,926.39 |
| 4 | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 4,877.60 | 113,175.44 |
| 5 | Bixaceae | Bixa orellana L. | 2,308.00 | 53,552.75 |
| 6 | Fabaceae | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | 514.00 | 11,926.39 |
| 7 | Fabaceae | Bauhinia pauletia Pers. | 5,394.00 | 125,157.52 |
| 8 | Fabaceae | Senna alata (L.) Roxb. | 512.00 | 11,879.99 |
| 9 | Arecaceae | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | 256.00 | 5,939.99 |
| 10 | Solanaceae | Solanum ferrugineum Jacq. | 256.00 | 5,939.99 |
| 11 | Salicaceae | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | 256.00 | 5,939.99 |
| 12 | Fabaceae | Mimosa quadrivalvis L. | 6,918.00 | 160,519.05 |

| No | Familia | Especie | COSTO/ha ($) | COSTO TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Primulaceae | Jacquinia macrocarpa Cav. | 256.00 | 5,939.99 |
| 14 | Malvaceae | Helicteres guazumifolia Kunth | 512.00 | 11,879.99 |
| 15 | Apocynaceae | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 770.00 | 17,866.39 |
| 16 | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 1,542.00 | 35,779.18 |
| 17 | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 514.00 | 11,926.39 |
| 18 | Rubiaceae | Randia armata (Sw.) DC. | 768.00 | 17,819.98 |
| 19 | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 4,610.00 | 106,966.29 |
| 20 | Asteraceae | Brickellia coulteri A. Gray | 1,280.00 | 29,699.97 |
| 21 | Malvaceae | Luehea candida (DC.) Mart. | 1,538.00 | 35,686.37 |
| 22 | Lygodiaceae | Lygodium venustum Sw. | 2,051.20 | 47,594.20 |
| 23 | Apocynaceae | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 512.00 | 11,879.99 |
| 24 | Lamiaceae | Vitex mollis Kunth | 512.00 | 11,879.99 |
| 25 | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 256.00 | 5,939.99 |
| 26 | Malpighiaceae | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | 256.00 | 5,939.99 |
| 27 | Amaranthaceae | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | 256.00 | 5,939.99 |
| ***ESTRATO HERBACEO*** | | | | |
| 1 | Acanthaceae | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 9,728.00 | 225,719.76 |
| 2 | Malvaceae | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 5,802.67 | 134,639.85 |
| 3 | Fabaceae | Calopogonium mucunoides Desv. | 1,536.00 | 35,639.96 |
| 4 | Malvaceae | Malachra capitata (L.) L. | 1,024.00 | 23,759.97 |
| 5 | Acanthaceae | Henrya insularis Nees | 3,072.00 | 71,279.92 |
| 6 | Convolvulaceae | Ipomoea bracteata Cav. | 1,280.00 | 29,699.97 |
| 7 | Poaceae | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 4,096.00 | 95,039.90 |
| 8 | Fabaceae | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 6,314.67 | 146,519.84 |
| 9 | Asteraceae | Brickellia coulteri A. Gray | 10,240.00 | 237,599.74 |
| 10 | Passifloraceae | Passiflora porphyretica Mast. | 682.67 | 15,839.98 |
| 11 | Fabaceae | Entada polystachya (L.) DC. | 682.67 | 15,839.98 |
| | | **TOTAL** | **142,500.15** | **3,306,445.15** |

*Tabla II.2. Estimación económica para los recursos biológicos forestales de uso directo.*

En cuanto a la fauna, en la Tabla II.17. Se presenta la estimación económica siguiendo el mismo procedimiento que para la flora.

| Grupo | Especie | Individuos | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| AVES | *Dendrocygna autumnalis* | 104 | 31,200.00 |
| | *Ortalis poliocephala* | 13 | 15,600.00 |
| | *Streptopelia decaocto* | 7 | 105.00 |
| | *Columbina inca* | 3 | 36.00 |
| | *Columbina passerina* | 5 | 75.00 |
| | *Columbina talpacoti* | 11 | 165.00 |
| | *Leptotila verreauxi* | 3 | 60.00 |
| | *Crotophaga sulcirostris* | 12 | 2,640.00 |
| | *Piaya cayana* | 2 | 3,000.00 |
| | *Amazilia rutila* | 75 | 15,000.00 |
| | *Charadrius vociferus* | 7 | 1,400.00 |
| | *Coragyps atratus* | 15 | 90,000.00 |
| | *Cathartes aura* | 4 | 20,000.00 |
| | *Trogon citreolus* | 7 | 9,100.00 |
| | *Momotus mexicanus* | 7 | 4,900.00 |
| | *Melanerpes chrysogenys* | 28 | 7,000.00 |
| | *Eupsittula canicularis* | 20 | 30,000.00 |
| | *Tityra semifasciata* | 19 | 7,600.00 |
| | *Pachyramphus aglaiae* | 3 | 1,050.00 |
| | *Myiarchus tuberculifer* | 5 | 1,500.00 |
| | *Myiarchus cinerascens* | 4 | 1,200.00 |
| | *Pitangus sulphuratus* | 53 | 18,550.00 |
| | *Myiozetetes similis* | 6 | 2,100.00 |
| | *Myiodynastes luteiventris* | 4 | 1,280.00 |
| | *Vireo flavoviridis* | 1 | 250.00 |
| | *Hirundo rustica* | 34 | 5,100.00 |
| | *Turdus rufopalliatus* | 1 | 350.00 |
| | *Euphonia affinis* | 1 | 700.00 |
| | *Rhodinocichla rosea* | 1 | 350.00 |
| | *Cassiculus melanicterus* | 49 | 17,150.00 |
| | *Icterus pustulatus* | 41 | 30,750.00 |
| | *Quiscalus mexicanus* | 48 | 16,800.00 |
| | *Mniotilta varia* | 3 | 600.00 |
| | *Setophaga petechia* | 5 | 1,000.00 |
| | *Passerina caerulea* | 2 | 500.00 |
| | *Passerina versicolor* | 4 | 1,000.00 |
| | *Volatinia jacarina* | 36 | 7,200.00 |
| | *Saltator coerulescens* | 2 | 600.00 |
| | *Sporophila torqueola* | 12 | 2,640.00 |
| MAMIFEROS | *Didelphis virginiana* | 3 | 8,400.00 |
| | *Dasypus novemcinctus* | 1 | 2,800.00 |

| Grupo | Especie | Individuos | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| | *Artibeus jamaicensis* | 5 | 750.00 |
| | *Desmodus rotundus* | 7 | 1,050.00 |
| | *Canis latrans* | 8 | 28,000.00 |
| | *Urocyon cinereoargenteus* | 7 | 21,000.00 |
| | *Mephitis macroura* | 2 | 5,200.00 |
| | *Conepatus leuconotus* | 1 | 2,600.00 |
| | *Nasua narica* | 7 | 19,600.00 |
| | *Procyon lotor* | 1 | 2,600.00 |
| | *Odocoileus virginianus* | 1 | 38,000.00 |
| | *Sciurus colliaei* | 5 | 2,000.00 |
| REPTILES | *Ctenosaura pectinata* | 5 | 4,000.00 |
| | *Iguana iguana* | 8 | 4,800.00 |
| | *Gehyra mutilata* | 2 | 200.00 |
| | *Anolis nebulosus* | 8 | 1,600.00 |
| | *Aspidoscelis communis* | 19 | 3,800.00 |
| | *Boa constrictor* | 1 | 2,000.00 |
| | *Masticophys flagellum* | 3 | 600.00 |
| | *Rhinoclemmys pulcherrima* | 1 | 400.00 |
| ANFIBIOS | *Lithobates forreri* | 7 | 1,050.00 |
| | *Rhinella marina* | 5 | 750.00 |
| | *Incilius mazatlanensis* | 3 | 450.00 |
| | **TOTAL** | | **500,201.00** |

*Tabla II.3. Estimación económica para el recurso fauna silvestre.*

En lo referente a los usos **directos no extractivos**, las diferentes actividades que implica la construcción del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** y las de cambio de uso del suelo, no contempla la utilización de estos por lo que no se realizó dicha estimación.

**Estimación económica de uso indirecto**

Para esta estimación se consideró que el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, se ubica en áreas que sustentan vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia donde los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo presentan un índice muy alto de degradación, así como una ligera degradación de suelos, principalmente por las actividades agrícolas, pecuarias y de asentamientos humanos.

El costo se obtiene a partir de los parámetros de almacenamiento de carbono, calculados por modelos experimentales y mediante la estimación de la liberación del carbono por el cambio en el uso del suelo, medidos en toneladas de carbono por hectárea (t C/ha).

A partir de estos parámetros, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación, a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. En el estudio, se llega a los valores mencionados. La deforestación de bosques trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos.

De tal forma que el área donde se ubican los predios forestales, es de gran importancia y valor por los bienes y servicios naturales que aporta a la Región, como el agua, la conectividad para especies silvestres de flora y fauna silvestre, el esparcimiento y las actividades productivas. Por lo que los escurrimientos o la captación de agua por el suelo, aportan una cantidad considerable a los cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto, favoreciendo el desarrollo integral de las comunidades asentadas en la zona; ya que estos recursos hídricos garantizan la base para satisfacer las necesidades de servicios urbanos de la población actual y de generaciones venideras, así como en la industria, la agricultura y ganadería. Ver tablas II.18. a II.24.

| Recurso Biológico | Costo/ha ($) | Costo total ($) |
|---|---|---|
| Captación de carbono y almacenamiento | 35,730.00 | 829,046.76 |
| Costo por tratamiento de agua | 3,176.00 | 73,693.05 |
| Costo para evitar la salinización por deforestación | 992.50 | 23,029.08 |
| Valor farmacéutico / biodiversidad media | 6,590.20 | 152,913.07 |
| Valor de existencia | 575.65 | 13,356.86 |
| Costo derecho de monte por m³ v.t.a | 57,776.83 | 1,340,601.65 |
| Total | **104,841.18** | **2,432,640.47** |

*Tabla II.4. Estimación económica de los recursos forestales de uso indirecto.*

| **Tipo de vegetación** | **Superficie (ha)** | **Ton $CO_2$ almacenado (ton)** | **Costo del $CO_2$ almacenado ($)** |
|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 3,573.28 | 829,046.76 |
| **TOTAL** | **23.2031** | **3,573.28** | **829,046.76** |

*Tabla II.5. Estimación del valor por la captura de carbono*

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Costo por tratamiento de agua/ha ($) | Costo total por tratamiento de agua ($) |
|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 3,176.00 | 73,693.05 |
| **TOTAL** | **23.2031** | | **73,693.05** |

*Tabla II.6. Estimación del valor por el tratamiento de agua.*

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Costo por /ha ($) | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 992.50 | 23,029.08 |
| **TOTAL** | **23.2031** | | **23,029.08** |

*Tabla II.7. Estimación del valor para evitar la salinización por la deforestación.*

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Costo por /ha ($) | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 6,590.20 | 152,913.07 |
| **TOTAL** | **23.2031** | | **152,913.07** |

*Tabla II.8. Estimación del valor farmacéutico.*

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Costo por /ha ($) | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 575.65 | 13,356.86 |
| **TOTAL** | **23.2031** | | **13,356.86** |

*Tabla II.9. Estimación del valor de existencia.*

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Costo/$m^3$ v.t.a | Volumen $m^3$ v.t.a | Costo total ($) |
|---|---|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia** | 23.2031 | 2,013.13 | 665.929 | 1,340,601.65 |
| **TOTAL** | **23.2031** | | **665.929** | **1,340,601.65** |

*Tabla II.10. Estimación del valor de derecho de monte.*

Por lo anterior y de acuerdo a la superficie sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales en el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**; se estima un costo promedio del valor de los recursos biológicos forestales de **$ 6, 239,286.63** (Seis millones, doscientos treinta y nueve mil, doscientos ochenta y seis pesos 62/100 MN)**.** Ver tabla II.25.

| **Concepto** | **Costo total ($)** |
|---|---|
| **Costos Directos (Flora silvestre)** | 3,306,445.15 |
| **Costos Directos (Fauna silvestre)** | 500,201.00 |
| **Costos Indirectos** | 2,432,640.47 |
| **Gran Total** | **6,239,286.62** |

*Tabla II.11. Estimación de los recursos biológicos.*

### II.2.9. Operación y mantenimiento

Las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones, así como la periodicidad de este, se enlistan a continuación:

| **Actividades** | **Periodicidad** |
|---|---|
| *Caminos internos* | |
| Limpieza | Diario |
| Rehabilitación | Anualmente |
| *Red de aguas pluviales* | |
| Limpieza de canales | Semanalmente |
| *Red de distribución de agua potable* | |
| Cambio de tuberías en mal estado | Permanente |
| Cambio de llaves | Permanente |
| Revisión de fuente de bombeo | Mensualmente |
| *Alumbrado general* | |
| Revisión de instalaciones | Bimestral |
| Cambio de luminarias | Permanente |
| *Señalamiento terrestre* | |
| Reposición de letreros | Permanente |
| Repintado de señales | Permanente |
| *Jardinería* | |
| Riego | Continua |
| Deshierbe y limpieza | Continua |
| Reposición de vegetación | Continua |
| Fertilización y combate de plagas | Dos veces por año |
| Podas | Continua |

| Actividades | Periodicidad |
|---|---|
| *Ambientales* | |
| Recolección y disposición final de residuos de manejo especial domésticos | Cada tercer día |
| Monitoreo de las áreas de conservación, reforestación y trasplante | Continua |
| Vigilancia y monitoreo de fauna silvestre dentro del predio | Continua |
| Monitoreo y control de fauna nociva en áreas de conservación | Mensual |
| Monitoreo y control de plagas en áreas de conservación | Continua |
| Vigilancia, prevención y control de incendios forestales en áreas de conservación | Continua |

*Tabla II.1. Actividades de operación y mantenimiento del proyecto.*

### II.2.10. Desmantelamiento y abandono de instalaciones

No se tiene contemplada una etapa de abandono del sitio, principalmente porque las características del proyecto lo convierten en un proyecto de tiempo indefinido, aun cuando se haya señalado una vida útil, ésta puede incrementarse a través de los programas de mantenimiento y así llegar a la perdurabilidad operativa del proyecto.

En caso de que se tenga que cerrar el desarrollo y abandonar el predio, se tiene contemplado un programa para la restauración del área.

Una opción adecuada para restituir el área es la reforestación de la zona, ya que este método permitirá la regeneración para mitigar el efecto que pueda causarse en la misma (ya que todo beneficio implica un costo). La reforestación deberá hacerse con especies propias de la zona.

Una vez concluidas las actividades de la instalación, se sugiere ayudar a la restauración ecológica mediante un programa de reforestación que permita acelerar el proceso de sucesión ecológica en la comunidad de flora y fauna silvestre, las razones técnicas de lo antes expuesto son las que a continuación se mencionan:

En particular, la presencia de cubierta vegetal le otorga estabilidad al suelo a nivel de composición y estructura, promoviendo el establecimiento de microorganismos que favorecerán la recarga y restauración del manto freático o agua subterránea de la zona.

La reforestación mantendrá los niveles de diversidad de fauna actual en la zona, ya que le otorgará al sitio heterogeneidad espacial y alimenticia. De tal manera que la cubierta vegetal comprende los efectos de la alteración al suelo, microhábitat, microclima y biodiversidad en general, favoreciendo al medio ambiente.

Las razones de establecer la reforestación de la zona como medida principal de mitigación son:

- Amortiguar el efecto que tiene la instalación en el suelo y cubierta vegetal.
- Revertir el efecto de nivelación de la zona.
- Propiciar un hábitat para la fauna.
- Incrementar los recursos espaciales y alimenticios para la fauna.
- Fomentar las condiciones propicias para el establecimiento de otras especies de flora en la zona.

En el momento de llevar a cabo el abandono de sitio, se presentará el programa de actividades de esta etapa para su aprobación correspondiente ante la SEMARNAT, así como las medidas implementadas para la evaluación y mitigación de los impactos ambientales en las áreas utilizadas para el desarrollo de la actividad.

### II.2.11. Programa de trabajo

El proyecto se propone llevar a cabo en tres etapas (preparación del sitio, construcción de la obra civil y la operación y mantenimiento del proyecto); en cada una de las etapas se llevarán a cabo actividades particulares. Los tiempos estimados se calcularon en base a las condiciones del predio y las características particulares del proyecto a edificar.

Las primeras 2 etapas en su conjunto tendrán una duración aproximada de 5 años, siendo la última de ellas, la más larga, debido a que al tratarse de un desarrollo turístico, esta etapa no tiene una duración establecida, se estima que la operación de proyectos similares al relativo del presente tiene una duración mínima de 50 años.

| Etapa | Duración estimada (meses) |
|---|---|
| Preparación | 6 |
| Construcción | 20 |
| Operación y mantenimiento | 50 años |

*Tabla II.1. Duración del proyecto por etapas.*

| ETAPA | DURACIÓN DEL PROYECTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | …99 |
| PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| OPERACIÓN | | | | | | |

*Tabla II.2. División por etapas de la duración del proyecto.*

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

***Generación, manejo y disposición de residuos líquidos***

El desarrollo habitacional de **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha,** dará tratamiento a las aguas residuales que serán generadas por los futuros habitantes.

***Generación, manejo y disposición de residuos sólidos***

Los residuos generados durante el desarrollo del proyecto se clasificarán en:

I. Residuos Sólidos Urbanos;
II. Residuos de Manejo Especial.
III. Residuos Peligrosos.

***I. Residuos sólidos urbanos.*** Separación primaria. Subclasificación en: (Residuos orgánicos, inorgánicos y sanitarios).

A continuación, se presenta un listado de los posibles residuos que pudieran generarse en el sitio donde se realizarán las actividades de revestimiento, acabado y jardinería, por los trabajadores o bien por proveedores de la obra:

| **Tipo de residuos** | **Residuo** |
|---|---|
| Orgánicos | Restos de comida |
| | Cáscaras de frutas, verduras y hortalizas |
| | Cascarón de huevo |
| | Cabello |
| | Restos de café y té |
| | Pan |
| | Bolsas de papel |
| | Productos lácteos |

| | |
|---|---|
| | Servilletas de papel |
| | Material vegetal como pasto, ramas, etc. |
| Inorgánicos | Papel |
| | Periódico |
| | Cartón |
| | Plásticos |
| | Vidrio |
| | Metales |
| | Textiles (ropa) |
| | Maderas procesadas |
| | Envases Tetra-pack |
| | Bolsas de frituras |
| | Utensilios de cocina |
| | Calzado |
| Sanitarios | Papel sanitario |
| | Pañuelos desechables |
| | Toallas sanitarias |

*Tabla II.1. Clasificación de los residuos sólidos urbanos.*

***II. Residuos de manejo especial***

Los residuos de la construcción están constituidos generalmente por un conjunto de fragmentos o restos de materiales producto de demolición, desmantelamiento, excavación, tales como tabiques, piedras, tierra, concreto, morteros, madera, alambre, resina, plásticos, yeso, cal, cerámica, tejados, pisos y varillas, entre otros, cuya composición puede variar ampliamente dependiendo del tipo de proyecto, la obra y etapa de construcción.

*Residuos de la construcción*

- De naturaleza No pétrea:
- Madera
- Metales, aceros (incluidas sus aleaciones)
- Yeso
- Tuberías PVC Sanitario e Hidráulica

De naturaleza pétrea:

- Arenas, gravas, agregados
- Hormigón o concreto
- Ladrillos, block y material cerámico

Los residuos sólidos generados durante el proceso de construcción son de diversos tipos. La adecuada clasificación de estos permitirá reutilizar o reciclar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental.

Durante esta etapa se destinará personal de la misma obra o bien personal que específicamente cumpla con esta responsabilidad para lo cual se le brindará autoridad, responsabilidad y capacitación.

***III. Residuos Peligrosos***

Los residuos peligrosos que pudiesen generarse son los siguientes:

- Aceite lubricado usado
- Lámparas fluorescentes
- Recipientes vacíos de pinturas y solventes
- Trapos y estopas impregnados con aceites, pinturas o solventes

***Recolección de los residuos***

Entendiendo la recolección como el proceso mediante el cual se establecen las acciones que deben realizar los trabajadores para recoger y trasladar los desechos, generados en los procesos constructivos hasta un sitio destinado para este propósito.

La recolección será realizada por personal de la misma obra o bien con personal específico para esta labor, capacitado para este fin y se realizará in-situ de acuerdo con el código de colores establecidos para la clasificación de residuos. Lo anterior permitirá identificar fácilmente el contenido para su posterior recolección selectiva, por el servicio de limpia público o privado.

Todos los residuos ya sean de características sólidos urbanos como especiales serán recolectados en contenedores dispuestos con este motivo y todo el personal tanto en el sitio de la obra se encontrará instruido sobre la ubicación y manejo de estos.

La limpieza general se realizará diariamente en los frentes de obra y en el resto del predio, manteniendo en buen estado el sitio de trabajo y sus alrededores inmediatos.

Los contratistas y subcontratistas dentro del sitio de las actividades de revestimiento, acabados y jardinería serán responsables de la recolección de residuos de su personal y frentes de trabajo correspondientes.

***Puntos generales que se realizarán para el Manejo de los Residuos***

- Se separan los residuos de construcción y demolición de los demás residuos corrientes, clasificándose a su vez según su origen: restos de concreto, ladrillo, asfalto, agregados pétreos, limos y arenas, etc.
- Se reutilizará al máximo los Residuos de Construcción; pueden ser útiles para hacer rellenos no estructurales. También se contempla que pueden constituirse como agregados para nuevas mezclas de concreto.
- Se delimitará, señalizará y optimizará al máximo el uso del espacio ocupado por los escombros, con el fin de reducir las áreas afectadas.
- La madera es un recurso reutilizable: el desarrollo de la obra requiere constantemente tablones, apoyos, barreras, etc., que pueden fabricarse con los residuos de madera. No se desechará la madera como un escombro. Se encontrarán posibilidades de reutilizarla según sus condiciones particulares.
- Los escombros no pueden interferir con el tráfico peatonal y/o vehicular: deben estar apilados y acordonados.
- Se procurará que se llenen los vehículos destinados al transporte (empresa subcontratada) de escombros hasta su capacidad, cubriendo la carga con una lona o plástico, que baje no menos de 30 centímetros contados de su borde superior hacia abajo, cubriendo los costados y la compuerta.
- Los vehículos destinados al transporte de escombros no deben ser llenados por encima de su capacidad.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.
-

***Recomendaciones para el manejo de residuos vegetales y suelo orgánica:***

- Se retirará el suelo orgánico de forma que no se contamine con otros de materiales y almacenado libre de otro de residuos;

- Los residuos vegetales blandos pueden almacenarse para integrarse posteriormente al suelo orgánico.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.

***Recomendaciones para el manejo de residuos considerados como peligrosos:***

- Los residuos peligrosos serán tratados conforme a la normatividad vigente, almacenados de manera temporal dentro del área de la obra y transportados por empresas autorizadas a los sitios de disposición final. En este caso se conservarán las evidencias de los movimientos que estos residuos tengan dentro de la obra.
- Recolectar y reciclar los residuos líquidos y solventes de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Si durante el proyecto se genera cualquier tipo de residuo que se enmarque en la definición de residuos peligrosos (lubricantes, aceites, combustibles, sustancias químicas o sus respectivos empaques), se separará de los demás tipos de residuos
  (para evitar que se contaminen y crezca el volumen de residuos para manejar) y se entregaran a una empresa autorizada para este fin.
- En caso de que no sea posible retirar rápidamente de la obra los residuos peligrosos que se generen, estos serán almacenados en recipientes herméticos, debidamente marcados y rotulados como peligrosos y se colocaran en lugares libres de humedad y de calor excesivo.
- Por ningún motivo se emplearán sumideros, redes de alcantarillado cuerpos de agua para deshacerse de líquidos, sólidos semisólidos, concentrados o diluidos, que tengan características peligrosas (aceites, mecánicos, hidráulicos; solventes, pinturas, venenos, combustibles, entre otros).
- No reutilizar botellas de agua o contenedores de bebidas, rellenándolos con los productos en cuestión (productos químicos). Cuando sea necesario trasvasarlos desde su envase original a otro más pequeño, usar recipientes especiales para productos químicos y etiquetarlos adecuadamente, debiendo permanecer siempre bien cerrados.

***Otras recomendaciones de tipo logístico para el manejo de residuos:***

- Será necesario identificar a las personas o entidades que estén interesadas en recibir materiales reciclables o reutilizables, resultantes de las actividades del proyecto.

- Diariamente, al finalizar la jornada, se debe realizar una limpieza general de la zona donde se realicen las obras. Recoja todos los desperdicios, basuras o elementos extraños presentes en el área.
- Una vez concluida la obra, se deberán recoger todos los materiales sobrantes y la señalización provisional utilizados durante su ejecución.
- No se permite la quema de ningún tipo de residuo.
- El almacenamiento de los residuos debe hacerse en recipientes tapados. Se requieren tantos recipientes como tipos de residuos. Asegúrese de que estén debidamente marcados y se colocaran en distintos puntos de la obra.
- Todo el personal que labora en la obra debe estar informado sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en los depósitos o contenedores, según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas.
- Los residuos deben permanecer el menor tiempo posible dentro de la obra
- Al finalizar los trabajos, los sitios de las obras y sus zonas contiguas se entregarán en óptimas condiciones de limpieza y libres de cualquier tipo de material de desecho, garantizando que las condiciones sean mejores o similares a las que se encontraban antes de iniciar las actividades.
- Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

***Emisiones a la atmósfera***

En los procesos industriales, se utilizan combustibles también derivados del petróleo como el diésel, el combustóleo, el gas L.P. y el gas natural, que de manera conjunta representaban 34.90% del consumo total de energéticos de la ZMG en 1996. (PEMEX, 1996); los niveles de plomo registrados actualmente se asocian a las emisiones por fuentes fijas.

En la zona de estudio no se presentan grandes intensidades de contaminación atmosférica debido a la cercanía con las corrientes de aire provenientes del océano.

Las actividades de desmontes y despalmes de sitios de obras; demoliciones, limpieza, trazo y nivelación de terreno; excavación, cortes y compactación de terreno; rellenos, formación de terraplenes y revestimientos; y la pavimentación del suelo para caminos interiores y periféricos, vialidades, estacionamientos y banquetas, generarán partículas suspendidas por levantamiento de partículas de

origen térreo (polvos) durante las etapas de preparación y construcción del sitio que podrían afectar temporalmente la calidad del aire circundante.

A su vez, se espera que la operación y circulación de equipos, maquinaria pesada y vehículos del personal de la obra, proveedores de servicios y transporte de materiales con motores de combustión interna, sea otra causa de generación de impactos en este factor ambiental durante la preparación del sitio y construcción. Se prevé como resultado de esta actividad, la emisión de bióxido de carbono ($CO_2$), óxidos de nitrógeno ($NO_x$), hidrocarburos no quemados (HC), partículas suspendidas totales (PST), monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre ($SO_x$).

Este impacto se encuentra regulado y se considera como un impacto negativo**.** La magnitud de este impacto dependerá en gran parte del estado de los motores, así como del tipo y calidad del combustible utilizado. Este impacto es temporal, reversible y se localizará de manera puntual en aquellos sitios donde opere la maquinaria y el equipo. Este impacto fue calificado como negativo y sujeto a la existencia del proyecto, reversible, puntual y simple. No obstante, se espera que se vea atenuado naturalmente ya que el área de amortiguamiento alrededor del sitio del proyecto es extensa.

En lo que se refiere al proceso de preparación y construcción de **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, las emisiones a la atmosfera provocadas por la maquinaria a utilizar en los trabajos de movimiento de tierras y acarreo, conformación y nivelación. Para evitar un exceso de emisiones se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipos y a los camiones de acarreo utilizados en la obra, los cuales serán manifestados en las bitácoras de mantenimiento que se generarán para este motivo.

### II.2.13. Residuos

**Generación de residuos sólidos urbanos**

Mediante parámetros de generación comúnmente utilizados los cuales tiene una media de 1 kg/hab*día, se estimó la generación potencial de residuos sólidos en la etapa de preparación. Como el horario laboral es de 8 horas, la generación de residuos en el área del proyecto corresponde al 50% del tiempo de generación (16 horas de generación, 8 horas de sueño). La mayoría de los trabajadores laborarán en la totalidad de las etapas, por lo que los residuos generados en esta etapa se calcularon con el personal máximo que laborará en la misma.

| Cargo | Individuos | No. de días | Kg de RSU por persona al día | Kg de RSU |
|---|---|---|---|---|
| Personal administrativo | 13 | 144 | 0.5 | 936 |
| Oficiales | 50 | 144 | 0.5 | 3,600 |
| Ayudantes | 50 | 144 | 0.5 | 3,600 |
| Operadores | 4 | 144 | 0.5 | 288 |
| **Total de kg de RSU generados (etapa de preparación)** | | | | **8,424** |
| Personal administrativo | 13 | 424 | 0.5 | 2,756 |
| Oficiales | 112 | 424 | 0.5 | 23,744 |
| Ayudantes | 150 | 424 | 0.5 | 31,800 |
| Operadores | 4 | 424 | 0.5 | 848 |
| **Total de kg de RSU generados (etapa de construcción)** | | | | **59,148** |
| Habitantes | 8,540 | 365 | 1 | 3'117,100 |
| Personal de mantenimiento | 8 | 275 | 0.5 | 1,100 |
| Personal de seguridad | 4 | 275 | 0.5 | 550 |
| **Total de kg de RSU generados en un año (etapa de operación)** | | | | **284,921** |

*Tabla II.1. Pronóstico de residuos sólidos urbanos por etapa.*

### Generación de residuos de construcción

En lo que respecta a los residuos de construcción y demolición, se empleó la fórmula para estimación de RCD a generar del Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial que se expresa de la siguiente forma:

$$RCD\ gen\ (kg) = [Área\ (m^2)] \times [Factor\ de\ conversión\ (m^3/m^2)] \times \{1.15\ [Densidad\ aprox.\ (kg/m^3)]\}$$

Y tomando el factor de conversión de superficie construida a volumen que se muestra en la siguiente tabla:

| Factor definitivo de conversión de superficie construida a volumen de RCD generados | | | |
|---|---|---|---|
| **Construcción** | **Remodelación** | **Demolición** | **Bardeo** |
| $m^3$ de RCD por $m^2$ construido | $m^3$ de de RCD por $m^2$ construido | $m^3$ de RCD por $m^2$ construido | $m^3$ de RCD por metro lineal |
| 0.268 | 0.493 | 0.816 | 0.053 |

*Tabla II.2. Pronóstico para la generación residuos de construcción.*

Para el caso del proyecto aquí evaluado, se obtuvo lo siguiente:

Residuos de construcción

Área = 28,895.62 $m^2$

Factor de conversión para construcción = 0.268 $m^3/m^2$

Volumen generado = 28,895.62 * 0.268 = 7,744.02616

RCD gen (kg) = 7,744.02616 * 1.15 = **8,905.63 kg generados en construcción**

**CONTENIDO**

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO ..... 3

III.1. Ordenamientos jurídicos federales ..... 4

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio ..... 32

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) ..... 61

III.6. Otros instrumentos ..... 65

*Tabla III.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estos Unidos Mexicanos con el proyecto. ..... 7*
*Tabla III.2. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el proyecto. ..... 9*
*Tabla III.3. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el proyecto. ..... 10*
*Tabla III.4. Vinculación con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental con el proyecto. ..... 10*
*Tabla III.5. Vinculación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente con el proyecto. ..... 15*
*Tabla III.6. Vinculación con el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente con el proyecto. ..... 17*
*Tabla III.7. Vinculación con la Ley General de Cambio Climático con el proyecto. ..... 19*
*Tabla III.8. Vinculación con la Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco con el proyecto. ..... 20*
*Tabla III.9. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el proyecto. ..... 21*
*Tabla III.10. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal con el proyecto. ..... 25*
*Tabla III.11. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto. ..... 26*
*Tabla III.12. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto. ..... 27*
*Tabla III.13. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el proyecto ..... 30*
*Tabla III.14. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el proyecto. ..... 30*
*Tabla III.15. Vinculación de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco con el proyecto. ..... 31*
*Tabla III.16. Unidad Ambiental Biofísica (UAB) correspondiente al proyecto. ..... 33*
*Tabla III.17. Porcentaje de ocupación del proyecto con respecto a la UBA. ..... 34*
*Tabla III.18. Vinculación de grupo I de las UAB con respecto al proyecto. ..... 38*
*Tabla III.19. Vinculación del grupo II de las UAB con respecto del proyecto. ..... 39*

*Tabla III.20. Vinculación del grupo lll de las UAB con respecto al proyecto. ..... 40*
*Tabla III.21. Criterios de la UGA Ah 2 212 A. ..... 43*
*Tabla III.22. Plano de la fragilidad de la UGA a la que pertenece el proyecto ..... 43*
*Tabla III.23. Vinculación de la UGA con uso de suelo de Asentamientos Humanos con el proyecto ..... 46*
*Tabla III.24. Vinculación de la UGA con uso de suelo de Flora y Fauna con el proyecto. ..... 47*
*Tabla III.25. Vinculación de la UGA con uso de suelo Forestal con el proyecto ..... 47*
*Tabla III.26. Vinculación de la UGA con uso de suelo de Infraestructura con el proyecto. ..... 49*
*Tabla III.27. Vinculación de la UGA con uso de suelo de Manejo de Ecosistemas con el proyecto ..... 53*
*Tabla III.28. Vinculación de la UGA con uso de suelo Turístico con el proyecto. ..... 56*
*Tabla III.29. Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto. ..... 57*
*Tabla III.30. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SEMARNAT con el proyecto. ..... 59*
*Tabla III.31. Vinculación de la Norma Oficial Mexicana emitida por CONAGUA con el proyecto ..... 60*
*Tabla III.32. Vinculación de la Norma Oficial Mexicana emitida por la STPS con el proyecto. ..... 61*

*Figura III.1. Pirámide de Kelsen. ..... 3*
*Figura III.2. Ubicación Regional del proyecto con respecto a las Unidades Ambientales Biofísicas. ..... 33*
*Figura III.3. Plano del escenario tendencial a corto plazo (2012) del proyecto. ..... 34*
*Figura III.4. Plano del escenario tendencial a mediano plazo (2023) del proyecto ..... 35*
*Figura III.5. Plano del escenario tendencial a largo plazo (2030) del proyecto. ..... 35*
*Figura III.6. Plano de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) a la que pertenece el proyecto. ..... 42*
*Figura III.7. Plano de Áreas Naturales Protegidas más cercanas al proyecto. ..... 58*
*Figura III.8. Plano de las Unidades de Manejo para el aprovechamiento (UMA) aledañas al proyecto. ..... 66*
*Figura III.9. Plano de sitios Ramsar más próximos al proyecto. ..... 67*
*Figura III.10. Plano de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) más próximas ..... 68*
*Figura III.11. Plano de Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al proyecto. ..... 69*
*Figura III.12. Regiones Hidrológicas Prioritarias aledañas al proyecto. ..... 70*

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

El presente capítulo hace una recopilación, revisión y evaluación sobre los lineamientos de los órdenes jurídicos aplicables al proyecto en materia ambiental, así como una breve descripción de cómo estos se relacionan con el proyecto a realizar.

Dentro de este apartado se busca dar plena certeza jurídica de la viabilidad del proyecto, como garantía de la correcta aplicación de estos instrumentos. Todo esto con base a la pirámide del Kelsen[1] , además de ser distribuidos de acuerdo a los tres niveles de gobierno correspondientes, entendiéndose como: Nivel Federal, Estatal y Municipal.

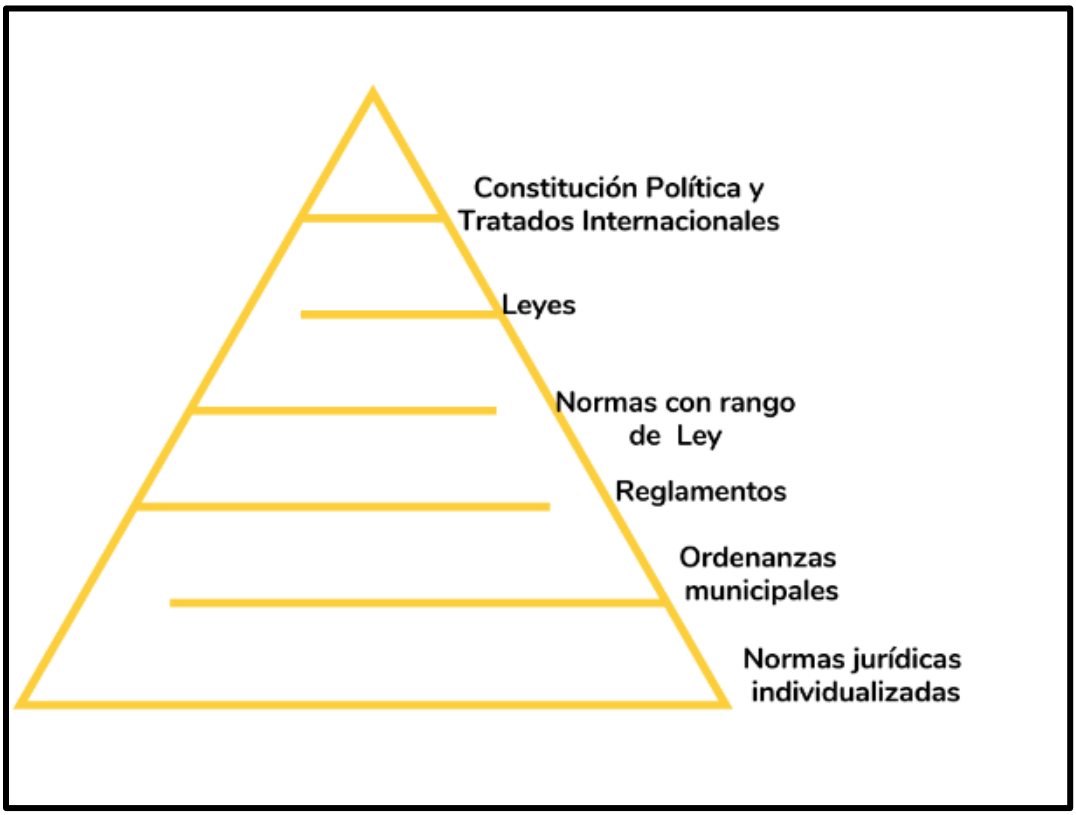



*Figura III.1. Pirámide de Kelsen.*

[1] Es un sistema jurídico graficado en forma de pirámide, el cual es usado para representar la jerarquía de las leyes, unas sobre otras y está dividida por niveles.

## III.1. Ordenamientos jurídicos federales

***Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)***

| *Articulo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 4.** 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 esta ley". | El medio ambiente sano es un derecho superior humano, sobre el cual gravitan una serie de órdenes jurídicos y de gestión ambiental, entendiendo la importancia de este derecho. |
| **Artículo 25.** Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. | El uso de los recursos productivos, se generará con ejes rectores de sustentabilidad, en los cuales la generación del proyecto contemplará todos los criterios establecidos por el marco jurídico, aplicando medidas de mitigación y apegándose a las modalidades de este. |
| **Artículo 26.**<br>**A.** El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. | Con el fin de brindar organización en los sistemas de planeación, las bases legales y el análisis en general contenido en este documento, brindaran apoyo y solidez a lo establecido en este artículo. |
| **Artículo 27.** Se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de | La presentación de este documento, establece los criterios para el correcto uso de los recursos, en específico de los asentamientos humanos, con la finalidad de conservar mitigar impactos en el medio ambiente. |

| | |
|---|---|
| planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico | |
| **Artículo 73. Fracc. XXIX-C.** Para expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de asentamientos humanos, con objeto de cumplir los fines previstos en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, así como en materia de movilidad y seguridad vial;<br>XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico | La presentación de este documento, respeta la jurisdicción de cada nivel de gobierno, teniendo en cuenta las democracias territoriales, además de que en el capítulo VII de este documento, se presentan las medidas de mitigación, conservación y preservación del medio ambiente para el proyecto. |
| **Artículo 115.** Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes: | Para la elaboración del documento, cuenta con un dictamen de trazos, usos y destinos, el cual está en concordancia con los planes municipales emitidos por el municipio de Puerto Vallarta.<br>Además de esto la planeación y la regulación de este centro urbano está en |

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

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial;

b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

VI. Cuando dos o más centros urbanos situados en territorios municipales de dos o más entidades federativas formen o tiendan a formar una continuidad de acuerdo con los tres niveles de gobierno.

| | |
|---|---|
| demográfica, la Federación, las entidades federativas y los Municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, planearán y regularán de manera conjunta y coordinada el desarrollo de dichos centros, incluyendo criterios para la movilidad y seguridad vial, con apego a las leyes federales de la materia. | |

*Tabla III.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estos Unidos Mexicanos con el proyecto.*

***Ley de Aguas Nacionales (LAN)***

| *Artículo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 85.** En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. | Con el fin de preservar el recurso hídrico, dentro del proyecto en las etapas de urbanización y construcción, se contará con recursos didácticos para que toda persona que se encuentre dentro del proyecto, sea consciente de la importancia de la conservación del agua. Así mismo en los casos en donde se ubiquen corrientes de agua intermitentes y sea necesaria alguna intervención se tiene estipulado que toda acción será conforme a los lineamientos de la Ley, la CONAGUA y el organismo operador que corresponda en el municipio. |
| **Artículo 86 BIS 2.-** Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición | En concordancia a las disposiciones legales y reglamentarias, durante la etapa de preparación y construcción, todos los residuos generados serán dispuestos por empresas con las autorizaciones correspondientes para ofrecer el servicio. Mientras que, para la operación, el proyecto cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales misma que cuenta con un título de concesión de descarga emitido por la CONAGUA con número de expediente JAL-O-0174-28-01-15, para la cual se contratará el servicio de recolección y disposición de sus residuos. |
| **ARTÍCULO 88.** Las personas físicas o | El promovente cuenta con un título de |

| | |
|---|---|
| morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes. | concesión de descarga, emitido por la CONAGUA, con número de expediente **JAL-O-0174-28-01-15,** además Ecoterra Paraíso 33 ha, cuenta con una factibilidad técnica de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario por el organismo municipal la SEAPAL con número de folio **1447/2014.** Esto en cumplimiento y como vinculación de este artículo y el bis de este mismo artículo. |

*Tabla III.2. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el proyecto.*

.

***Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN)***

| | |
|---|---|
| **Artículo 151.-** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas. | En aquellos lugares que se realicen trabajos de urbanización y construcción que se encuentren cerca de una corriente agua, se reforzarán los trabajos del manejo de residuos sólidos y se tendrá mayor cuidado en la supervisión para que la maquinaria se encuentre trabajando no tenga ningún derrame de sustancias que puedan contaminar el arroyo. Así mismo, todos aquellos residuos que sean generados que tengan como disposición final el tratamiento de aguas residuales, serán dispuestas en la planta de tratamiento de agua con la que se cuenta. |

| | |
|---|---|
| | Esta cuenta con la debida acreditación ante las autoridades competentes en materia hidrológica y es por ello que se tiene un título de concesión de descarga, emitido por la CONAGUA, con número de expediente JAL-O-0174-28-01-15. |

*Tabla III.3. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el proyecto.*

***Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)***

| ***Artículo*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
|---|---|
| **Artículo 6**.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:<br>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados mitigados y compensados (…)<br>*II.* No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. | Los impactos ambientales que sean generados en cualquiera de las etapas del procedimiento, son reflejados en el presente documento y expresados explícitamente. De igual manera, el promovente se compromete a aplicar las medidas de prevención y mitigación que se presentan en el capítulo VII del presente documento, además de las que esta Secretaría convenga en pro de atenuar los impactos ambientales por la ejecución del proyecto, incluyendo las medidas de compensación atribuidas en la presente Ley. |

*Tabla III.4. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.*

***Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)***

Esta Ley es reglamentaria a la CPEUM, esta Ley aporta los elementos necesarios para mantener el equilibrio de los recursos naturales.

| *Artículo* | *Vinculación al proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 28.-…** quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: …IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros. | De conformidad con lo mencionado en este artículo, el presente documento se ingresara a la SEMARNAT para su evaluación y posterior dictaminación para ejecutar el proyecto Ecoterra Paraíso 33. |
| **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 de 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 reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente | El presente documento sigue los lineamientos establecidos por la Secretaría, en donde se ofrece la descripción de los impactos ambientales por componente en el sistema ambiental, además se determinan medidas de prevención y mitigación contenidos en el capítulo VII de este documento, para cada uno de los efectos adversos que se pudieran ocasionar por la construcción del proyecto. |
| **Artículo 98.** Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:<br>VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones | El diseño del proyecto contempla acciones de mitigación que están ejemplificadas y descritas en el capítulo VII de este documento, esto con la finalidad, de armonizar el deterioro de los suelos. |

| | |
|---|---|
| equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. | |
| **ARTÍCULO 110.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:<br>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y<br>**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. | La previsión de la emisión de contaminantes a la atmósfera será para las etapas de preparación del sitio y construcción las cuales corresponden principalmente al uso de combustible, esto derivado remoción de tierra que se genera en la etapa de preparación, así como los humos de la soldadura y de la maquinaria utilizada en la etapa de construcción.<br>Derivado de esto se prevé la reducción y control de estas emisiones, con el fin de mitigar los efectos que produzca este proyecto. |
| **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. | El consultor y el promovente se comprometen a apegarse a la ley y las disposiciones reglamentarias correspondientes, con el fin de reducir los impactos ambientales ocasionados por contaminantes a la atmósfera. |
| **ARTÍCULO 117.-** Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: | Se contempla la generación de aguas residuales derivadas de los sanitarios en la etapa de preparación y construcción del |

| | | |
|---|---|---|
| | I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;<br>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;<br>III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;<br>IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y | proyecto, por lo que se apegará a la normatividad ambiental vigente. De igual manera la disposición final del residuo generado, será puesta a cargo de una empresa certificada que cumpla con los lineamientos legales. Igualmente, en la etapa de operación los residentes contarán con una planta de tratamiento de agua residuales, autorizada por la SEAPAL. |
| **ARTÍCULO 136.-** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se | | Para las etapas de preparación y construcción se contemplan almacenes |

| | |
|---|---|
| depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:<br>I. La contaminación del suelo;<br>II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;<br>III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y Fracción<br>IV. Riesgos y problemas de salud. | temporales, los cuales estarán destinados para el acopio temporal de los residuos. Además, estos residuos serán clasificados según su naturaleza, para posteriormente disponerlos ante una empresa con las autorizaciones para ofrecer el servicio de transporte. El promovente y consultor también entienden la importancia del manejo adecuado de lo dispuesto en la ley y se comprometen a evitar alteraciones de este tipo en el suelo. |
| **ARTÍCULO 137.-** Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales. | Durante las diferentes etapas del Proyecto, se realizará la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento y disposición final de residuos de acuerdo a lo establecido en este artículo, y con empresas autorizadas por la SEMADET, en materia de residuos sólidos urbanos. |
| **ARTÍCULO 151.-** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas | El manejo adecuado de los residuos peligrosos para su clasificación, manejo, almacenamiento y disposición se cumplirá con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, así como las normas oficiales mexicanas correspondientes, tal y como se presenta en secciones posteriores de este Capítulo. |

| | |
|---|---|
| independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reusó, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido. | |
| **Artículo 175.-** La Secretaría podrá promover ante las autoridades federales o locales competentes, con base en los estudios que haga para ese efecto, la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos, turísticos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente, los recursos naturales, o causar desequilibrio ecológico o pérdida de la biodiversidad. | La relación con este artículo se cimienta en la realización de un estudio que cumpla con los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de todos los sistemas pertenecientes y ligados al desarrollo del proyecto. |

*Tabla III.5. Vinculación del proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*

| | |
|---|---|
| **Artículo 4o.-** Compete a la Secretaría:<br>I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento; | El promovente y el consultor entienden la importancia de lo plasmado aquí, por ello es que presenta ese documento técnico unificado ante la SEMARNAT, esperando cumplir con los requerimientos establecidos en las guías proporcionadas. |
| **Artículo 5o.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:<br>**O)** CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:<br>**I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de | El proyecto contempla el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), mismo que se contempla en el presente DTU, así como la identificación de impactos ambientales, la implementación de medidas de prevención y mitigación para los impactos que se ocasionen por las actividades de construcción y operación del proyecto. |

| | |
|---|---|
| ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables | |

*Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.*

***Ley General de Cambio Climático (LGCC)***

| *Artículo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 26.-** En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:<br>III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;<br>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; | En todas las etapas del proyecto serán concebidas bajo el eje rector de precaución y mitigación de todos los sectores que así lo requieran, además de seguir los lineamientos de todos los instrumentos de política ambiental plantee. |
| **Artículo 87.-** La Secretaría, deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos | Las emisiones generadas están sustentadas en el capítulo II del presente trabajo, en donde la principal fuente de emisión está sujeta a emisiones móviles principalmente de vehículos motorizados o maquinaria que emanen gases, así como la emisión de partículas que puedan ser efectuadas a causa de la remoción de suelos provenientes de la preparación del sitio. Añadido a lo anterior en caso de |

| | |
|---|---|
| para la integración del Registro:<br>I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro;<br>II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas;<br>III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas;<br>IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y<br>V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones. | estar dentro de los umbrales establecidos para el reporte de emisiones directas e indirectas, así como las metodologías empleadas para el cálculo de emisiones, se atenderá de acuerdo con lo que la autoridad dicte. |
| **Artículo 88.** Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro. | Los datos e información sobre las emisiones directas o indirectas, son contempladas en el capítulo II del presente estudio, donde se tiene como finalidad la menor generación de emisiones posibles. |

*Tabla III.7. Vinculación con la Ley General de Cambio Climático con el proyecto.*

***Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco***

| Artículo | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 25.** Se consideran acciones de adaptación:<br>I. La elaboración, cumplimiento, congruencia y actualización de los programas de ordenamiento ecológico;<br>III. La planeación urbana con criterios de sustentabilidad. | El proyecto está elaborado en concordancia con los programas de ordenamiento ecológico del estado de Jalisco, además de apegarse a la ley y estar bajo criterios de sustentabilidad. |

*Tabla III.8. Vinculación del proyecto, con la Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco*

***Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)***

| *Artículo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 5.** La propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas, personas físicas o morales, la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México que sean propietarios de los terrenos donde aquéllos se ubiquen. Los procedimientos establecidos por esta Ley no alterarán el régimen de propiedad de dichos terrenos. | La propiedad del terreno para desarrollar el proyecto se sustenta en las escrituras que acreditan la posesión de dicho terreno, acreditado ante un notario. |
| **Artículo 59.** La ejecución, desarrollo y cumplimiento de los programas de manejo forestal y los estudios técnicos justificativos estarán a cargo del titular de la autorización respectiva, así como de un prestador de servicios forestales, quien | El documento que aquí se presenta es la combinación entre una Manifestación de Impacto Ambiental y un Estudio Técnico Justificativo, que tiene como resultado un Documento Técnico Unificado que fue realizado con base en lo estipulado en la |

| | |
|---|---|
| será responsable solidario con el titular | presente Ley, mismo que cuenta con la participación de un técnico forestal inscrito en el registro forestal nacional. |
| **Artículo 94.** Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro. | El proyecto se vincula con esta disposición en cuanto a la presentación del Documento Técnico Unificado, para su evaluación ante la Secretaría para la autorización del cambio de uso del suelo que se describe en diversos apartados del presente documento. |

*Tabla III.9. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el proyecto.*

***Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal***

| ***Artículo*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
|---|---|
| **Artículo 109.** La vigencia de las remisiones forestales que correspondan a la vegetación proveniente de los Cambios de uso de suelo en Terrenos forestales autorizados por la Secretaría se sujetará a los plazos máximos de extracción y movilización de la Vegetación forestal que la propia autorización determine durante y después de concluida la remoción autorizada. | En caso de que se requiera el uso de las remisiones forestales, estas se solicitaran en su momento para acreditar la legal procedencia de la madera, conforme a lo requerido en los instrumentos normativos. |
| **Artículo 138.** Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa. | El promovente comprende lo establecido por el artículo y las consideraciones aquí mencionadas. |
| **Artículo 139.** Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos | El presente DTU, contiene los lineamientos presentados en este artículo, |

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

los cuales se encuentran articulados de acuerdo a las guías proporcionadas por la SEMARNAT.

| | |
|---|---|
| Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;<br>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<br>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:<br>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;<br>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;<br>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 | El DTU aquí presentado, en esencia contiene todos los puntos aquí establecidos, los cuales se encuentran distribuidos en los diferentes capítulos del documento. |

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 Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V.

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;<br>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;<br>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;<br>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;<br>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;<br>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;<br>XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. | |

*Tabla III.10. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*

***Ley General de Vida Silvestre (LGVS)***

| ***Artículo*** | **Vinculación con el proyecto** |
|---|---|
| **Artículo 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat. | Para el desarrollo del proyecto, se han propuesto medidas para la conservación de las especies de flora y fauna que pudiesen ser afectadas, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, de igual manera se contemplan medidas de protección correspondientes incluyendo rescate y reubicación y seguimiento a la supervivencia de dichas especies, contenidas en el capítulo VII del presente documento. |
| **Artículo 73.-** Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para Proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, translocación o preliberación | El promovente queda enterado de lo establecido por el artículo de esta ley, dentro de este documento se establecen las medidas para la conservación de las especies de flora y fauna que pudiesen ser afectadas por el Proyecto principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Además de que él manejo de fauna que se encuentre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tendrá la disposición y manejo adecuado. |

*Tabla III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre*

***Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre***

| *Artículo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 39**. Para los casos establecidos en el artículo 73 de la Ley, el promovente podrá proponer, en el plan de manejo, el establecimiento de cercos cuando las condiciones del hábitat permitan la instalación de los mismos y el estado de la especie lo requiera; asimismo, deberá precisar las acciones que realizará para contener el impacto sobre el hábitat y las poblaciones nativas locales sobre las que se impida el libre desplazamiento o dispersión de la vida silvestre, así como las medidas para evitar dichos efectos. | Se propone un plan de manejo correspondiente que contempla acciones para contener el impacto en el hábitat en el sitio en el que se pretende desarrollar, esto con el fin de salvaguardar de las especies que así lo requieran. |

*Tabla III.12. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre*

***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos***

| *Artículo* | **Vinculación con el proyecto** |
|---|---|
| **Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. | Los residuos sólidos urbanos generados en los procesos de preparación y construcción, serán clasificados y almacenados temporalmente conforme a las disposiciones de la Ley y de los Programas tanto Estatales como Municipales aplicables, para posteriormente ser enviados a los sitios de disposición final autorizados. |
| **Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en | Los residuos generados por la construcción del proyecto serán manejados conforme la Ley lo establece, presentado en tiempo y forma los trámites |

| | |
|---|---|
| esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:<br><br>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; | que para ello se necesiten, incluyendo un Programa de Manejo de Residuos, que se contempla en este mismo documento. |
| **Artículo 22.-** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales. | Se revisarán las normas para identificar en cualquier momento del proceso constructivo algún residuo que pueda contener las características de peligrosidad. |
| **Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.<br>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables. | Como ya fue dicho, la prevista generación de estos residuos, serán dispuestos a empresas autorizadas. |
| **Artículo 41. -** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. | El adecuado manejo de estos residuos también esta descrito en el presente documento, en el cual el promovente, asegura la correcta gestión de los residuos. |
| **Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo | En caso de requerir los servicios externos de una empresa para la recolección, transferencia y disposición final de los |

| | |
|---|---|
| de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. | residuos peligrosos, se contratará a una empresa que cuente con la autorización de parte de la Secretaría para realizar esas actividades. |
| **Artículo 45.-** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.<br>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos. | Para todos los residuos generados dentro del periodo de preparación y construcción, se planea identificar, clasificar y manejar los residuos conforme a lo establecido por la presente ley, esto con la finalidad de optimizar los procesos y afectar lo menor posible el entorno en general. |
| **Artículo 104.-** En caso de riesgo inminente para la salud o el medio ambiente derivado del manejo de residuos peligrosos, la Secretaría, de manera fundada y motivada, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad: | El promovente, entiende la importancia de la correcta gestión de los residuos, es por ello que se compromete a llevar a cabo la gestión de la manera más correcta posible, entendiendo las repercusiones que este puede tener. |

| | |
|---|---|
| I. La clausura temporal total o parcial de las fuentes contaminantes, así como de las instalaciones en que se generen, manejen o dispongan finalmente los residuos peligrosos involucrados en los supuestos a los que se refiere este precepto;<br>II. La suspensión de las actividades respectivas; | |

*Tabla III.13. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.*

***Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos***

| ***Artículo*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
|---|---|
| **Artículo 17.-** Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él. | Para el presente proyecto, se plantea la realización de un plan de manejo de residuos para las distintas etapas del proyecto, el cual contendrá las medidas necesarias Para disponer correctamente de estos. |
| **Artículo 84.-** Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. | Para el acopio de estos residuos estará en almacenes temporales, todos los residuos peligrosos se envasarán en contenedores previamente identificados, para evitar mezcla de residuos incompatibles y se vigilará que la permanencia de estos en dicho almacén, no sea mayor a 6 meses |

*Tabla III.14. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.*

***Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco***

| *Artículo* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| **Artículo 3.** Toda acción en áreas y predios que genere la transformación de suelo rural a urbano; las subdivisiones y fraccionamientos de terrenos para el asentamiento humano; los cambios en la utilización de éstos; así como todas las acciones de urbanización y edificación que se realicen en la Entidad, quedan sujetas a cumplir las disposiciones de la presente Ley. | El promovente queda por enterado de la presente ley, así como el total apego a lo dispuesto por esta ley. |
| **Artículo 76.** El Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población es el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones, establecidas en el Programa Municipal, referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover el desarrollo sustentable de su territorio. | El proyecto se apegará a las políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones que el Plan de Desarrollo Urbano aplicable al sitio del proyecto establezca. |
| **Artículo 302.** Las acciones que se realicen aplicando cualquier sistema de acción urbanística, deberán proyectarse y ejecutarse conforme a los planes o programas de desarrollo urbano vigente y aplicable en las áreas donde se localicen las zonas y predios. | El proyecto está proyectado conforme a los planes o programas de desarrollo urbano vigente. |

*Tabla III.15. Vinculación del proyecto con la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco.*

## III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio

**Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública, que está sustentado en la LGEEPA y en su reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, su fecha de publicación es del 06 de junio de 2016, por lo cual, sigue vigente hasta el día de hoy. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, el POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre sectores, que permite las sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones identificadas en el territorio. Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la Administración Pública Federal, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

De acuerdo con la SEMARNAT y las fichas técnicas se identificó primeramente que para el proyecto **Ecoterra Paraíso 33 ha,** de acuerdo con el mapa general, este se encuentra en la **región ecológica 6.32,** siendo a Unidad Ambiental Biofísica [2] que la compone por la unidad número **65 de las 145** existentes en el territorio, como se muestra en la siguiente ilustración. Ver **ANEXO IX.III.1. PLANO DE UBICACIÓN REGIONAL DE LA UAB.**

[2] Se definen como una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación

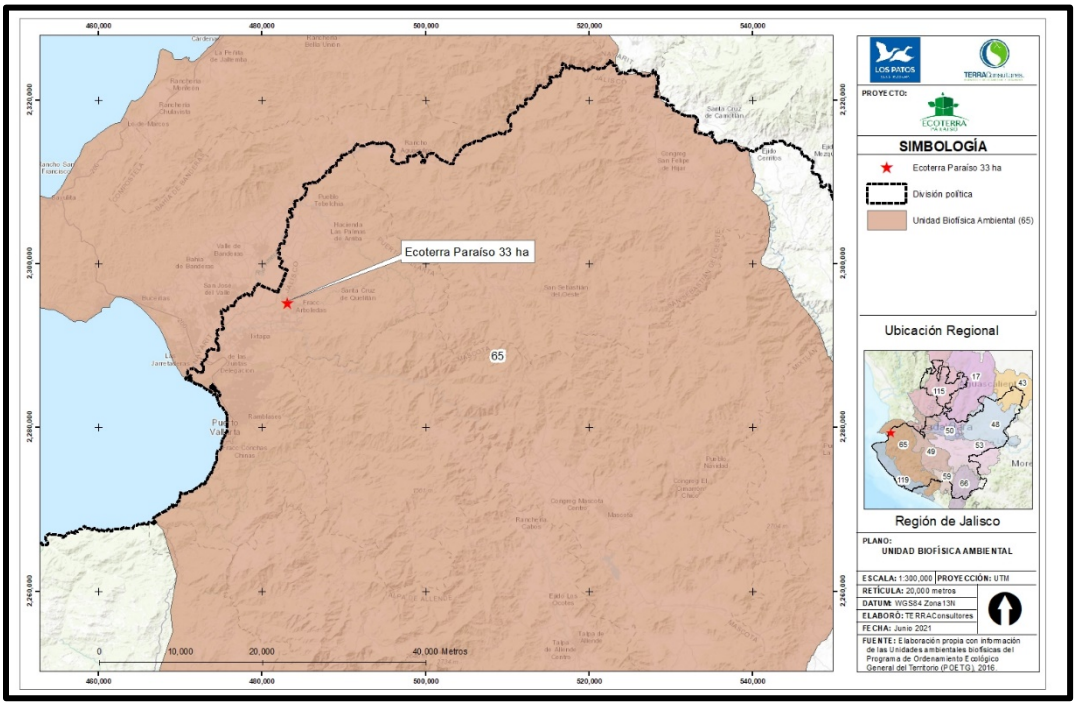



*Figura III.1. Ubicación Regional del proyecto con respecto a las Unidades Ambientales Biofísicas.*

| UAB | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Estrategias sectoriales |
|---|---|---|---|---|---|
| **65** | Preservación de flora y fauna | Forestal-Minería | Ganadería Turismo | - | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 31, 33, 37, 38, 42, 43, 44 |

*Tabla III.1. Unidad Ambiental Biofísica (UAB) correspondiente al proyecto.*

Esta Unidad Ambiental Biofísica está conformada por las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. La siguiente tabla muestra lo mencionado, además de tener el porcentual de la superficie de la UAB con respecto a la superficie total del proyecto.

| Región Ecológica | UAB | Superficie UBA (ha) | Superficie proyecto (ha) |
|---|---|---|---|
| 6.32 | 65 | 1,653,115 | 33 |
| **% con respecto a UBA** | | | **0.0019%** |

*Tabla III.2. Porcentaje de ocupación del proyecto con respecto a la UBA.*

Se observa en la tabla que el porcentaje que ocupa el proyecto de Ecoterra Paraíso 33 ha, corresponder a un 0.0019% del total de la UAB.

Para el año del 2012, se tenía un estado actual del medio ambiente, el cual, de acuerdo con la UBA, se encontraba medianamente estable, mientras que el escenario para el año del 2033 se proyecta que se encuentre **Inestable,** la política ambiental es de **protección, preservación y aprovechamiento sustentable** con una prioridad de atención **baja.**

Dada la importancia de los escenarios de dichas UAB, a continuación, se presentan gráficamente a corto, mediano y largo plazo correspondientes a la UAB 65.

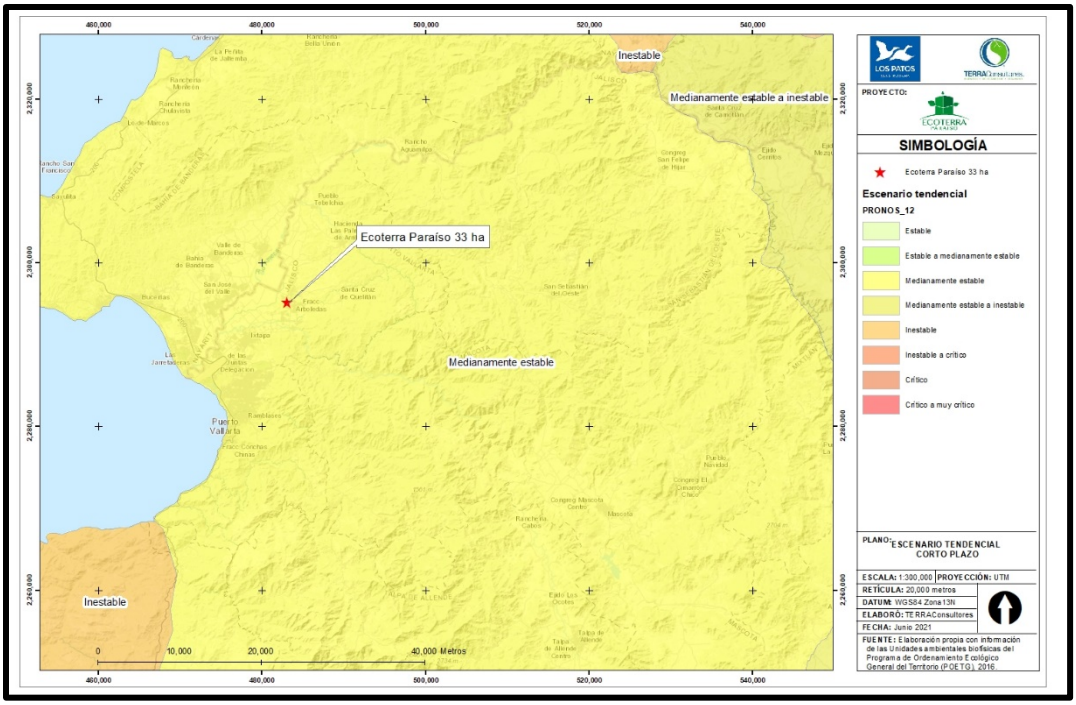



*Figura III.2. Plano del escenario tendencial a corto plazo (2012) del proyecto.*

**ANEXO IX.III.2. PLANO DEL ESCENARIO TENDENCIAL A CORTO PLAZO (2012).**

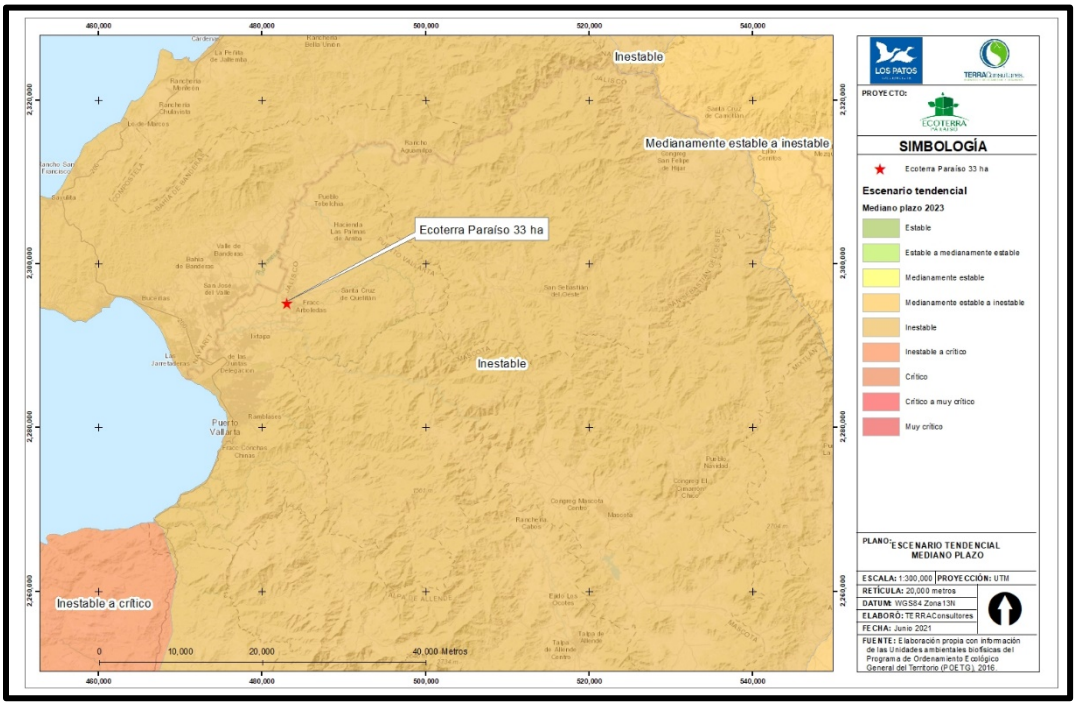



*Figura III.3. Plano del escenario tendencial a mediano plazo (2023) del proyecto.*

**ANEXO IX.III.3. PLANO DEL ESCENARIO TENDENCIAL A MEDIANO PLAZO (2023).**

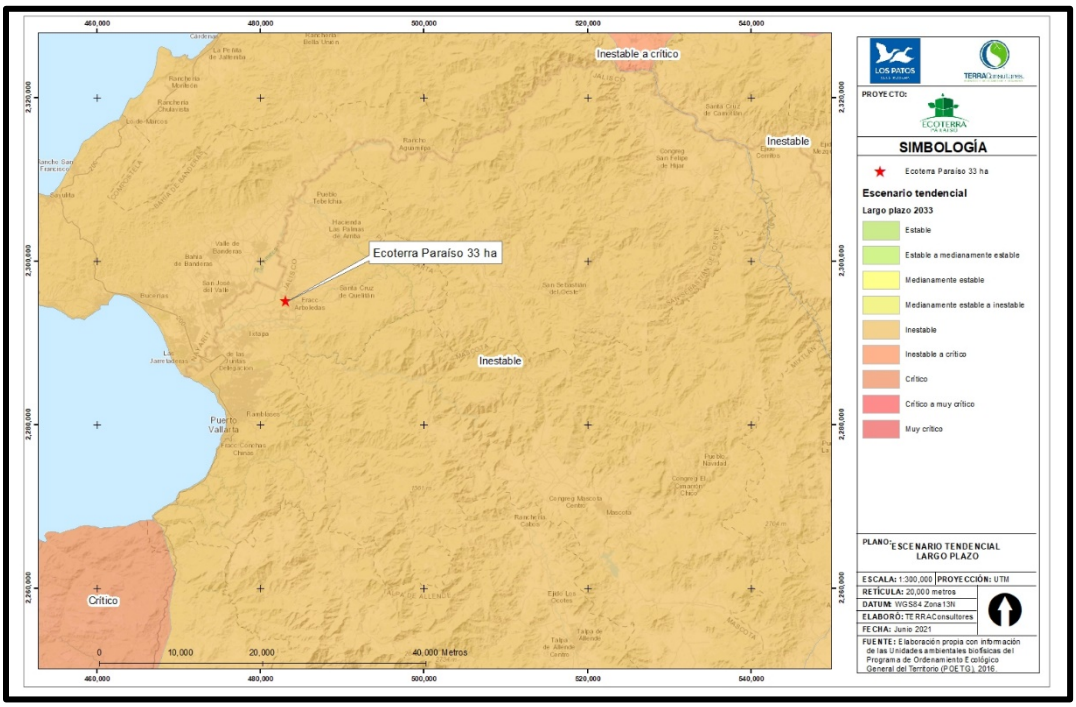



*Figura III.4. Plano del escenario tendencial a largo plazo (2030) del proyecto.*

**ANEXO IX.III.4. PLANO DEL ESCENARIO TENDENCIAL A LARGO PLAZO (2030).**

Como se observa en las figuras anteriores, en los plazos corto (2012), mediano (2023) y largo (2033), en donde, la tendencia va desde **medianamente a inestable.**

Las estrategias para la UAB a la que pertenece el polígono, contienen tres grupos, de los cuales el grupo I está dirigido a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio y se ejemplifica en la siguiente tabla.

| | ***Lineamiento*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
|---|---|---|
| A) | Preservación<br>1. Conservación *in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.*<br>2. *Recuperación de especies en riesgo.*<br>3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad**.** | Dentro del proyecto se contempla la integración armónica de todos los elementos del entorno, con vital énfasis en la conservación y el cuidado de los ecosistemas.<br>Por otro lado, en el capítulo II se puede encontrar lo relacionado a la naturaleza del proyecto y las características de este y añadido a esto, se contemplan programas de manejo de flora y fauna esto en el capítulo VII del presente documento. |
| b) | Aprovechamiento sustentable<br>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.<br>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.<br>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.<br>7. Aprovechamiento sustentable de los | La naturaleza del proyecto es de vital importancia para el desarrollo sustentable de las especies y en general de los recursos naturales, dentro del documento se contempla todo el impacto que se genere tanto por el cambio de uso de suelo, así como de las actividades en general que pudieran poner en riesgo el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas.<br><br>Añadido a esto, la valorización de los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociados a la ejecución del proyecto, son contemplados, esto con el fin de mitigar todos los impactos. |

| | | |
|---|---|---|
| | recursos forestales.<br>8. Valorización de los servicios ambientales. | |
| C) | Protección de los recursos naturales.<br>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.<br>10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.<br>11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.<br>12. Protección de los ecosistemas.<br>Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.<br>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | El proyecto contempla la protección y la correcta gestión de los cuerpos hídricos, así como la de los causes, teniendo siempre en consideración la importancia del amortiguamiento de los extremos climatológicos, la preservación del paisaje y la permanencia del paisaje, el mantenimiento del hábitat, el cual posee una diversidad de flora y fauna. |
| D) | Dirigidas a la restauración<br>14. Restauración de | Los impactos generados por el cambio del uso del suelo, además de ser contemplados, se examinan, esto con el fin de ejecutar acciones |

| | | |
|---|---|---|
| | ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | de restauración, mediante programas orientados en la reforestación y conservación de especies en general, relacionadas con medidas de mitigación, las cuales se describen en el capítulo VII del presente documento. |
| E) | Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios<br>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.<br>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.<br>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional | La ejecución de este proyecto coadyuva en la diversificación y consolidación de la expansión turística, esto en concordancia con el diseño de instrumentos de política que fomenten la productividad turística, con un especial énfasis en la potencialización del desarrollo regional. |

*Tabla III.3. Vinculación del proyecto con el grupo I de las UAB.*

Por otro lado, las estrategias del segundo grupo están dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, tal y como lo muestra en la siguiente tabla.

| *Lineamiento* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.<br>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.<br>33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. | La ejecución del proyecto generará e impulsará las condiciones necesarias para el desarrollo de las ciudades y zonas metropolitanas seguras, potenciando el desarrollo regional y local, optimizando la aplicación de los recursos y sobre todo atendiendo las demandas sociales. |
| E) Desarrollo social<br>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.<br>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | La ejecución del proyecto en sí, fomenta el desarrollo social, esto debido a que la mano de obra, serán personas de la región, impulsando la economía y así mismo, apoyando a los pequeños grupos y a la ciudadanía en general. |

*Tabla III.4. Vinculación del proyecto con el grupo II de las UAB.*

Añadido a esto, se contempla un tercer grupo, el cual está dirigido al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Ver siguiente tabla.

| *Lineamiento* | *Vinculación con el proyecto* |
|---|---|
| A) Marco Jurídico<br>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | El área donde se llevará a cabo el proyecto, estará en concordancia con lo estipulado por la legislación aplicable, respetando en todo momento los derechos de propiedad rural, además de estar alineado la adquisición de dichas propiedades. |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial<br>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.<br>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. | El proyecto respetará y se alineará con el ordenamiento territorial nacional, estatal y municipal en todas sus etapas, dando de esta manera el cumplimiento explícito con la normatividad federal y estatal. |

*Tabla III.5. Vinculación del proyecto con el grupo III de las UAB.*

**Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco**

La LGEEPA establece en sus artículos 7 fracción IX, 20 BIS 2 que las entidades federativas son competentes en materia de ordenamiento ecológico en la formulación, expedición, ejecución, evaluación y actualización, así mismo la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEEEPA) del estado de Jalisco, en sus artículos 15 y 17, le da la atribución al gobierno del estado para que formule programas de ordenamiento ecológico, de esa manera expidió bajo decreto de creación el "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Jalisco", de fecha 28 de julio de 2001, y posteriormente se hizo una actualización de fecha 27 de julio de 2006.

La LEEEPA señala que el ordenamiento ecológico del territorio es de utilidad pública y deberá ser considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, de la localización de la actividad productiva secundaria y de los asentamientos humanos, conforme a los artículos 2 fracción I y 20.

El objetivo de las UGA es la creación de áreas homogéneas a las cuales se les asigna políticas ambientales, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica con la finalidad de generar instrumentos de planeación que mantengan su estado actual a la que se le asignan lineamientos y criterios de regulación Ecológica.

A cada UGA se asignó su política ambiental: preservación, aprovechamiento sustentable, protección y restauración.

**Preservación (PRE):** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales. Se trata de proteger áreas de flora y fauna importantes dadas sus características, biodiversidad, servicios ambientales, tipo de vegetación o presencia de especies con algún status en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para lograr este objetivo se requiere que el aprovechamiento sea limitado, evitando el deterioro de los ecosistemas y asegurar así su permanencia.

**Aprovechamiento sustentable (APS):** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma sustentable.

**Protección (PRO):** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro. Tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales. Se necesita orientar la actividad productiva con un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre de ellos. Se fomenta en ciertas áreas la actividad forestal para la extracción de productos maderables y no maderables.

**Restauración (RES):** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Es una política transitoria dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas y en las cuales es necesaria la realización

de un conjunto de actividades para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. De esta manera, una vez lograda la restauración será posible asignar otra política, de protección o de preservación.

En la siguiente figura, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), en donde se observa que el proyecto, se encuentra dentro de la UGA **Ah 2 212 A,** limitando dicho proyecto con la UGA Ag 2 014 A, que se localiza al Oeste del proyecto, además de la UGA Ff 3 016 C al Este del proyecto y finalmente colindando al Este también la UGA Ff 3 022 C. Ver **ANEXO IX.III.5. PLANO DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL A LA QUE PERTENECE EL PROYECTO.**

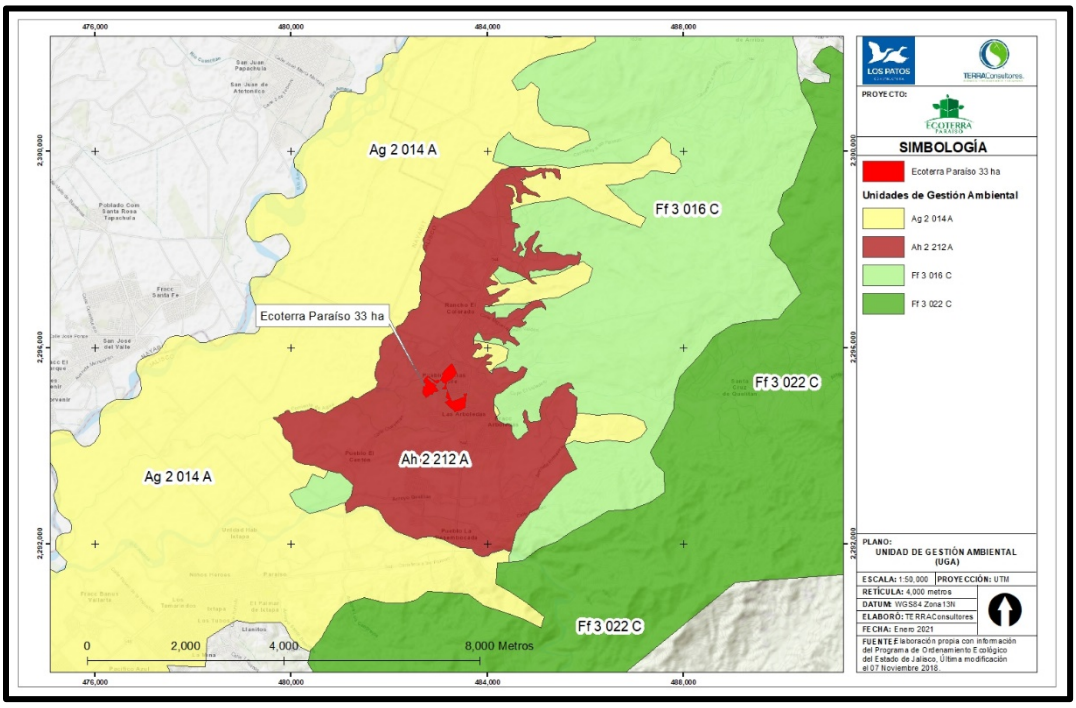



*Figura III.5. Plano de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) a la que pertenece el proyecto.*

En la siguiente tabla, se muestra la ficha técnica que corresponde a la UGA en la que se encuentra el proyecto, de la cual se puede observar por la clave que esta tiene un uso predominante de Asentamientos Humanos con una fragilidad baja, una política ambiental de aprovechamiento, esto de acuerdo con los criterios de dicha UGA.

| Tipo | Unidad de Gestión Ambiental |
|---|---|
| **Ordenamiento** | Costa Alegre |
| **Fragilidad** | Baja |
| **Clave de la UGA** | Ah 2 212 A |
| **Uso condicionado** | Industrial, flora y fauna, pecuario, forestal, pesca |
| **Uso compatible** | Agricultura, infraestructura y turismo |
| **Política ambiental** | Aprovechamiento |

*Tabla III.6. Criterios de la UGA Ah 2 212 A.*

El proyecto se encuentra en una UGA que está identificada con una fragilidad **BAJA,** tal y como se muestra en la siguiente figura.

Dicho plano se puede observar en el **ANEXO IX.III.6. PLANO DE LA FRAGILIDAD DE LA UGA A LA QUE PERTENE EL PROYECTO.**

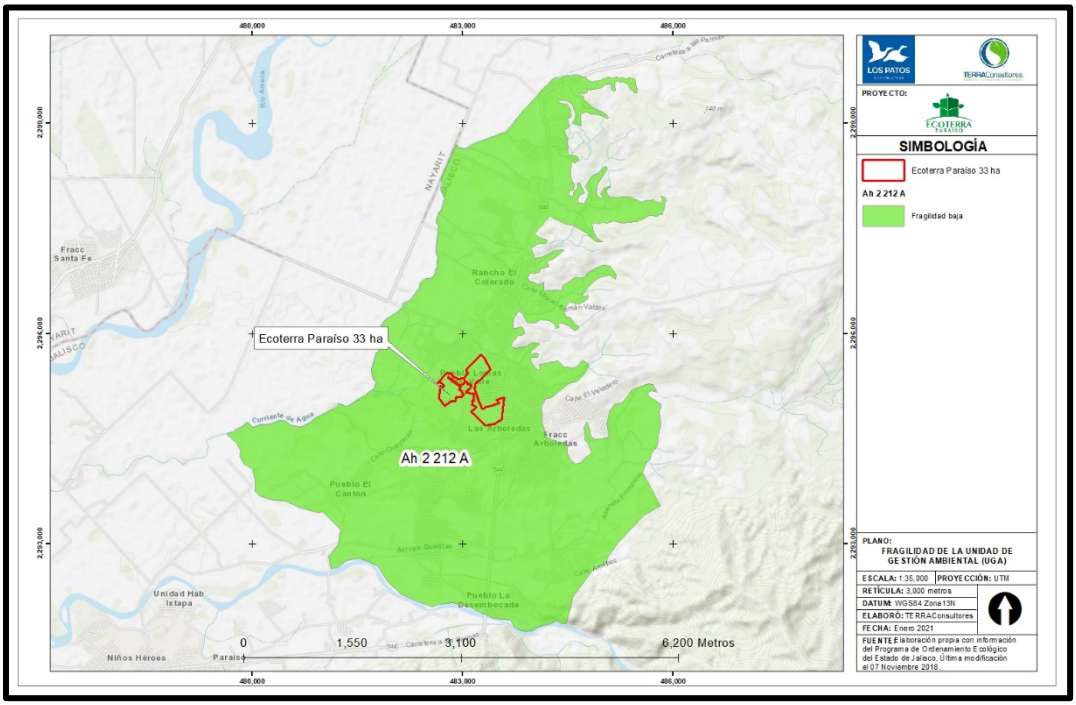



*Figura III.6a. Plano de la fragilidad de la UGA a la que pertenece el proyecto.*

Añadido a esto y de acuerdo con la información del Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Estado de Jalisco publicado el 28 de julio del 2001 en el periódico oficial "El Estado de Jalisco" y modificado el 27 de julio del 2006. La UGA correspondiente al sitio, es la **Ah2 212 A** y dentro de los criterios que le aplican están simplificados en la siguiente tabla.

| ***UGA Ah2 212 A*** | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de Criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| **Ah** | 1 | La definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, deberá evaluar las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta del ordenamiento ecológico. | El presente estudio da los parámetros con evaluaciones puntuales sobre las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales, esto en concordancia de los programas de ordenamiento ecológico, además de usar técnicas que demuestran las buenas practicas |
| | 2 | El programa de desarrollo urbano deberá incluir lineamientos en la construcción de obras para la prevención de riesgos naturales relacionados a sismos, inundaciones, derrumbes y deslizamientos, ciclones e incendios. | La ingeniería de la construcción por si sola contempla estas características. |
| **Ah** | 3 | Las ampliaciones a nuevos asentamientos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial y doméstico independientes. | El proyecto contará con sistemas de drenaje las cuales son abordadas en el capítulo II del presente documento. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 4 | Las áreas verdes serán preferentemente de especies nativas. | El proyecto contempla áreas verdes acorde a los lineamientos aquí establecidos. |
| | 5 | Las vialidades y espacios abiertos deberán revegetarse con vegetación preferentemente nativa. | El proyecto contempla áreas verdes y áreas de conservación sobre las que se plantea una reforestación acorde a los lineamientos aquí establecidos. |
| | 6 | Todos los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos. | Para el acopio de los residuos sólidos urbanos, se contemplará la infraestructura de acopio adecuada para el uso de los residentes del proyecto |
| | 8 | Se deberá establecer una superficie mínima de 8.0 metros cuadrados /por habitantes de áreas verdes de acceso al público. | Las áreas verdes de acuerdo con el dictamen de usos, trazos y destinos, se dejara un porcentaje de jardineado frontal del 20%. |
| | 9 | Los asentamientos rurales por establecerse en estas áreas deberán ser planeados y desarrollados en función de la fragilidad del área. | El proyecto se ubica en una fragilidad baja, es decir que, los asentamientos son permitidos y pueden no representar un riesgo fuerte para la estabilidad del ecosistema. Aun así, para evitar en medida de lo posible atenuar los impactos ambientales en el sitio y así no modificar la estabilidad del ecosistema, se tienen contempladas acciones de reforestación, aunadas a más medidas de mitigación en el |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | proyecto. |
| | 15 | El desarrollo de las zonas de reserva urbana se efectuará de forma gradual y con base en una óptima densificación de las áreas urbanas existentes. | El desarrollo del proyecto se efectuará con base en una óptima densificación, siguiendo los lineamientos y el desarrollo de las zonas de reserva urbana. |

*Tabla III.72. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo de Asentamientos Humanos.*

| ***UGA Ah2 212 A*** | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de Criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| **Ff** | 8 | El aprovechamiento de flora silvestre y hongos sin estatus comprometido deberá contar con un PROGRAMA DE MANEJO autorizado. | El promovente queda enterado de lo estipulado, en caso de que se requiera aprovechar algunas especies forestales, se realizará de acuerdo a la legislación forestal para acreditar su legal procedencia. |
| | 9 | Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de las especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-ECOL-94. Salvo autorización expresa para Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre. (UMAS). | El promovente y el consultor quedan enterados de lo explicado aquí.<br>Más aún el proyecto no contempla la extracción, captura o comercialización de especies |
| | | Se prohíbe la captura y | Se prioriza la conservación de |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 12 | comercio de aves silvestres con fines comerciales, fuera de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre. (UMAS). | aves silvestres, reconociendo la importancia que estas tienen para el ecosistema. Por ello el promovente queda enterado de lo expuesto aquí. |

*Tabla III.83. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo de Flora y Fauna.*

| ***UGA Ah2 212 A*** | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| **Fo** | 9 | El programa de manejo deberá garantizar la permanencia de corredores faunísticos considerando exclusiones de aprovechamiento en vegetación nativa. | Se entiende la importancia de la unión entre espacios con altos valores ambientales, es por ello que el programa de manejo considerara todo lo necesario para salvaguardar y mitigar los impactos a la flora y fauna del sitio. |

*Tabla III.94. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo Forestal.*

| *UGA Ah2 212 A* | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| | 1 | Los proyectos solo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso, en forma gradual de | El proyecto, contempla la construcción gradual de todas las áreas, tal y como se muestra en el capítulo II de este documento. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **If** | | conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes de impacto ambiental. | |
| | 4 | Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y/o arbustos nativos. | Se entiende la importancia de los árboles y arbustos nativos, por ello protegerán en caso de ser necesario los caminos que así lo requieran. |
| | 5 | Los taludes en caminos deberán estabilizarse y revegetarse con vegetación nativa. | El proyecto cuenta con estudios, como la mecánica de suelos que abalan la estabilización de taludes, así mismo, se atenderá las recomendaciones que en dicha mecánica se mencionan. |
| If | 7 | Deberá evitarse la contaminación del agua, aire y suelo por las descargas de grasas y aceites o hidrocarburos provenientes de la maquinaria utilizada en las etapas de preparación de sitio y construcción. | La maquinaria usada cumpliendo las horas de servicio, contará con remisiones de mantenimiento, esto con el fin de mitigar la contaminación que pueda generar. |
| | 8 | No deberán realizarse nuevos caminos vecinales sobre acantilado, dunas y áreas de alta susceptibilidad a derrumbes y deslizamientos. | El promovente queda enterado, por lo que se comprometen a lo establecido por el criterio. |
| | 13 | Las áreas urbanas y/o turísticas deben contar con infraestructura para la captación del agua pluvial. | Ecoterra Paraíso cuenta con un proyecto hidráulico, el cual contempla la captación de agua pluvial. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 17 | Los caminos, andadores y estacionamientos deberán estar revestidos con materiales que permitan tanto la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así como con un drenaje adecuado. | Se adoptarán medidas para que el agua pluvial sea destinada a sitios óptimos, con los que se pueda permitir la infiltración de agua pluvial. |
| | 24 | Los servicios de telefonía, energía eléctrica, telegrafía serán planeados e instalados siguiendo las disposiciones y condicionamientos del Estudio de Impacto Ambiental. | La instalación de estos servicios se especifica en este estudio en su capítulo II. |
| | 27 | No se permite el uso de explosivos | Dentro de la preparación y construcción del proyecto no se contempla el uso de explosivos. Ver capítulo II del presente documento. |
| | 29 | En desarrollos urbanos y turísticos, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización de Impacto Ambiental. | La aprobación de este documento presenta la vinculación directa con dicho criterio. |

*Tabla III.105. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo de Infraestructura.*

| *UGA Ah2 212 A* | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| | | En las áreas ajardinadas solo | El promovente da por enterado |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | deberá utilizar fertilizantes orgánicos | de lo establecido por este criterio. |
| **MaE** | 2 | Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme al avance de obra e iniciando por un extremo, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas. | Se comprende la importancia de brindar las condiciones para que la fauna pueda establecerse en las áreas aledañas, por lo que, se contará con la aplicación de un programa de manejo de flora y fauna para el proyecto. |
| | 3 | Las descargas residuales deberán tratarse mediante sistemas de aireación y/o pozas de oxidación, que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. | El predio cuenta con plantas de tratamiento de agua, con las condiciones necesarias requerimientos de dicha norma, además de contar con un manual de operación y mantenimiento. |
| | 5 | Se deberá proteger y restaurar las corrientes, arroyos, canales, ríos y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos. | La protección de los cuerpos de agua es prioritaria en la contemplación del proyecto por ello se segura la protección de los cuerpos de agua que pasen por este predio. |
| **MaE** | 6 | La construcción y operación de infraestructura deberá respetar el aporte natural de sedimentos a la parte baja de las cuencas hidrológicas. | El material sólido acumulado sobre la superficie terrestre derivado de las acciones de fenómenos, será respetado de acuerdo al aporte natural que este posea. |
| | 8 | Se deben establecer medidas para el control de la erosión. | De acuerdo con todas las medidas del proyecto, así como las recomendaciones de los |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | expertos, se llevarán a cabo. Así mismo, en el apartado IV.3 se contempla la construcción de obras de conservación para el control de la erosión. |
| | 9 | Se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión. | Se atenderá de manera eficaz y eficiente lo propuesto por el criterio, por ello en el apartado IV.3 del presente documento contiene la construcción de obras de conservación para el control de la erosión. |
| | 11 | Se deben mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales | El equilibrio de los causes para tener escurrimientos naturales se priorizará para llevar a las mejores prácticas. |
| | 12 | Las obras deberán implementar medidas para evitar alterar las corrientes y flujos pluviales en las pendientes. | Las medidas para evitar alterar los flujos en general se describen en el capítulo VII del presente documento. |
| | 13 | No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales. | El promovente da por enterado por lo requerido por este criterio. |
| | 14 | No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en barrancas, próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos. | En el capítulo VII se proponen las medidas para la disposición de los residuos, teniendo en consideración lo establecido por este criterio. |
| **MaE** | 17 | Para reforestar solo se deberán emplear especies | La reforestación de las áreas planteadas, se harán con base a |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | nativas. | una exhaustiva investigación la cual empleara la reforestación de especies nativas. Igualmente, el presente documento contiene un programa de reforestación, dando cumplimiento con lo establecido por este criterio. |
| | 18 | Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 metros del cauce de los ríos. | La conservación de los causes de los ríos, serán priorizados, por ello se conservará al máximo la vegetación existente. Además, el proyecto contempla áreas de conservación en los causes intermitentes que cruzan el proyecto. |
| | 19 | No se permite la deforestación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando el arbolado en una franja de 50 metros a ambos lados del cauce. | Se respetará la franja perimetral, ya que en los causes que cruzan el desarrollo, se tienen contempladas áreas de conservación. |
| | 20 | Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite dichos sitios. | Se tendrá en consideración aquellos árboles que presente indicios de utilización por la fauna que habite en estos sitios. |
| | 23 | La realización de obras en zonas en donde se encuentren especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-1994 quedará | Se respeta lo establecido en el presente criterio ecológico, adicional a este se implementará un programa de manejo de flora y fauna, poniendo especial |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. | énfasis en las especies de flora y fauna enlistadas en las NOM-059-SEMARNAT-2010. |
| | 28 | No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte. | El promovente se compromete a dar cumplimiento a este criterio. En concordancia con el criterio para las actividades de desmonte no se contempla el uso de fuego. |
| | 33 | Se prohíben las descargas de drenaje sanitario y residuos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de agua y zonas inundables. | El predio cuenta con una planta de tratamiento de agua con el fin de tratar el agua. |
| | 43 | La extracción comercial de los materiales de los lechos y vegas de los ríos, deberá estar sujeta al reglamento vigente. | El promovente da por enterado de lo plasmado en este criterio. |

*Tabla III.116. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo de Manejo de Ecosistemas.*

| ***UGA Ah2 212 A*** | | | |
|---|---|---|---|
| ***Uso de suelo*** | ***Número de criterio*** | ***Criterio de la UGA*** | ***Vinculación con el proyecto*** |
| | 2 | Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se deberá ejercer una vigilancia continua para evitar la captura, cacería y destrucción de nidos y crías. | Para el proyecto en todas sus etapas, se pretende dar vigilar de manera puntual para evitar malas prácticas dentro del predio. |
| | | El área natural a conservar | Se pretende conservar al |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tu** | 5 | en cada predio para desarrollo deberá contar con la vegetación mejor conservada. | máximo la mayor parte de los espacios para el desarrollo óptimo. |
| | 7 | Los desarrollos deberán contar con instalaciones sanitarias y de recolección de basura en sitios estratégicos. | Las instalaciones sanitarias y de recolección de residuos estarán dabas bajo el análisis de los lugares más potenciales para ello. |
| | 8 | Se deben emplear materiales de construcción que armonicen con el entorno y paisaje del sitio. | El promovente da por enterado de lo establecido por este criterio. |
| | 9 | Solo la superficie de desplante podrá ser desmontada y despalmada totalmente. | El promovente atenderá a las recomendaciones establecidas por este criterio. |
| | 10 | En el área de servicios, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original. | El promovente da por enterado de lo establecido por este criterio. |
| | 11 | Las aguas tratadas en las plantas de los desarrollos deberán emplearse en el riego de las áreas ajardinadas. | El agua tratada será empleada en el riego de las áreas verdes. |
| | 13 | Quedan prohibidas las quemas, el uso de herbicidas defoliantes y el de maquinaria pesada en la preparación del sitio. | El promovente seguirá cabalmente lo establecido por el criterio. |
| | | Se debe contemplar la instrucción de los | Para la armonía de los trabajadores, se les dará |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 14 | trabajadores de obra en la adopción de medidas preventivas adecuadas contra siniestros. | capacitaciones para la adopción de medidas preventivas. |
| | 15 | Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras. | Se entiende la importancia de la preservación de la fauna que existiese en el polígono, es por ello que se pretenden llevar medidas para perturbar la fauna lo menos posible. |
| | 16 | Los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de obras. | El promovente y el consultor dan por enterado de lo establecido por este criterio. |
| | 17 | No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa. | El predio contará con almacenes temporales con el fin de evitar el vertido en lugares prohibidos. |
| **Tu** | 20 | Las instalaciones hoteleras y de servicios deberán estar conectadas al drenaje municipal y/o a una planta de tratamiento de agua residuales o en su caso, contar con su propia planta. | El desarrollo cuenta con su propia planta de tratamiento para el manejo de aguas residuales, además de contar con una factibilidad del SEAPAL. |
| | 23 | Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-96 y NOM-031-SEMARNAT-96. | Las descargas de aguas residuales están dadas bajo lineamientos meros de la SEAPAL. |
| | | El diseño de las construcciones debe emplear | El capítulo II de este documento cuenta con los |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 33 | una arquitectura armónica con el paisaje considerando técnicas y formas constructivas locales. | prototipos de vivienda los cuales van en armonía con el paisaje. |
| | 35 | Sólo se deberán emplear especies nativas y propias de la región en la creación de áreas ajardinadas. | En las áreas para jardines solo se utilizaran especies nativas de la región. |
| | 36 | Se establecerán las medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994. | En los capítulos V y VII del presente documento se pr<br><br>oponen las evaluaciones de los impactos, así como las medidas de prevención que se tomaran. |

*Tabla III.127. Vinculación del proyecto con la UGA con uso de suelo Turístico.*

### III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

Tanto el proyecto como el sistema ambiental no inciden en ninguna Área Natural Protegida (ANP) Federal, Estatal o Municipal, sin embargo en la tabla III.28 y figura III.7, se muestran las distancias más cercanas con respecto a las ANP.

| *ANP* | *Jurisdicción* | *Distancia* | *Descripción* |
|---|---|---|---|
| Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, Nayarit. (Subcuenca Río Ameca) | Federal | 10.51 Km al Noreste | Se encuentra en los estados de Durango, Jalisco, Nayarit, Aguascalientes y Zacatecas, ocupando una superficie de dos millones 328 mil 975 hectáreas. Esta cuenca está en la clasificación de Áreas de Protección de Recursos Naturales que realiza la |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y está conformada por escurrimientos que se ubican en los distintos estados de la cuenca que confluyen hacia el mar. |
| Zona de Conservación Ecológica Estero El Salado | Municipal | 11.68 Km al Suroeste | Se considera un Estero Urbano, debido a que se encuentra rodeado por la mancha urbana de Puerto Vallarta Su conexión al océano es permanente, a través de un canal de aproximadamente 20 metros de anchura, 3 metros de profundidad y 2 kilómetros de largo. |

*Tabla III.18. Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto.*

La siguiente figura, muestra las distancias del proyecto a cada una de las áreas naturales protegidas, así como la competencia de estas, como bien se observa, las distancias son de más de 10 kilómetros, por lo que, de manera directa la ejecución del proyecto no afectaría a estas, teniendo así una armonía y conservación de estos espacios que son tan importantes, teniendo como función principal la protección de la flora y fauna, de los servicios ambientales, de los recursos naturales de **importancia** especial y de los ecosistemas representativos de una región o país. Ver **ANEXO IX.III.7. PLANO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MÁS CERCANAS AL PROYECTO.**

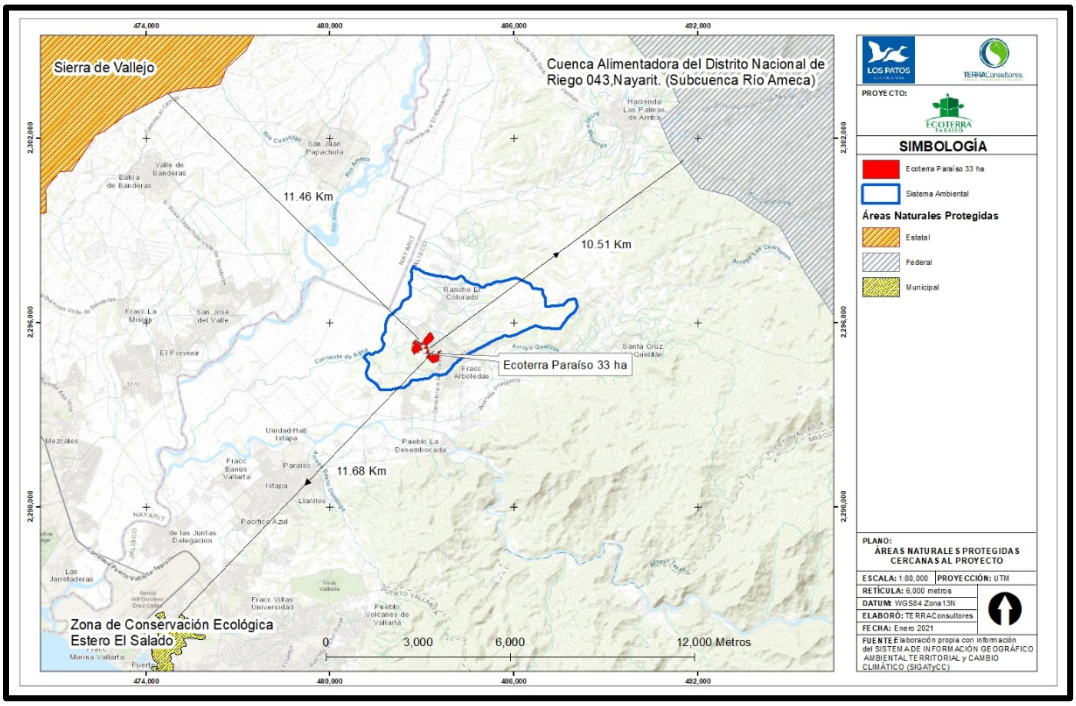



*Figura III.1. Plano de Áreas Naturales Protegidas más cercanas al proyecto.*

## III.4. Normas oficiales mexicanas

***Normas Oficiales Mexicanas emitidas por SEMARNAT***

| ***Norma*** | ***Descripción*** |
|---|---|
| *NOM-001-SEMARNAT-1996*<br>La cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. | La planta de tratamiento de agua cuenta con un manual de operación y mantenimiento, de esta manera se corroboran los límites máximos permisibles de contaminantes. |
| *NOM-002-SEMARNAT-1996*<br>En la cual se establecen máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. | Los límites máximos permisibles de contaminantes, serán supervisados con el fin de no superar los límites establecidos por lo proyectado en esta normal. |
| *NOM-003-SEMARNAT-1997*<br>Que establece los límites máximos | La planta de tratamiento con la que cuenta Ecoterra Paraíso, cuenta con las |

| | |
|---|---|
| permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público | especificaciones plasmadas en esta NOM, esto se comprueba en el título de concesión. |
| *NOM-041-SEMARNAT-2006*<br>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. | En la etapa de preparación y construcción se empleará el manejo de maquinaria que genera emisiones de gases contaminantes, es por ello que, el capítulo VII del presente documento, contempla las medidas de mitigación para controlar los daños colaterales que esto pueda ocasionar, por lo cual, se da por cumplido de lo que establece esta norma. |
| *NOM-052-SEMARNAT-2005*<br>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. | El promovente estará atento a los procesos dentro de las etapas de preparación y construcción del sitio, con el fin de poder lograr una identificación eficaz de lo que se consideraría como un residuo peligroso |
| *NOM-054-SEMARNAT-1993*<br>Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993. | El promovente se apegará a lo establecido por la NOM, siguiendo los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos. |
| *NOM-059-SEMARNAT-2010*<br>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. | El promovente se adherirá a las especificaciones de las especies nativas de México establecidas por esta NOM, teniendo siempre presente la importancia de estas especies y las afectaciones que estas pudieran tener derivado de la ejecución del proyecto. |

*Tabla III.29. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SEMARNAT*

***Normas Oficiales Mexicanas emitidas por CONAGUA***

| ***Norma*** | ***Descripción*** |
|---|---|
| *NOM-007-CONAGUA-1997*<br>La cual detalla los requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. | El promovente se compromete a seguir los requisitos para la construcción y operación de tanques de agua. |

*Tabla III.10. Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana emitida por CONAGUA.*

***Normas Oficiales Mexicanas emitidas por STPS***

| ***Norma*** | ***Descripción*** |
|---|---|
| *NOM-001-STPS-2008*<br>Explica las condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo- Condiciones de seguridad. | En las diferentes etapas del proyecto, el promovente se compromete a seguir de manera muy detallada las condiciones de seguridad en las que laborarán los trabajadores, con la finalidad de evitar accidentes. |
| *NOM-004-STPS-1999*<br>La cual explica los sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. | El promovente seguirá de manera puntual los sistemas de protección que especifique esta norma, con el fin de reducir los riesgos que puedan existir en las diferentes etapas del proyecto. |
| *NOM-005-STPS-1998*<br>Esta externad todo lo relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. | Como bien se ha descrito con anterioridad, el promovente contará con servicios de una empresa especializada en temas de seguridad, higiene y medio ambiente, esto con el fin de orientar y dar certeza de que los trabajos realizados en la obra, cumplen los estándares de lo especificado por esta NOM. |
| *NOM-006-STPS-2000*<br>En la cual explica el manejo y almacenamiento de materiales, | El proyecto contará con almacenes temporales que estarán adecuados a las necesidades y características del |

| | |
|---|---|
| condiciones y procedimientos de seguridad | proyecto, siguiendo las especificaciones de dicha norma. |
| *NOM-011-STPS-2001*<br>Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. | Dentro de este DTU, se especifican los impactos y las acciones que se realizarán dentro del proyecto para la mitigación de la generación de ruido, siguiendo las condiciones de seguridad emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. |
| *NOM-017-STPS-2008*<br>En la cual señala el Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. | Dentro de las diferentes etapas del proyecto se plantea la utilización del Equipo de Protección Personal (EPP), con el fin de salvaguardar la vida de las personas que estén aquí trabajando |

*Tabla III.21. Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana emitida por la STPS.*

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

***Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Jalisco***

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece en sus artículos 7 fracción IX, 20 BIS 2 que las entidades federativas son competentes en materia de ordenamiento ecológico en la formulación, expedición, ejecución, evaluación y actualización, así mismo la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEEEPA) del estado de Jalisco, en sus artículos 15 y 17, le da la atribución al gobierno del estado para que formule programas de ordenamiento ecológico, de esa manera expidió bajo decreto de creación el "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Jalisco" de fecha 28 de julio de 2001, y posteriormente se hizo una actualización de fecha 27 de julio de 2006.

***Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033***

En cuanto a este Plan, se encuentra el primer propósito en donde se destaca el territorio y medio ambiente sustentable y entre los temas principales de encuentran; medio ambiente y acción climática, desarrollo regional y urbano, agua y reservas hidrológicas, movilidad urbana y protección civil. Dentro de estos temas, se hace mención de la priorización del manejo sustentable de los ecosistemas, así como la gestión de áreas voluntarias de conservación y corredores bioculturales regionales. Añadido a

esto se rectifica la importancia de ser el Estado de Jalisco uno de los que cuentan con más recursos hídricos, es por ello que, con base a la información recabada de instituciones como el INEGI, se ha creado la cartografía temática para ubicar la hidrología superficial y subterránea aledaña al proyecto. Hay que mencionar, además, que el Plan reconoce la importancia de los ecosistemas forestales considerándolos como recursos invaluables que producen servicios ambientales de suma importancia y en relación con ello, el proyecto considera la ejecución del presente Documento Técnico Unificado modalidad B, particular, en el cual se pretende realizar un cambio de uso de suelo de forestal en el proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha, De manera que, se siga con los lineamientos y requerimientos de lo planteado por este Plan.

***Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2018-2021***

De acuerdo al diseño de este plan y la metodología, a través de una consulta pública, talleres participativos y la cooperación entre diversos organismos, se pudieron llegar a mesas temáticas para tener enfoques específicos. El ejercicio constó de diversos bloques: la detección de problemáticas municipales, la detección de las potencialidades del gobierno municipal para combatir las problemáticas detectadas por tema abordado, la detección de potencialidades de la sociedad para la solución a las problemáticas generadas y finalmente la unión y la detección de problemas que deben ser resueltos de manera urgente.

De acuerdo con la mesa ecológica que se formó las acciones que se priorizaron fueron y que se vinculan con el proyecto son:

1. Implementación de un programa de manejo de residuos: Para el caso especial de Ecoterra Paraíso 33 ha y derivado de la naturaleza de este, contará con un plan interno de manejo de residuos y recolección diferenciada, dicho programa es integrado en este DTU como un anexo, alineándose de esta manera con este Plan Municipal.
2. Creación de áreas de conservación: El proyecto dentro de sus 33 ha, contará con cinco áreas de conservación y una más en la que se ejecutará un cambio del uso de suelo.
3. Mayor vigilancia en cuestiones ambientales: Ecoterra Paraíso contará con un servicio de seguimiento ambiental, el cual, dará cumplimiento a los lineamientos y las especificaciones tanto de la SEMARNAT, SEMADET y del organismo regulador a nivel municipal
4. Aplicación de reglamentos y leyes: Este capítulo del DTU, ejemplifica la aplicación y la regulación que se planea tener dentro de las diferentes etapas que tendrá Ecoterra Paraíso en cuanto a las leyes, reglamentos y planes, en los diferentes niveles de gobierno.

5. Capacitación del personal: El promovente es consciente de lo planteado en este Plan, es por ello que, para alinearse a este, contará con un servicio de seguimiento ambiental, el cual dentro de su planificación ejecutará la capacitación del personal en materia ambiental.
6. Programa de regulación de quemas: El promovente tendrá especial atención para que dentro del proyecto no se haga ninguna quema.

***Plan Parcial de Desarrollo Urbano Arroyo El Quelitán***

El Plan de Desarrollo Urbano, está dividido en 11 partes, dentro de ellas se tiene un apartado específico de acciones de crecimiento, conservación, mejoramiento y renovación urbana, que es de vital importancia para la ejecución del proyecto, ya que este contiene las acciones de crecimiento, conservación y mejoramiento. Dentro de las acciones de crecimiento, encontramos

a) Para el caso, se estará a los términos del Art.147 del Código Urbano, que lleva a que la acción fundamental para ordenar el crecimiento urbano en el área, se basa en la aplicación eficiente y sostenida de los postulados del plan parcial;

b) Toda acción urbanística que conlleve el crecimiento urbano en las áreas calificadas para ello deberá obtener su calificación de procedencia por la Dependencia Municipal cumpliendo el proceso para ello, establecido en el Código Urbano y el Reglamento, además de lo que indique el Ayuntamiento al respecto en función de la particularidad del territorio a regular, con base a las atribuciones que le confiere la normatividad aplicable. (Artículos 5° y 7° del Reglamento Estatal de zonificación);

c) Impulsar acciones que para las áreas de cesión generadas tanto por la regularización de las ocupaciones actuales como para las nuevas acciones urbanísticas se den en función de la estructura urbana propuesta y acorde a los requerimientos de la población a servir, lo cual tendrá como guía el Sistema de Equipamiento Urbano de la secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) y los parámetros de referencia de la administración pública acorde a la capacidad dispuesta para ello;

d) Promover la aplicación de las modalidades señaladas de permuta y transferencia de derechos de desarrollo urbano en aras de crear y mantener los sistemas de equipamiento y servicios urbanos acordes al objetivo de establecer una estructura espacial urbana socialmente eficiente;

e) Promover modalidades de urbanización y edificación con mayor adecuación al medio físico y socioeconómico de la zona que permita alcanzar densidades de población e intensidades de uso del suelo factibles técnica, ambiental, económica, legal, social y política, con principios de sustentabilidad

que posibiliten la conservación del suelo agrícola en la integración de elementos naturales al ámbito urbano para un mayor nivel ambiental e índice de bienestar en el mismo;

f) Aplicar acciones que permitan rescatar y establecer los derechos de vía (RI-VL) necesarios para la realización de la estructura urbana propuesta, tanto en las áreas de incipiente ocupación como en las acciones urbanísticas que se propongan en las áreas dispuestas para ello;

g) Gestionar la inclusión en los programas relativos al libramiento para el tráfico regional propuesto como modificación a la Carretera Estatal 544, a fin de promover la realización del corredor de movilidad urbana previsto en el en el Área de Aplicación;

h) Promover proyectos institucionales y privados para la concentración de equipamiento y servicios urbanos de las áreas calificadas como reserva urbana (RU) de acuerdo al nivel central, distrital o barrial de equipamiento marcado;

i) Establecer programas de generación de áreas para equipamiento urbano en las áreas AC, AP y AN como contraprestación a la regularización de los asentamientos ilegales actuales;

j) Promover que las acciones de regularización y de urbanización permitan la integración de las áreas AC, AP y AN como parte del sistema de espacios urbanos;

k) Aplicar un estricto control de crecimiento en el área AC (4) a fin de que el asentamiento El Aguacate y los asentamientos colindantes a este, no se consoliden como áreas urbanas y menos se amplíen en detrimento del suelo agrícola vecino, y con ello facilitar la ubicación de población en las áreas aptas para la urbanización y minimizar el riesgo que por inducción prevalece en el sitio;

l) Elaborar y aplicar la estrategia adecuada para la integración de la propiedad ejidal al desarrollo urbano, conciliando las legislaciones agrama y urbana en provecho del desarrollo urbano del Municipio;

En el que la vinculación con el proyecto se cumple cabalmente y va enfocado de la mano con estas acciones ya que, primeramente el proyecto cuenta con un dictamen de usos, trazos y destinos en el cual se destaca y en concordancia con este plan el área designada para el lugar donde se encuentra *Ecoterra,* es de reserva urbana a mediano plazo RU-MP (17)/ EV-D4, H4-V(4),MD4 (1), MB4 (2) EJIDO DE IXTAPA, con un uso HABITACIONAL PLURIFAMILIAR VERTICAL DE DENSIDAD ALTA, MIXTOS DISTRITAL DE INTENSIDAD ALTA (1).

## III.6. Otros instrumentos

***Unidades de manejo para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS)***

Las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) son los criaderos extensivos e intensivos de Fauna Silvestre, los viveros e invernaderos, así como todas las alternativas viables que permitan la propagación de especies y la elaboración de productos y subproductos que puedan ser incorporados al mercado legal de Vida Silvestre. Estas UMA son todos los predios e instalaciones que operan de conformidad a un plan de manejo aprobado, y dentro de los cuales se da seguimiento y permanecen en estado de hábitat y de poblaciones o ejemplares que allí se encuentran. Con las UMA, se busca promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Se trata de crear oportunidades de aprovechamiento que son actividades complementarias de otras productivas convencionales, como la agricultura o la ganadería. Esto es, impulsar el desarrollo de fuentes alternativas de ingreso para las comunidades rurales, dando valor a la diversidad biológica para propiciar su conservación en todo el territorio nacional. Es necesario el manejo, en cada unidad, a través de un plan autorizado y registrado, que permita obtener los beneficios derivados de las actividades productivas y garantice la viabilidad de las poblaciones de cada especie que ahí se distribuye. Estos beneficios contribuyen a solventar los gastos de operación, y son reinvertidos en programas de conservación, monitoreo e investigación, con lo que se asegura la permanencia del capital natural.

La siguiente figura, muestra las UMAS más cercanas al proyecto, así como un radio de 10 Km, en el cual se puede observar que la UMA más próxima al proyecto se encuentra a una distancia de 10 km contiguos y el nombre de esta es "*Playa Grande".* Sin embargo, por la distancia a estas unidades, no se considera que represente peligro dentro de estas zonas. Ver **ANEXO IX.III.8. PLANO DE LAS UNIDADES DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO (UMA) ALEDAÑAS AL PROYECTO.**

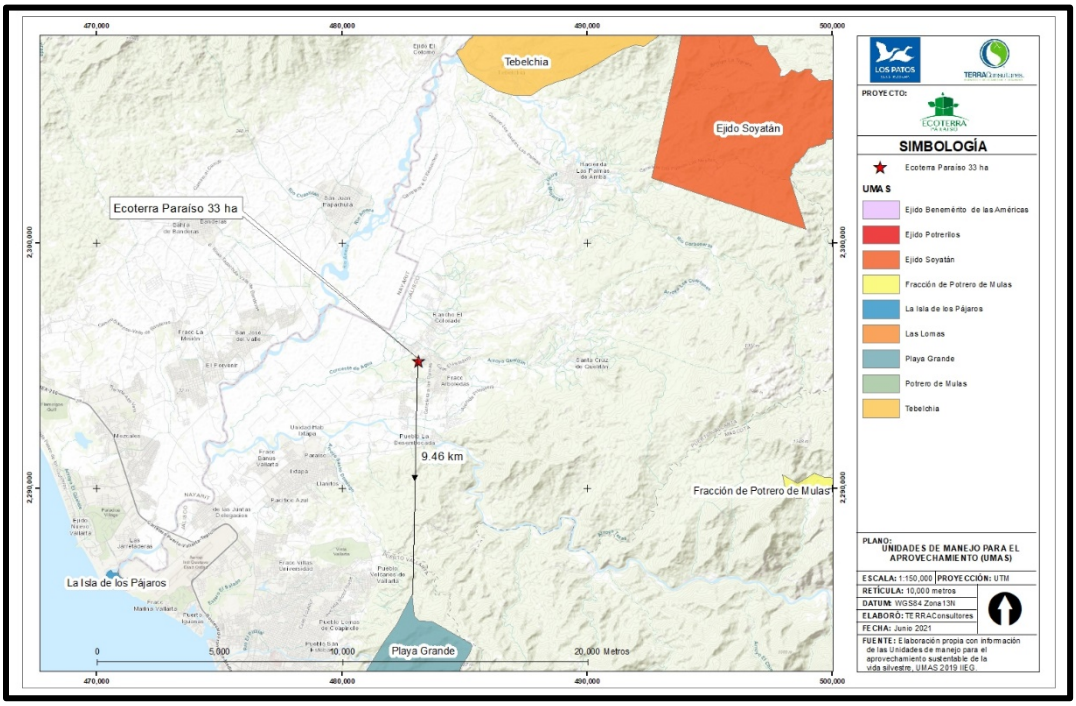



*Figura III.1. Plano de las Unidades de Manejo para el aprovechamiento (UMA) aledañas al proyecto.*

.

### *Sitios Ramsar*

Los sitios Ramsar, son ecosistemas de agua dulce o salada que por sus condiciones de biodiversidad merecen resaltar su importancia a nivel internacional y gestionar estas áreas para ser conservadas debido a su importancia en la regulación y la estabilidad del clima, el control y regulación de inundaciones y la conservación de la alta riqueza de especies de flora y fauna. Por esto, la Estrella Fluvial Inírida fue designada por Colombia como sitio Ramsar (Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional) mediante el Decreto 1275 del 8 julio de 2014. En la siguiente figura se muestra el sitio Ramsar más cercano al proyecto que corresponde al Parque Nacional Islas Marietas, con una superficie de 1,357.29 ha.

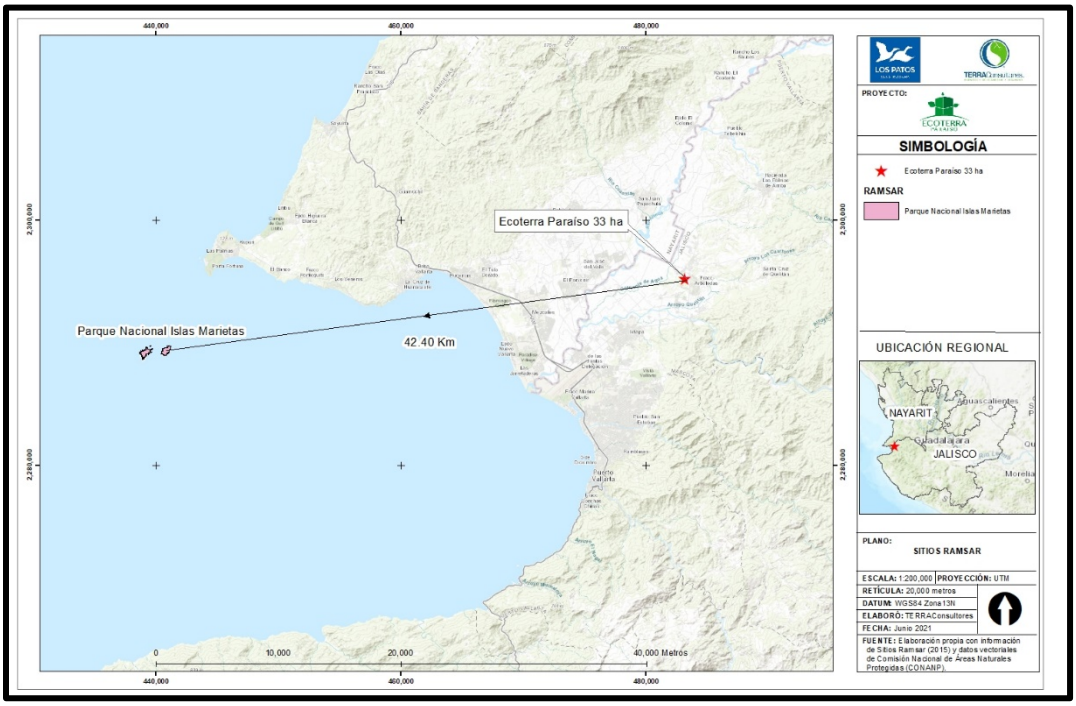



*Figura III.2. Plano de sitios Ramsar más próximos al proyecto.*

En la figura III.9 se muestra que el sitio Ramsar más próximo, se ubica al Noroeste del proyecto a una distancia aproximada de 42.40 Km. Ver **ANEXO IX.III.9. PLANO DE SITIOS RAMSAR MÁS PRÓXIMOS AL PROYECTO.**

### *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)*

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas.

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó la primera base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en un sistema de información geográfica. (CONABIO 2015).

Con base a esta información, se ubicó el proyecto con respecto a las AICAS más próxima al proyecto. (Ver **ANEXO IX.III.10. PLANO DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONCERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) MÁS PRÓXIMAS AL PROYECTO.**)

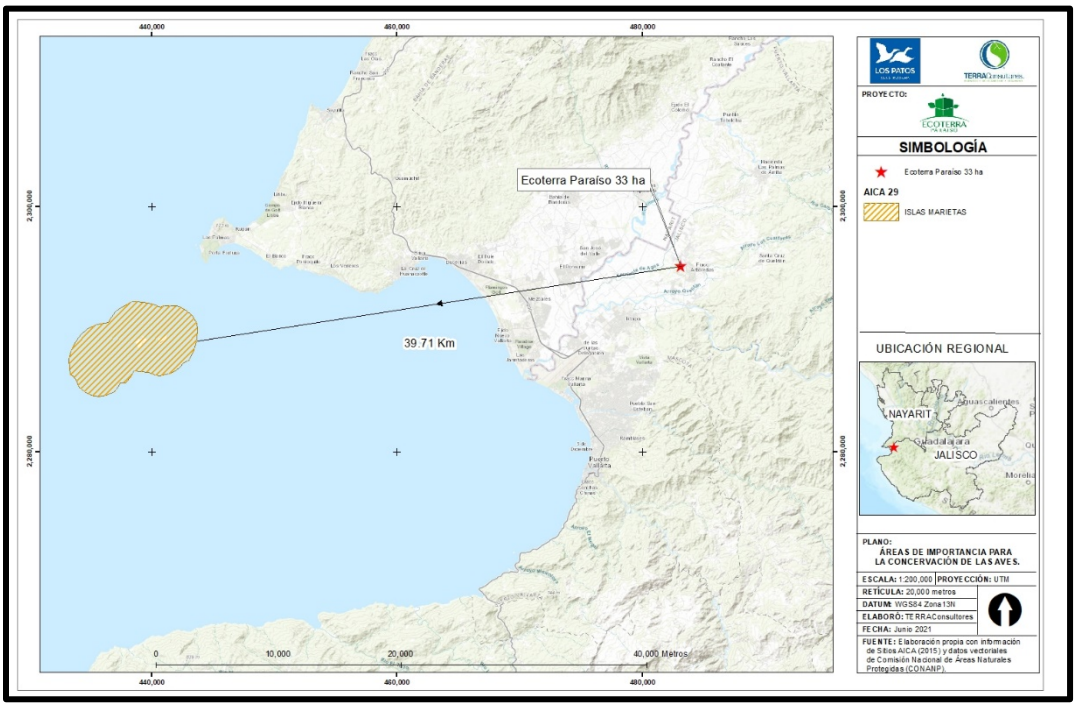



*Figura III.3. Plano de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) más próximas al proyecto*

Así mismo como se puede observar en la figura III.10, la AICA más cercana al proyecto es la numero 29 conocida como Islas Marietas, la cual se localiza al noroeste aproximadamente a 39.71 km., de acuerdo con el sitio de la CONABIO, esta AICA cuenta con una superficie de 5,346.1608 $m^2$, con una categoría en 1999 de "G-4-A" y una categoría birdlife 2007 "A1, A4i, A4ii" y con 84 especies de aves, de las cuales seis tipos de aves de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran en estatus de Amenaza (A), una en Peligro de extinción (P), cinco sujetas a Protección (Pr) y el resto Sin Categoría (Sc).

***Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)***

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaca la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. (Ver figura III.11 y **ANEXO IX.III.11. PLANO DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS CERCANAS AL PROYECTO.)**

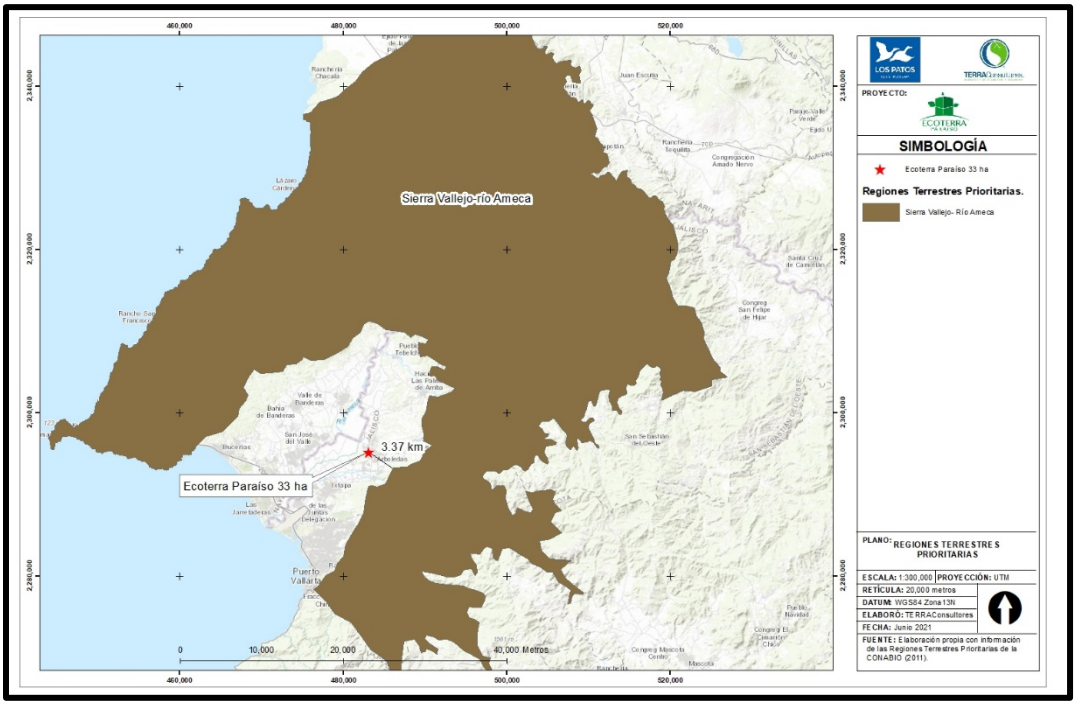



*Figura III.4. Plano de Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al proyecto.*

En la figura III.11, se aprecia que el proyecto no se encuentra dentro de alguna RTP, sin embargo podemos observar que la RTP más cercana al proyecto es la Sierra Vallejo- Río Ameca, que se localiza a una distancia aproximada de 3.37 km, este dato tomada desde el pico más cercano de la RTP.

***Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)***

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. (Ver **ANEXO IX.III.12. PLANO DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS ALEDAÑAS AL PROYECTO.)**

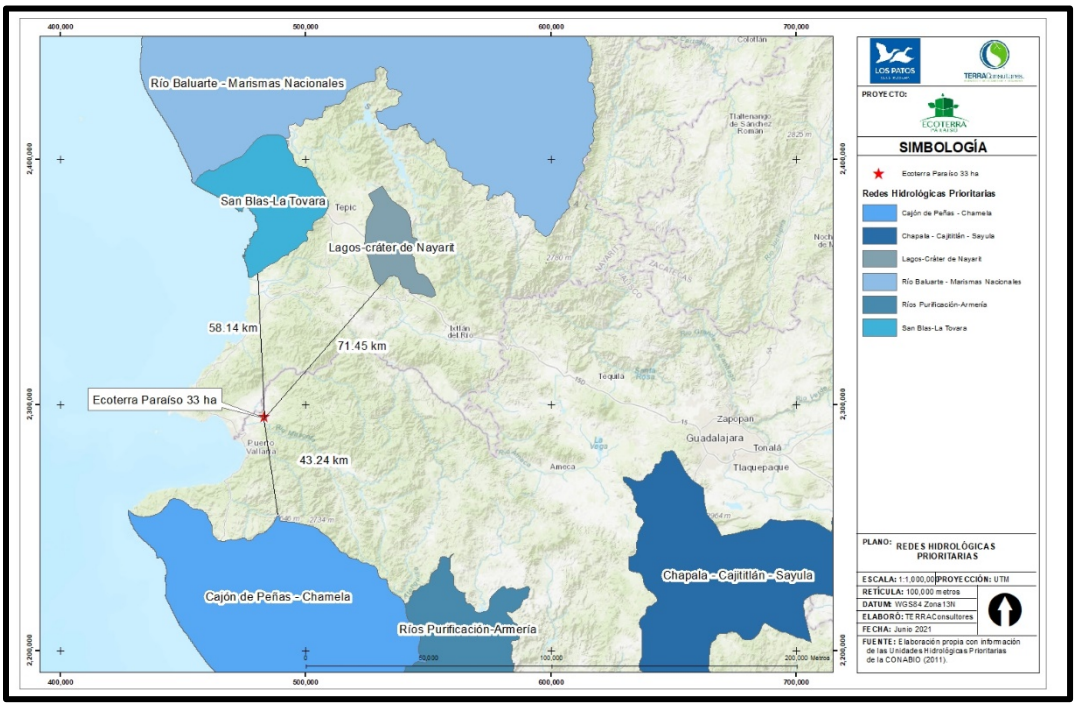



*Figura III.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias aledañas al proyecto.*

En la figura III.12, se observa que el proyecto no se encuentra dentro de alguna RHP, sin embargo las RHP cercanas al proyecto son, Cajón *de Peñas- Chamela que se* encuentra aproximadamente a 43.24

km al suroeste del proyecto, *San Blas- La Tovara* con una proximidad de 58.14 km al Noroeste del proyecto y al noreste del proyecto se encuentra *Lagos-Cráter de Nayarit* a una distancia aproximada de 71.45 Km.

## Fuentes consultadas


- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2015). Sitios Ramsar. https://www.gob.mx/conanp/articulos/dia-mundial-de-los-humedales-233630.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2015). Áreas de Importancias para la Conservación de Aves. http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). Regiones Terrestres Prioritarias. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const]. Art. 4, 25,26,27, 73 y 115. 05 de febrero de 1917 (México).
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2006). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. http://sigat.semadet.jalisco.gob.mx/ordenamiento/POET.html.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (1016). Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033. https://seplan.app.jalisco.gob.mx/biblioteca/archivo/verDocumento/1049.
- Gobierno municipal de Puerto Vallarta. (2018). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2018-2021. https://www.puertovallarta.gob.mx/20182021/transparencia/art8/art8/4/a/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20y%20Gobernanza%202018-2021.pdf.
- Gobierno municipal de Puerto Vallarta. (2012). Plan Parcial de Desarrollo Urbano Arroyo El Quelitán https://www.puertovallarta.gob.mx/comunicacion/gaceta/Gaceta%20Municipal%20-%20A3%20-%20No05%20-%20Ordinaria.pdf.
- Ley de Aguas Nacionales. 1º de diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 06-01-2020.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 7 de junio de 2013. Nueva Ley DOF 07-06-2013.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. 28 de enero de 1988. Última Reforma DOF 18-01-2021.
- Ley General de Cambio Climático. 6 de junio de 2012. Última Reforma DOF 06-11-2020.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 5 de junio de 2018. Última Reforma DOF 10-05-2016.

- Ley General de Vida Silvestre. 3 de julio de 2000. Última Reforma DOF 19-01-2018.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 8 octubre 2003. Última Reforma DOF 18-01-2021.
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. 8 de noviembre de 2016. Última Reforma DOF 01-12-2020.
- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco. 11 de julio de 1993.
- NOM-001-SEMARNAT-1996. (2003). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-001-SEMARNAT-1996, Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de aguas residuales y bienes nacionales.
- NOM-002-ECOL-1996. (1998). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-003-ECOL-1997. (1998). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-003-ECOL-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- NOM-041-SEMARNAT-2006. (2007). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. (2006). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM- -059-SEMARNAT-2010. (2010). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. 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.
- NOM-007-CONAGUA-1997. (1999). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-007-CONAGUA-1997, Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.
- NOM-001-STPS-2008. (2008). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-001-STPS-2008, Explica las condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.

- NOM-004-STPS-1999. (1999). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-004-STPS-1999, La cual explica los sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998. (1999). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-005-STPS-1998, Esta externad todo lo relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2000. (2001). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad.
- NOM-011-STPS-2001. (2002). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-011-STPS-2001, Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-017-STPS-2008. (2008). Norma Oficial Mexicana Diario Oficial. NOM-017-STPS-2008, En la cual señala el Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 06 junio 2016.
- Reglamento de la Ley General de Aguas Nacionales. 12 de enero de 1994. Última Reforma DOF 25-08-2014.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 30 de mayo de 2000. Última Reforma DOF 31-10-2014.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 09 diciembre de 2020.
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 30 de noviembre de 2006. Última Reforma 30 de noviembre de 2006.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30 de noviembre 2006. Última Reforma DOF 31-10-2014.
- Reglamento de la Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco. 25 de noviembre de 2015.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Unidades de manejo para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/las-uma-sitios-dedicados-a-la-conservacion-de-la-vida-silvestre.

## CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ..... 6
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto ..... 6
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) ..... 9
IV.2.1. Caracterización y análisis del retrospectivo de la calidad ambiental del SA ..... 9
IV.2.1.1.Medio abiótico ..... 9
IV.2.2.2. Medio biótico ..... 67
IV.2.2.3. Medio socioeconómico ..... 126
IV.2.2.4. Paisaje ..... 144
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto ..... 151
IV.4. Diagnóstico ambiental ..... 210

*Tabla IV.1Valores de precipitación generales de la estación 14081 "La Desembocada".* ..... *13*
*Tabla IV.2 Valores de precipitación por década en la estación 14081 "La Desembocada".* ..... *15*
*Tabla IV.3 Valores mensuales normales de temperatura máxima estación 14081 "La Desembocada".* ..... *17*
*Tabla IV.4 Valores mensuales normales de temperatura mínima de la estación 14081 "La Desembocada".* ..... *18*
*Tabla IV.5 Ubicación de estaciones meteorológicas en la región de Bahía de Banderas.* ..... *21*
*Tabla IV.6 Promedio mensual de la magnitud (m/s) de la velocidad del viento por estación.* ..... *23*
*Tabla IV.7 Resumen de Huracán Kenna (2002).* ..... *26*
*Tabla IV.8 Valores mensuales normales de días con tormenta de la estación 14081 "La Desembocada".* ..... *28*
*Tabla IV.9 Valores mensuales normales de días con niebla de la estación 14081 "La Desembocada"* ..... *31*
*Tabla IV.10 Tipo de unidades topográficas con base en rangos de pendientes.* ..... *36*
*Tabla IV.11 Distribución de los rangos de pendientes registrados para el Sistema Ambiental.* ..... *37*
*Tabla IV.12 Distribución de los rangos de pendientes registrados para el área del proyecto.* ..... *40*
*Tabla IV.13 Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.* ..... *47*
*Tabla IV.14 Distribución de aprovechamientos en el acuífero 1427 Puerto Vallarta.* ..... *61*
*Tabla IV.15 Datos hidrométricos de estaciones dentro del acuífero 1427 Puerto Vallarta.* ..... *63*
*Tabla IV.16 Valores de ecuación del balance para el acuífero 1427 Puerto Vallarta.* ..... *65*
*Tabla IV.17. Comunidades vegetales del SA, AP y CUSTF.* ..... *69*
*Tabla IV.18. Sitios muestreados e intensidad de muestreo* ..... *73*
*Tabla IV.19. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora* ..... *73*
*Tabla IV.20. Composición florística del SA (estrato arbóreo)* ..... *77*
*Tabla IV.21. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbóreo)* ..... *77*
*Tabla IV.22. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbóreo)* ..... *79*
*Tabla IV.23. Composición florística del SA (estrato arbustivo)* ..... *80*
*Tabla IV.24. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbustivo)* ..... *81*
*Tabla IV.25. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)* ..... *82*
*Tabla IV.26. Composición florística del SA (estrato herbáceo)* ..... *83*
*Tabla IV.27. Riqueza y abundancia por familia (estrato herbáceo)* ..... *83*

*Tabla IV.28. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato herbáceo)* ..... 85
*Tabla IV.29. Composición florística del AP (estrato arbóreo)* ..... 86
*Tabla IV.30. Riqueza y abundancia (estrato arbóreo)* ..... 86
*Tabla IV.31. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbóreo)* ..... 88
*Tabla IV.32. Composición florística del AP (estrato arbustivo)* ..... 89
*Tabla IV.33. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbustivo)* ..... 90
*Tabla IV.34. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)* ..... 91
*Tabla IV.35. Composición florística AP (estrato herbáceo)* ..... 92
*Tabla IV.36. Riqueza y abundancia por familia (estrato herbáceo)* ..... 92
*Tabla IV.37. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato herbáceo)* ..... 94
*Tabla IV.38. Sinopsis de la diversidad en el sistema ambiental* ..... 95
*Tabla IV.39. Sinopsis de la diversidad de la selva baja caducifolia en el área del proyecto* ..... 96
*Tabla IV.40. Algunos usos que se dan a nivel local a las especies vegetales de la región* ..... 97
*Tabla IV.41. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre* ..... 100
*Tabla IV.42. Especies de aves registradas en el SA* ..... 105
*Tabla IV.43. Cálculo del índice de Diversidad de las especies de aves* ..... 109
*Tabla IV.44. Equitatividad entre la abundancia de las especies de aves* ..... 110
*Tabla IV.45. Registro de mamíferos en el sistema ambiental* ..... 113
*Tabla IV.46. Cálculo del índice de diversidad de las especies de mamíferos* ..... 116
*Tabla IV.47. Índice de equitatividad entre los mamíferos* ..... 116
*Tabla IV.48. Reptiles registrados en el SA* ..... 118
*Tabla IV.49. Diversidad de reptiles en el SA* ..... 120
*Tabla IV.50. Equitatividad entre los reptiles* ..... 120
*Tabla IV.51. Anfibios registrados en el SA* ..... 121
*Tabla IV.52. Diversidad de anfibios en el SA* ..... 123
*Tabla IV.53. Equitatividad entre los anfibios registrados en el SA* ..... 123
*Tabla IV.54. Resultados de los registros de fauna en el SA y área del proyecto* ..... 124
*Tabla IV.55. Abundancia por grupo faunístico* ..... 124
*Tabla IV.56. Relación de los registros de fauna silvestre en la NOM- 059- SEMARNAT- 2010* ..... 125
*Tabla IV.57. Número de habitantes hablantes de las lenguas más habladas en Jalisco.* ..... 135
*Tabla IV.58. Localidades con mayor densidad poblacional en el Municipio de Puerto Vallarta. FUENTE: IIEG, educación en Puerto Vallarta Diagnóstico Municipal diciembre 2021* ..... 136
*Tabla IV.59. Población en Puerto Vallarta por condiciones de derechohabiencia a servicios de salud, 2015. FUENTE: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.Tabulados Jalisco. Servicios de salud, México. 2015.* ..... 138
*Tabla IV.60. Factores para evaluar la calidad paisajística del Sistema Ambiental.* ..... 147
*Tabla IV.61. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje del Sistema Ambiental.* ..... 149
*Tabla IV.62. Variables del área de CUSTF para el cálculo de Infiltración* ..... 155
*Tabla IV.63. Clasificación de la cobertura vegetal en el área de CUSTF* ..... 159
*Tabla IV.64. Valor de K asignado a la condición actual* ..... 160
*Tabla IV.65. Valor de K asignado a la condición de proyecto y sin medidas* ..... 160
*Tabla IV.66. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF* ..... 162
*Tabla IV.67. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF con proyecto y sin medidas de mitigación* ..... 162
*Tabla IV.68. Carbono almacenado (t CO2e/hectárea)* ..... 169
*Tabla IV.69. Toneladas de CO2 que dejará de ser almacenado anualmente en los terrenos sujetos a CUSTF* ..... 169
*Tabla IV.70. Valores para el Factor "C" (Gerencia de Suelos CONAFOR-SEMARNAT 2010).* ..... 202
*Tabla IV.71. Valores para el factor de P* ..... 203
*Tabla IV.72. Estimación de Erosión Potencial (R*K*LS) en el área de CUSTF* ..... 204
*Tabla IV.73. Estimación de Erosión de Actual (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF* ..... 205
*Tabla IV.74. Clasificación de la FAO sobre grados de erosión* ..... 206

*Tabla IV.75. Estimación de Erosión con el Proyecto y sin medidas de mitigación Ecuación Aua= (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF ..... 207*
*Tabla IV.76. Erosión del proyecto ..... 207*
*Tabla IV.77. Barrera de material vegetal muerto en curvas a nivel. ..... 208*
*Tabla IV.78. Obras para el suelo retenido. ..... 209*
*Tabla IV.79. Vegetación de tipo de uso de suelo SA. ..... 216*
*Tabla IV.80. Diversidad vegetal del SA. ..... 216*
*Tabla IV.81. Diversidad vegetal del área del proyecto. ..... 216*

*Figura IV.1 Ubicación regional del proyecto "Ecoterra Paraíso 33 ha" ..... 6*
*Figura IV.2 Elementos de delimitación del Sistema Ambiental del proyecto. ..... 7*
*Figura IV.3 Ubicación del Sistema Ambiental y/o CHF ..... 8*
*Figura IV.4 Clima presente en el Sistema Ambiental. ..... 9*
*Figura IV.5 Mapa de efectos climáticos mayo-octubre. ..... 10*
*Figura IV.6 Mapa de efectos climáticos noviembre-abril. ..... 11*
*Figura IV.7 Estación climatológica cercana al Sistema Ambiental. ..... 12*
*Figura IV.8 Datos mensuales de precipitación de la estación 14081 "La Desembocada" ..... 13*
*Figura IV.9 Valores porcentuales de humedad relativa. ..... 16*
*Figura IV.10 Valores mensuales normales de temperatura máxima de la estación 14081 "La Desembocada". ..... 17*
*Figura IV.11 Valores mensuales normales de temperatura mínima de la estación 14081 "La Desembocada". ..... 19*
*Figura IV.12 Promedio diario de lluvia y temperatura media por mes de la estación 14081 "La Desembocada" ..... 20*
*Figura IV.13 Temperaturas mínima, media y máxima por estación del año, estación 14081 "La Desembocada". ..... 20*
*Figura IV.14 Ubicación de estaciones meteorológicas en la región de Bahía de Banderas. ..... 22*
*Figura IV.15 Rosa de viento anual de la estación CUC. ..... 24*
*Figura IV.16 Peinetas del comportamiento de viento – temperatura de la estación CUC. ..... 24*
*Figura IV.17 Campo de viento de la región Bahía de Banderas. ..... 25*
*Figura IV.18 Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015. ..... 26*
*Figura IV.19 Índice de días con heladas. ..... 27*
*Figura IV.20 Número de días con heladas. ..... 27*
*Figura IV.21 Índice de peligro por tormentas eléctricas por municipio. ..... 29*
*Figura IV.22 Índice de peligro por tormentas de granizo por municipio. ..... 30*
*Figura IV.23 Grado de peligro por sequía. ..... 32*
*Figura IV.24 Fisiografía del Sistema Ambiental. ..... 33*
*Figura IV.25 Topografía del Sistema Ambiental. ..... 34*
*Figura IV.26 Modelo Digital de Elevación del Sistema Ambiental. ..... 35*
*Figura IV.27 Modelo Digital de Pendientes del Sistema Ambiental. ..... 37*
*Figura IV.28 Topografía del área del proyecto. ..... 38*
*Figura IV.29 Modelo Digital de Elevación del área del proyecto. ..... 39*
*Figura IV.30 Modelo Digital de Pendientes del área del proyecto. ..... 40*
*Figura IV.31 Geología del Sistema Ambiental ..... 41*
*Figura IV.32 Geología del área del proyecto ..... 42*
*Figura IV.33 Regiones Sísmicas de México. ..... 44*
*Figura IV.34 Regiones Potenciales de Deslizamiento. ..... 45*
*Figura IV.35 Mapa de susceptibilidad por Inestabilidad de laderas. ..... 46*
*Figura IV.36 Edafología Sistema Ambiental. ..... 48*
*Figura IV.37 Edafología del área del proyecto. ..... 50*
*Figura IV.38 Región hidrológica, cuenca y subcuenca a la que pertenece el Sistema Ambiental. ..... 51*
*Figura IV.39 Hidrología superficial del Sistema Ambiental. ..... 53*
*Figura IV.40 Hidrología superficial del área del proyecto. ..... 55*

*Figura IV.41 Hidrología subterránea aplicable al Sistema Ambiental.* ..... 57
*Figura IV.42 Carta de aguas subterráneas, acercamiento al Sistema Ambiental.* ..... 57
*Figura IV.43 Acuíferos.* ..... 58
*Figura IV.44. Vegetación registrada en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI, serie VI* ..... 68
*Figura IV.45. Tipos de vegetación registrada en el SA y AP* ..... 69
*Figura IV.46. Esquemas generales de muestreo de flora* ..... 70
*Figura IV.47. Medición de altura con apoyo de un clinómetro Sunnto y medición de diámetro* ..... 71
*Figura IV.48. Delimitación de sitios de muestreo de flora* ..... 71
*Figura IV.49. Obtención de información de los sitios de muestreo de flora silvestre* ..... 72
*Figura IV.50. Ubicación de los sitios de muestreo de la flora.* ..... 74
*Figura IV.51. Vegetación secundaria de SMSC en el área del proyecto.* ..... 76
*Figura IV.52. Riqueza por familia (estrato arbóreo)* ..... 78
*Figura IV.53. Abundancia por familia (estrato arbóreo)* ..... 78
*Figura IV.54. Valor de importancia (estrato arbóreo)* ..... 80
*Figura IV.55. Riqueza por familia (estrato arbustivo)* ..... 81
*Figura IV.56. Abundancia por familia (estrato arbustivo)* ..... 82
*Figura IV.57. Valor de Importancia (estrato arbustivo)* ..... 83
*Figura IV.58. Riqueza por familia (estrato herbáceo)* ..... 84
*Figura IV.59. Abundancia por familia (estrato herbáceo)* ..... 84
*Figura IV.60. Valor de Importancia (estrato herbáceo)* ..... 85
*Figura IV.61. Riqueza por familia (estrato arbóreo)* ..... 87
*Figura IV.62. Abundancia por familia (estrato arbóreo)* ..... 87
*Figura IV.63. Valor de Importancia (estrato arbóreo)* ..... 89
*Figura IV.64. Riqueza por familia (estrato arbustivo)* ..... 90
*Figura IV.65. Abundancia por familia (estrato arbustivo)* ..... 91
*Figura IV.66. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)* ..... 92
*Figura IV.67. Riqueza por familia (estrato herbáceo)* ..... 93
*Figura IV.68. Abundancia por familia (estrato herbáceo)* ..... 93
*Figura IV.69. Valor de Importancia (estrato herbáceo)* ..... 94
*Figura IV.70. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre* ..... 100
*Figura IV.71. Colocación de redes de niebla y captura de aves* ..... 103
*Figura IV.72. Recorridos de observación directa de aves, nidos y tomas fotográficas* ..... 104
*Figura IV.73. Riqueza de aves por familia* ..... 106
*Figura IV.74. Abundancia de aves por familia* ..... 107
*Figura IV.75. Abundancia de aves por especie.* ..... 108
*Figura IV.76. Ilustra la colocación de redes de niebla para captura de quirópteros* ..... 110
*Figura IV.77. Preparación e instalación de cebos para trampas tomahawk.* ..... 111
*Figura IV.78. Instalación de trampas Sherman en sitios de muestreo* ..... 111
*Figura IV.79. Fototrampa colocada en el área de estudio* ..... 112
*Figura IV.80. Huellas y otros registros en el área de estudio* ..... 112
*Figura IV.81. Durante los recorridos de observación de mamíferos* ..... 113
*Figura IV.82. Riqueza de mamíferos por familia en el SA.* ..... 114
*Figura IV.83. Abundancia de la mastofauna por familia en el SA.* ..... 115
*Figura IV.84. Abundancia de mamíferos por especie en el SA.* ..... 115
*Figura IV.85. Recorridos para la observación de anfibios y reptiles* ..... 117
*Figura IV.86. Riqueza de reptiles por familia en el SA* ..... 118
*Figura IV.87. Abundancia de reptiles en el SA por familia.* ..... 119
*Figura IV.88. Abundancia de reptiles por especie en el SA* ..... 119
*Figura IV.89. Riqueza de anfibios por familia* ..... 121

*Figura IV.90. Abundancia de anfibios por familia* ..... 122
*Figura IV.91. Abundancia por especie de anfibios* ..... 122
*Figura IV.92. Abundancia por grupo faunístico* ..... 125
*Figura IV.93. Pirámide poblacional Jalisco. Elaborado por IIEG, censos y conteos de población y vivienda; CONAPO, proyecciones de Población 2010-2030.* ..... 126
*Figura IV.94. Censos de Población y Vivienda. Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 1900-2020.* ..... 127
*Figura IV.95. Ocupación de las viviendas en Jalisco, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.* ..... 128
*Figura IV.96. Grado de escolaridad de la población de más de 15 años por población federativa. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020. Elaborado por cuéntame.inegi.org.mx.* ..... 129
*Figura IV.97. Porcentaje de población por grupos de edad que es analfabeta, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020. Elaborado por cuéntame.inegi.org.mx.* ..... 130
*Figura IV.98. PIB, por actividad en Jalisco. Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales, 2016.* ..... 130
*Figura IV.99. Gráfica de principales actividades principales en Jalisco. Fuente: ITAEE, 2020.* ..... 131
*Figura IV.100. Distribución de opciones de atención de salud por género y cantidad de atendidos en 2015. Fuente: Censo de Población y Vivienda (2020). Elaborado por: datamexicobeta.com* ..... 132
*Figura IV.101. Principales causas de migración en Jalisco. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020.* ..... 134
*Figura IV.102. Pirámide de la población por edad y sexo en el municipio de Jalisco. Fuente: INEGI (2015). Encuesta Intercensal 2015.* ..... 136
*Figura IV.103. Indicadores de pobreza y vulnerabilidad en Puerto Vallarta. Fuente: SEDESOL, 2010.* ..... 139
*Figura IV.104. Procesos migratorios en Puerto Vallarta. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.* ..... 140
*Figura IV.105. Grado de intensidad migratoria a Estados Unidos. FUENTE: IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco con base en estimaciones del CONAPO, 2010.* ..... 141
*Figura IV.106. Fotografías del paisaje.* ..... 144
*Figura IV.107. Visibilidad del paisaje.* ..... 146
*Figura IV.108. Calidad paisajística del Sistema Ambiental.* ..... 148
*Figura IV.109. Fragilidad del paisaje del Sistema Ambiental.* ..... 149
*Figura IV.110. Estación meteorológica cercana al área de CUSTF* ..... 156
*Figura IV.116. Peligro por presencia de Tornados en el área sujeta a CUSTF* ..... 177
*Figura IV.117. Grado de peligro por tormenta eléctrica* ..... 178
*Figura IV.118. Grado de peligro por granizo* ..... 179
*Figura IV.119. Grado de peligro por heladas* ..... 180
*Figura IV.120. Grado de peligro por inundaciones.* ..... 182
*Figura IV.121. Grado de peligro de que se presente un sismo en el CUSTF.* ..... 183
*Figura IV.122. Grado de peligro tsunamis* ..... 186
*Figura IV.123. Grado de peligro por volcanes.* ..... 186
*Figura IV.124. Grado de peligro por deslizamiento en laderas.* ..... 188
*Figura IV.125. Climograma en el área sujeta a CUSTF* ..... 189
*Figura IV.126. Mapa de Erosividad de la República Mexicana.* ..... 194
*Figura IV.127. Ubicación del área de CUSTF en regiones de erosividad* ..... 196
*Figura IV.128. Mapa de distribución de unidad es edafológicas en el área de CUSTF* ..... 198
*Figura IV.129. Grado de pendiente en el área sujeta a CUSTF* ..... 200

# 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

El proyecto se ubica al norte de la localidad "El Cantón Dos", al sur de la localidad "Los Ángeles" y al costado oeste de la localidad "Colinas del Valle", todas de tipo rural con menos de 250 habitantes, en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco; específicamente en las coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*) X: 483,136.205162, Y: 2,295,165.69651. Comprende una superficie de 32.2872 hectáreas. Ver figura IV.1

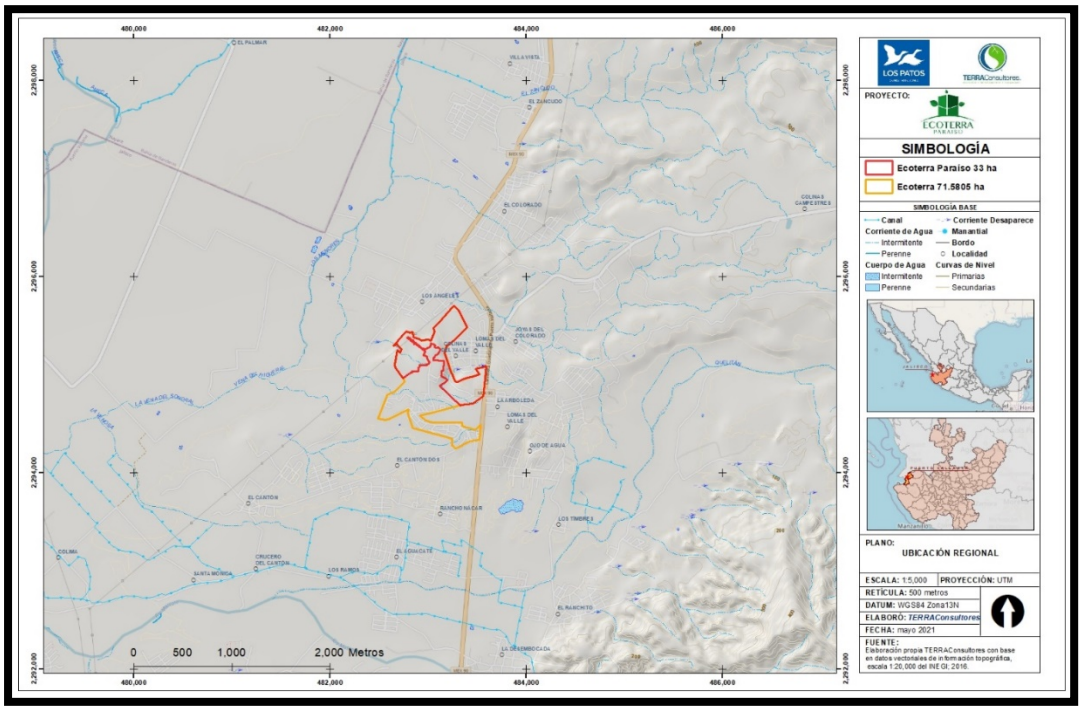



*Figura IV.1 Ubicación regional del proyecto "Ecoterra Paraíso 33 ha".*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos, escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

El Sistema Ambiental (SA) es el espacio geográfico en el que se manifiestan los impactos ambientales significativos resultantes de la interacción de obras y actividades pretendidas durante el desarrollo y operación del proyecto, sobre los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico.

En este sentido, el SA puede ser planteado en función a diferentes unidades de análisis como: cuencas hidrográficas, provincias hidrogeológicas, sistemas de acuíferos, unidades ambientales costeras, unidades de paisaje, entre otras (ANLA, 2018). Aunado a esto, la Ley General de Desarrollo Forestal

Sustentable y su Reglamento consideran que la delimitación, en la mayoría de los casos, debería ser mediante una cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológica; dado que estás son reconocidas como unidades básicas de planeación y manejo de recursos naturales.

Conforme a todo lo anterior, para el presente proyecto se delimitó un Sistema Ambiental (SA) o Cuenca Hidrológico Forestal (CHF) de manera manual, esto fue realizado con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el que se cargaron las siguientes capas de información en formato ráster y vectorial (ver figura IV.2):

- Curvas de nivel a cada 10 metros (INEGI, 2016).
- Red de drenaje (INEGI, 2010).
- Modelo Digital de Relieve proveniente de las curvas de nivel del INEGI.
- Imágenes satelitales.
- Trabajo de campo.

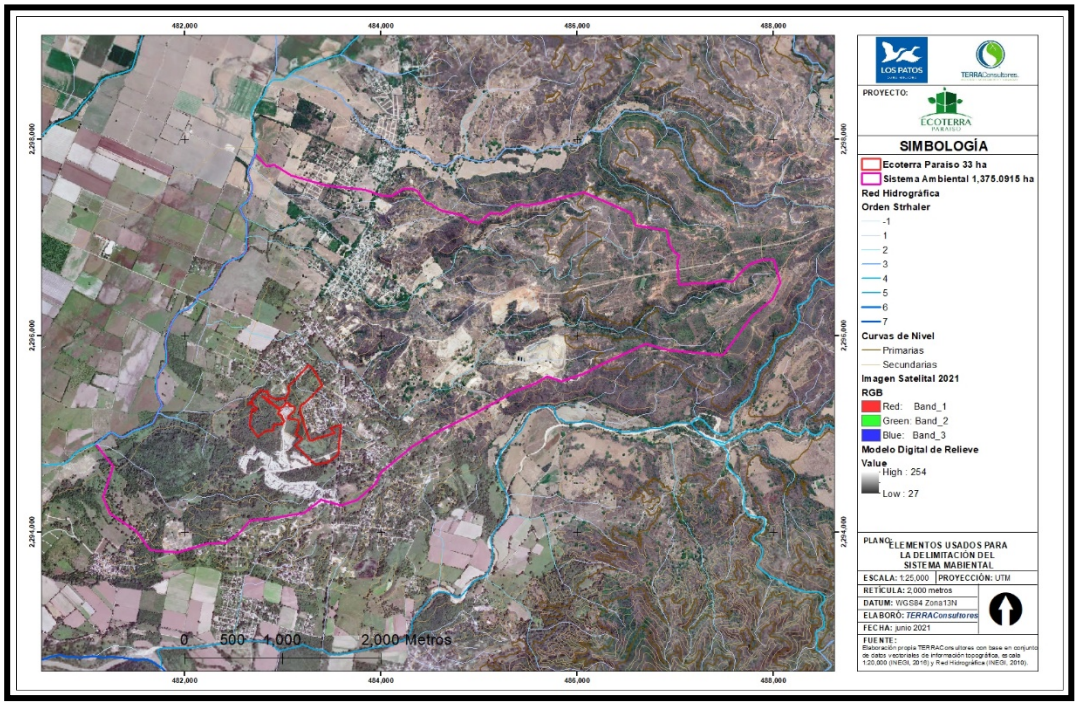



*Figura IV.2 Elementos de delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos, escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

El proceso consistió en la delimitación de la cuenca a través del parteaguas, identificando en un primer momento la red de drenaje principal, para posteriormente cortar perpendicularmente las curvas de nivel pasando por los puntos de mayor nivel topográfico, auxiliados con el modelo de relieve y la imagen satelital; esta última fue obtenida del programa gratuito *SAS.Planet* diseñado para descargar imágenes de satélite de alta resolución.

Como resultado de este proceso se obtuvo un Sistema Ambiental y/o Cuenca Hidrológico Forestal con una superficie de 1,375.0915 ha, ver figura IV.3.

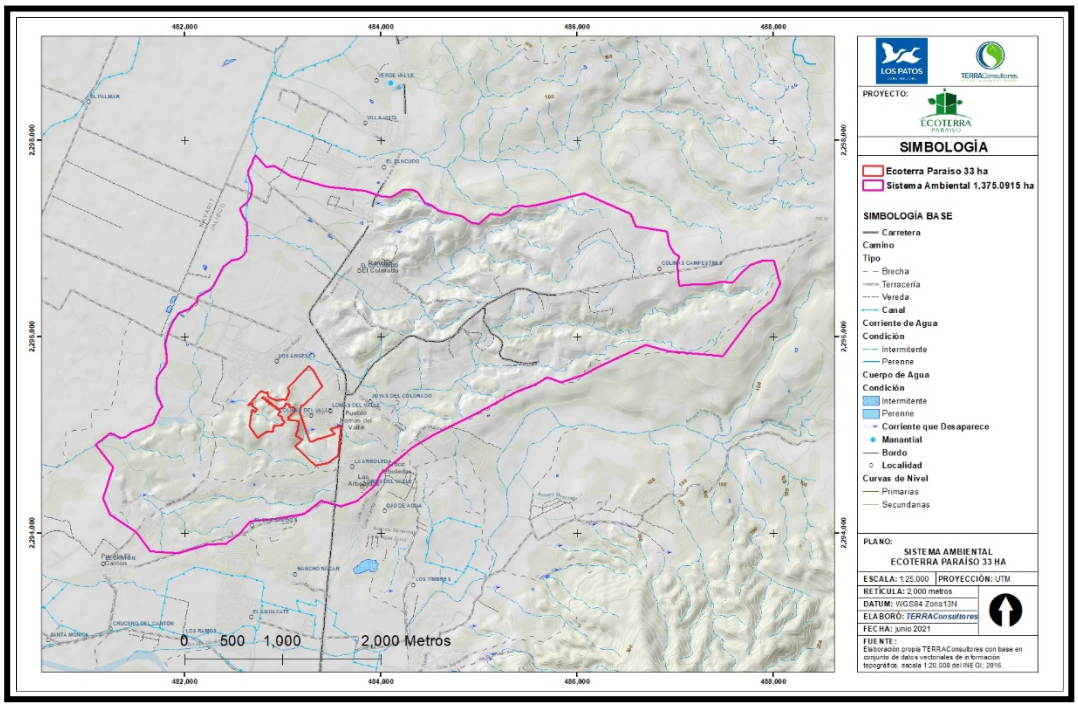



*Figura IV.3 Ubicación del Sistema Ambiental y/o CHF*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos, escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Los planos mencionados con anterioridad, referente al SA y/o CHF se pueden visualizar de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.1. MAPAS DE DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**.

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

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

#### IV.2.1.1. Medio abiótico

##### *IV.2.1.1.1 Clima*

Con base en el sistema de clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (1973), publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), el proyecto se ubica en el tipo de clima *Aw1*. Este se define como cálido subhúmedo, con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm anuales, se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor a 24°C, alcanzando hasta los 32°C en el mes más caliente y 18°C en el más frío (figura IV.4).

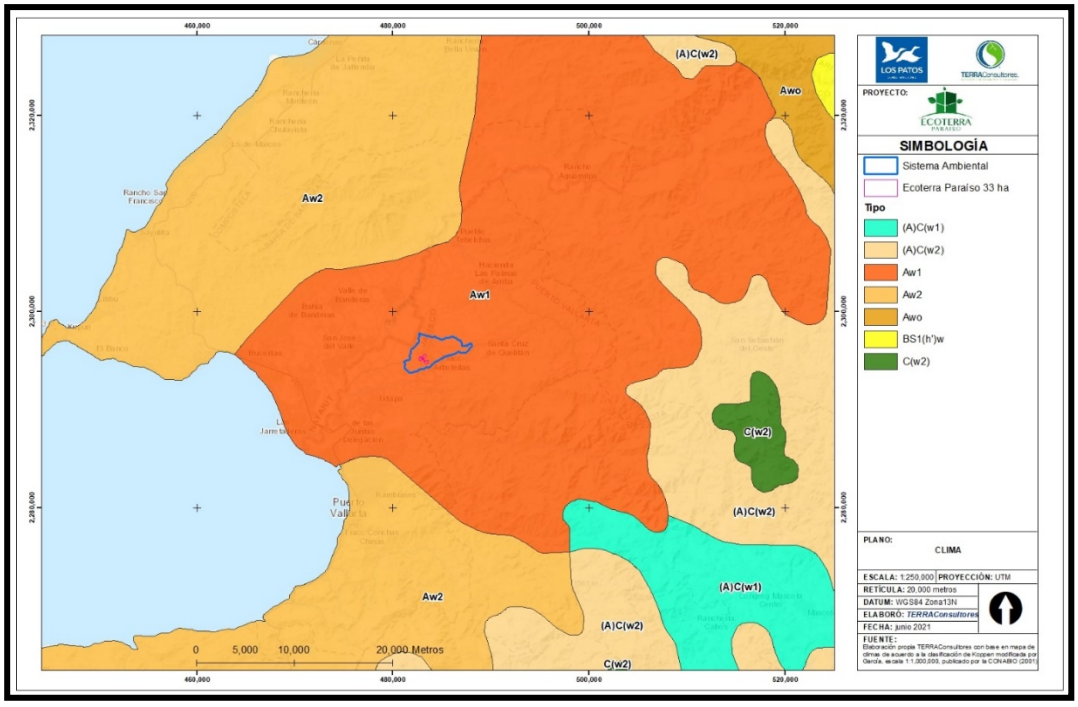



*Figura IV.1 Clima presente en el Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en mapa de climas de acuerdo a la clasificación de Köppen y modificada por García, escala 1:1'000,000 (CONABIO, 2001).*

En la región se presentan dos estaciones bien diferenciadas, (1) la época húmeda que comprende los meses de mayo a octubre y (2) la época de secas que es de noviembre a abril. En la primera, la distribución de la precipitación es similar a la precipitación total anual, en donde se llegan a presentar en una máxima lluvias que oscilan entre 370 mm y 480 mm en agosto y septiembre. Por su parte, en la época de secas la mayor parte de la zona presenta valores menores a los 100 mm (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

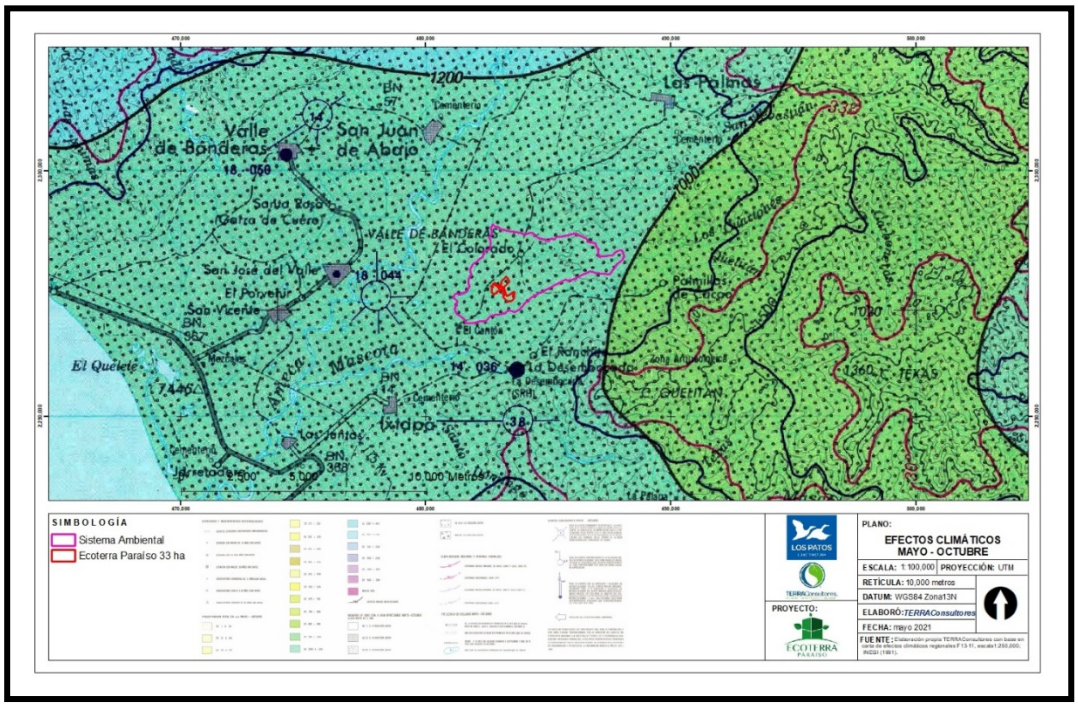



*Figura IV.2 Mapa de efectos climáticos mayo-octubre.*

*Fuente. Elaboración propia con base en carta de efectos climáticos regionales F13-11, escala 1:250,000 (INEGI, 1991).*

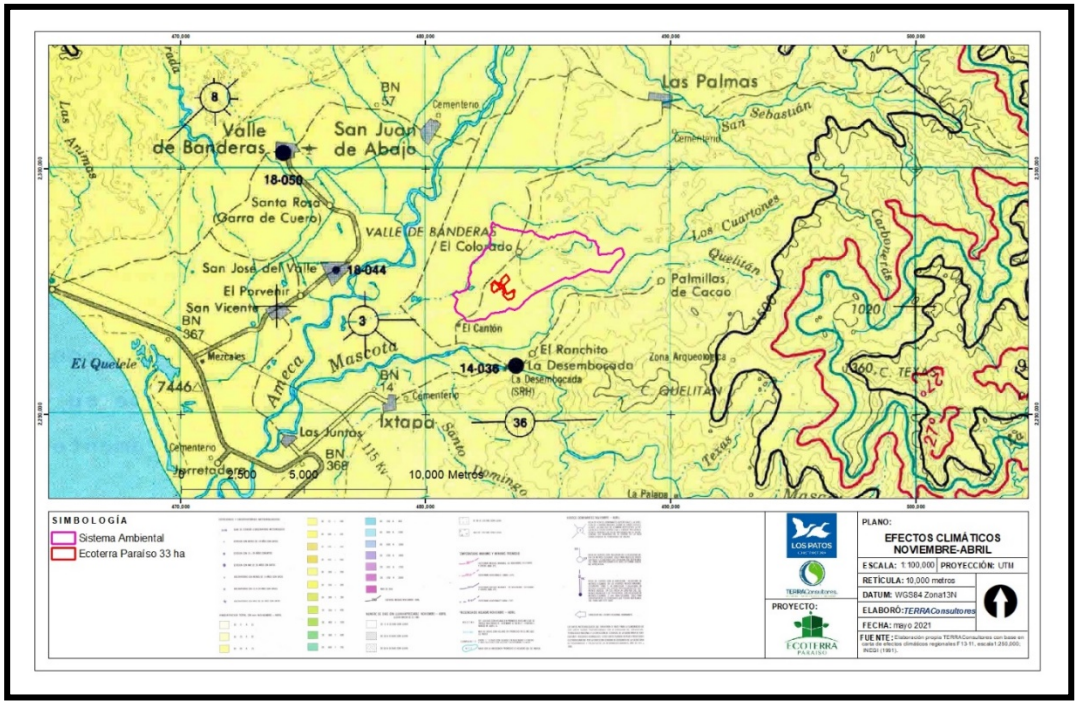



*Figura IV.3 Mapa de efectos climáticos noviembre-abril.*

*Fuente. Elaboración propia con base en carta de efectos climáticos regionales F13-11, escala 1:250,000 (INEGI, 1991).*

A continuación, se detallan los elementos climáticos presentes en el área de estudio con base en información de la estación climatológica 14081 denominada "La Desembocada", operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La estación se encuentra en las coordenadas 20.7786° latitud, -105.2067° longitud, con una altitud de 19 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.); se ubica aproximadamente a 5 km al suroeste del proyecto y los datos disponibles abarcan del periodo del 01 de junio de 1949 al 30 de abril de 2019.

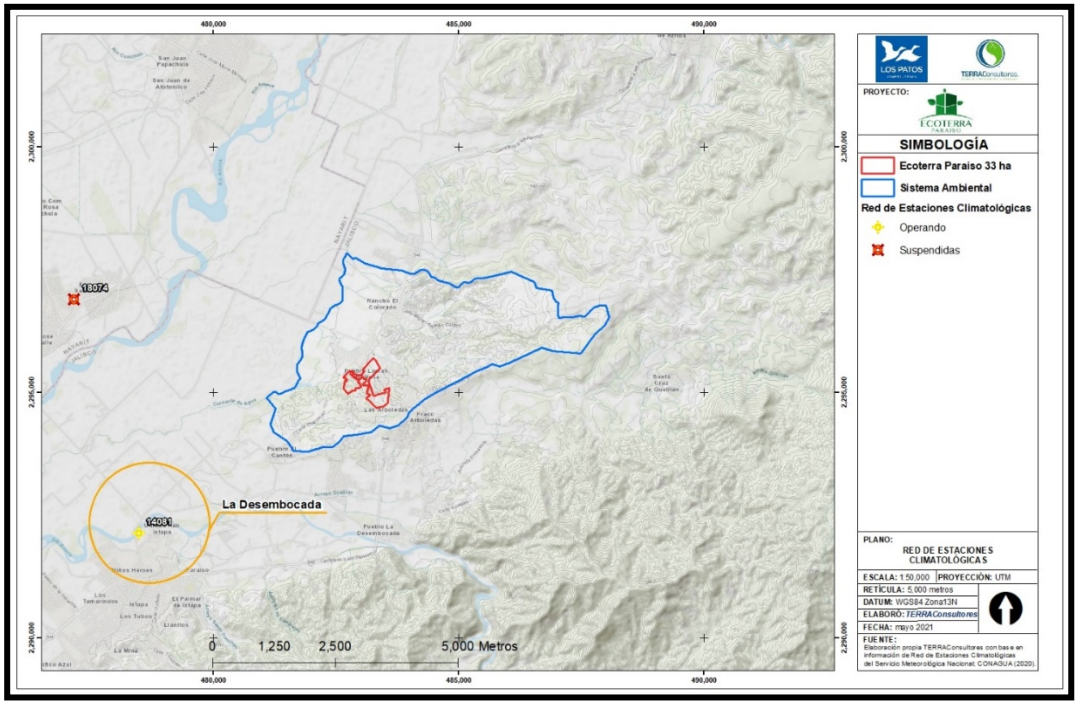



*Figura IV.4 Estación climatológica cercana al Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en información de la Red de Estaciones Climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

## Precipitación

La precipitación promedio anual acumulada es de 1,039.4 mm con un máximo en el mes de agosto con 280.5 mm y un mínimo en mayo con 52.4 mm (ver tabla IV.1 y figura IV.8), la época del año en la que se registra una mayor precipitación promedio es en verano, seguida del otoño. En cuanto a la precipitación promedio por década, a lo largo de los años ha tenido variaciones, en la década de 1940 el promedio fue de 3.1 mm; mientras que de 1960 a 1990 se mantuvo en 2.9 mm, hasta tener un incremento a 3.4 mm en la década de los 2000; en la década de 2010 la precipitación fue de 3.2 mm (ver tabla IV.2).

| Lluvia (mm) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mes | Mín | Prom. | Máx. | Desv. Est. |
| Enero | 0.0 | 0.7 | 81.7 | 4.7 |
| Febrero | 0.0 | 0.4 | 19.0 | 3.5 |
| Marzo | 0.0 | 0.2 | 116.0 | 3.3 |
| Abril | 0.0 | 0.1 | 111.6 | 2.8 |
| Mayo | 0.0 | 0.1 | 52.4 | 1.7 |
| Junio | 0.0 | 5.3 | 124.0 | 13.5 |
| Julio | 0.0 | 7.9 | 161.5 | 16.9 |
| Agosto | 0.0 | 8.6 | 280.5 | 17.8 |
| Septiembre | 0.0 | 8.6 | 171.0 | 17.8 |
| Octubre | 0.0 | 2.8 | 114.5 | 9.9 |
| Noviembre | 0.0 | 0.7 | 100.0 | 5.0 |
| Diciembre | 0.0 | 0.6 | 76.5 | 3.9 |
| Total general | 0.0 | 3.0 | 280.5 | 10.9 |

*Tabla IV.1Valores de precipitación generales de la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

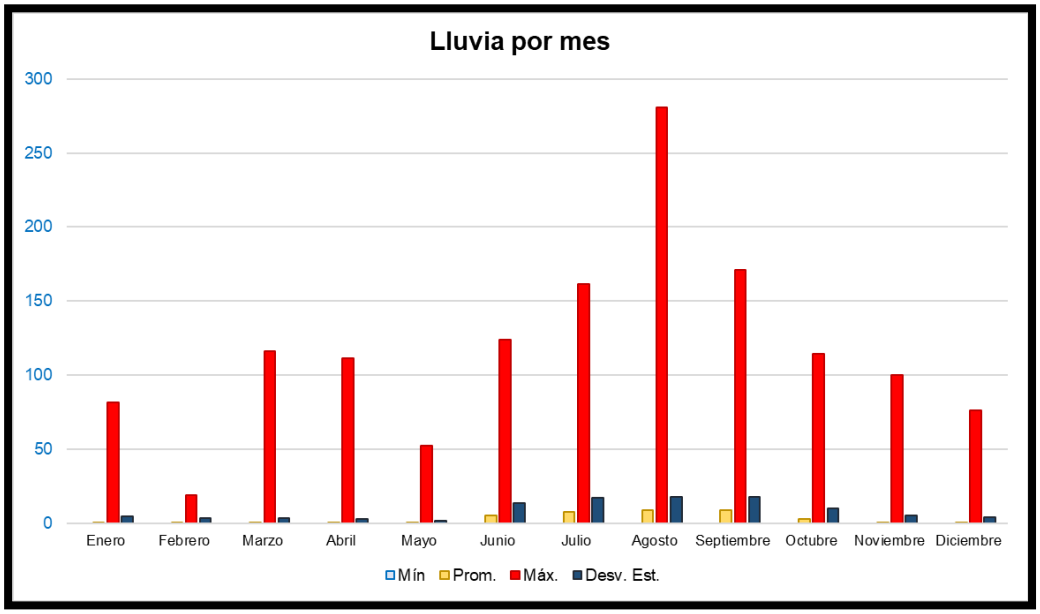



*Figura IV.5 Datos mensuales de precipitación de la estación 14081 "La Desembocada"*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

| Lluvia (mm) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Década | Año | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. | Década | Año | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. |
| 1940 | 1949 | 0.0 | 4.1 | 80.0 | 12.4 | | | | | | |
| | 1950 | 0.0 | 2.5 | 76.1 | 8.6 | | | | | | |
| Total 1940 | | 0.0 | 3.1 | 80.0 | 10.2 | | | | | | |
| | 1951 | 0.0 | 4.1 | 134.5 | 17.1 | | 1981 | 0.0 | 2.5 | 63.5 | 7.8 |
| | 1952 | 0.0 | 3.0 | 69.4 | 9.8 | | 1982 | 0.0 | 2.5 | 73.0 | 8.8 |
| | 1953 | 0.0 | 2.6 | 77.7 | 8.8 | | 1983 | 0.0 | 2.8 | 70.0 | 9.0 |
| | 1954 | 0.0 | 4.0 | 123.2 | 13.9 | | 1984 | 0.0 | 3.2 | 71.5 | 10.2 |
| | 1955 | 0.0 | 1.9 | 74.0 | 8.7 | | 1985 | 0.0 | 3.9 | 161.5 | 15.1 |
| | 1956 | 0.0 | 3.1 | 104.5 | 10.7 | | 1986 | 0.0 | 1.4 | 44.0 | 4.9 |
| | 1957 | 0.0 | 2.4 | 80.0 | 9.2 | | 1987 | 0.0 | 2.3 | 63.0 | 8.1 |
| | 1958 | 0.0 | 3.7 | 82.0 | 9.7 | | 1988 | 0.0 | 3.5 | 147.5 | 12.8 |
| | 1959 | 0.0 | 4.2 | 111.6 | 13.3 | | 1989 | 0.0 | 3.0 | 83.0 | 9.8 |
| | 1960 | 0.0 | 2.4 | 82.5 | 9.0 | | 1990 | 0.0 | 3.0 | 80.0 | 10.3 |
| Total 1950 | | 0.0 | 3.2 | 134.5 | 11.4 | Total 1980 | | 0.0 | 2.8 | 161.5 | 10.0 |
| | 1961 | 0.0 | 3.2 | 81.7 | 9.9 | | 1991 | 0.0 | 1.8 | 123.5 | 9.7 |
| | 1962 | 0.0 | 3.1 | 162.5 | 13.0 | | 1992 | 0.0 | 3.4 | 88.5 | 11.1 |
| | 1963 | 0.0 | 2.6 | 95.5 | 10.5 | | 1993 | 0.0 | 3.5 | 108.5 | 11.6 |
| | 1964 | 0.0 | 2.6 | 62.2 | 7.7 | | 1994 | 0.0 | 2.6 | 83.0 | 9.0 |
| | 1965 | 0.0 | 2.7 | 84.5 | 10.0 | | 1995 | 0.0 | 1.4 | 72.5 | 6.1 |
| | 1966 | 0.0 | 2.8 | 80.5 | 8.9 | | 1996 | 0.0 | 3.0 | 84.5 | 10.4 |
| | 1967 | 0.0 | 3.5 | 89.5 | 10.5 | | 1997 | 0.0 | 2.9 | 81.5 | 9.9 |
| | 1968 | 0.0 | 2.4 | 74.0 | 8.6 | | 1998 | 0.0 | 3.8 | 171.0 | 14.9 |
| | 1969 | 0.0 | 2.9 | 90.0 | 10.1 | | 1999 | 0.0 | 2.9 | 69.0 | 9.7 |
| | 1970 | 0.0 | 3.3 | 95.5 | 10.8 | | 2000 | 0.0 | 3.1 | 160.0 | 13.6 |
| Total 1960 | | 0.0 | 2.9 | 162.5 | 10.1 | Total 1990 | | 0.0 | 2.9 | 171.0 | 10.9 |
| | 1971 | 0.0 | 3.1 | 145.0 | 12.0 | | 2001 | 0.0 | 2.9 | 70.0 | 9.1 |
| | 1972 | 0.0 | 3.2 | 82.5 | 9.8 | | 2002 | 0.0 | 3.3 | 100.0 | 12.0 |

| Lluvia (mm) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Década | Año | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. | Década | Año | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. |
| | 1973 | 0.0 | 3.4 | 101.5 | 11.7 | | 2003 | 0.0 | 2.9 | 114.5 | 10.7 |
| | 1974 | 0.0 | 2.6 | 83.5 | 8.9 | | 2004 | 0.0 | 4.1 | 81.5 | 12.0 |
| | 1975 | 0.0 | 3.2 | 82.0 | 10.9 | | 2005 | 0.0 | 2.2 | 83.5 | 8.3 |
| | 1976 | 0.0 | 3.4 | 100.8 | 12.1 | | 2006 | 0.0 | 4.3 | 98.5 | 12.7 |
| | 1977 | 0.0 | 2.7 | 280.5 | 16.6 | | 2007 | 0.0 | 3.5 | 91.0 | 12.2 |
| | 1978 | 0.0 | 3.1 | 92.5 | 11.0 | | 2008 | 0.0 | 4.1 | 97.5 | 12.4 |
| | 1979 | 0.0 | 1.3 | 73.0 | 6.0 | | 2009 | 0.0 | 3.3 | 77.5 | 10.6 |
| | 1980 | 0.0 | 3.0 | 71.5 | 9.7 | | 2010 | 0.0 | 3.8 | 89.0 | 12.0 |
| Total 1970 | | 0.0 | 2.9 | 280.5 | 11.2 | Total 2000 | | 0.0 | 3.4 | 114.5 | 11.2 |
| | | | | | | | 2011 | 0.0 | 3.3 | 121.0 | 11.6 |
| | | | | | | | 2012 | 0.0 | 3.7 | 85.0 | 12.0 |
| | | | | | | | 2013 | 0.0 | 2.9 | 100.0 | 10.4 |
| | | | | | | | 2014 | 0.0 | 4.4 | 108.0 | 13.3 |
| | | | | | | | 2015 | 0.0 | 3.5 | 116.0 | 12.2 |
| | | | | | | | 2016 | 0.0 | 2.9 | 124.0 | 11.9 |
| | | | | | | | 2017 | 0.0 | 2.6 | 116.0 | 10.7 |
| | | | | | | | 2018 | 0.0 | 3.8 | 80.0 | 11.9 |
| | | | | | | | 2019 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.3 |
| | | | | | | Total 2010 | | 0.0 | 3.2 | 124.0 | 11.5 |
| | | | | | | Total general | | 0.0 | 3.0 | 280.5 | 10.9 |

*Tabla IV.2 Valores de precipitación por década en la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

## Humedad atmosférica

Las humedades relativas más altas se dan durante la época de lluvias, entre agosto y septiembre. Los valores más bajos se registran por el contrario en época de secas, durante los meses de marzo y abril. La humedad relativa promedio anual es de 73.6%, esto por la influencia del mar.

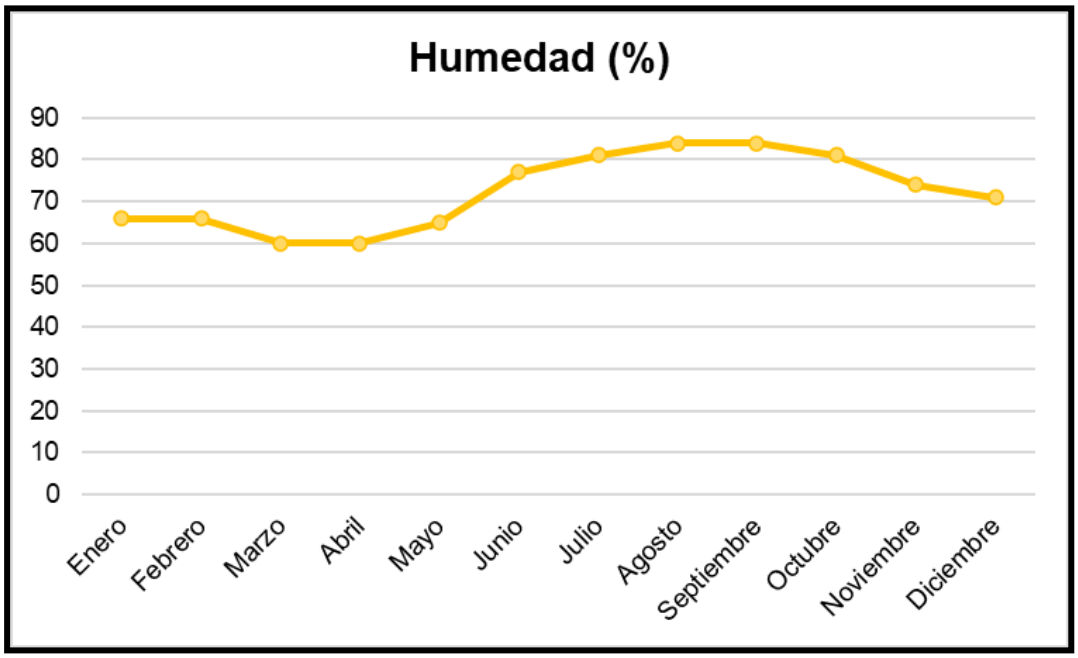



*Figura IV.6 Valores porcentuales de humedad relativa.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

## Temperatura

La temperatura media promedio es de 26.2°C, por lo que se puede decir que, el proyecto se ubica en una zona con temperaturas cálidas la mayoría del año. La temperatura máxima mensual promedio es de 32.6°C, en donde los meses más calientes son los correspondientes a mayo – agosto. El valor máximo extremo registrado es de 39.5°C alcanzado en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre.

| Temperatura Máxima (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Mes** | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. |
| **Enero** | 18.0 | 29.9 | 36.5 | 2.3 |
| **Febrero** | 20.0 | 30.5 | 39.5 | 2.3 |
| **Marzo** | 18.5 | 31.5 | 39.0 | 2.1 |
| **Abril** | 21.0 | 32.7 | 39.5 | 1.9 |
| **Mayo** | 23.0 | 33.9 | 39.5 | 1.7 |
| **Junio** | 24.5 | 34.0 | 39.0 | 2.0 |
| **Julio** | 25.5 | 33.9 | 39.0 | 1.7 |
| **Agosto** | 24.5 | 33.9 | 38.5 | 1.5 |
| **Septiembre** | 25.0 | 33.6 | 37.5 | 1.6 |
| **Octubre** | 24.5 | 33.9 | 39.5 | 1.8 |
| **Noviembre** | 20.0 | 32.8 | 39.5 | 1.8 |
| **Diciembre** | 18.5 | 30.4 | 37.0 | 2.2 |
| **Total general** | 18.0 | 32.6 | 39.5 | 2.4 |

*Tabla IV.3 Valores mensuales normales de temperatura máxima estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

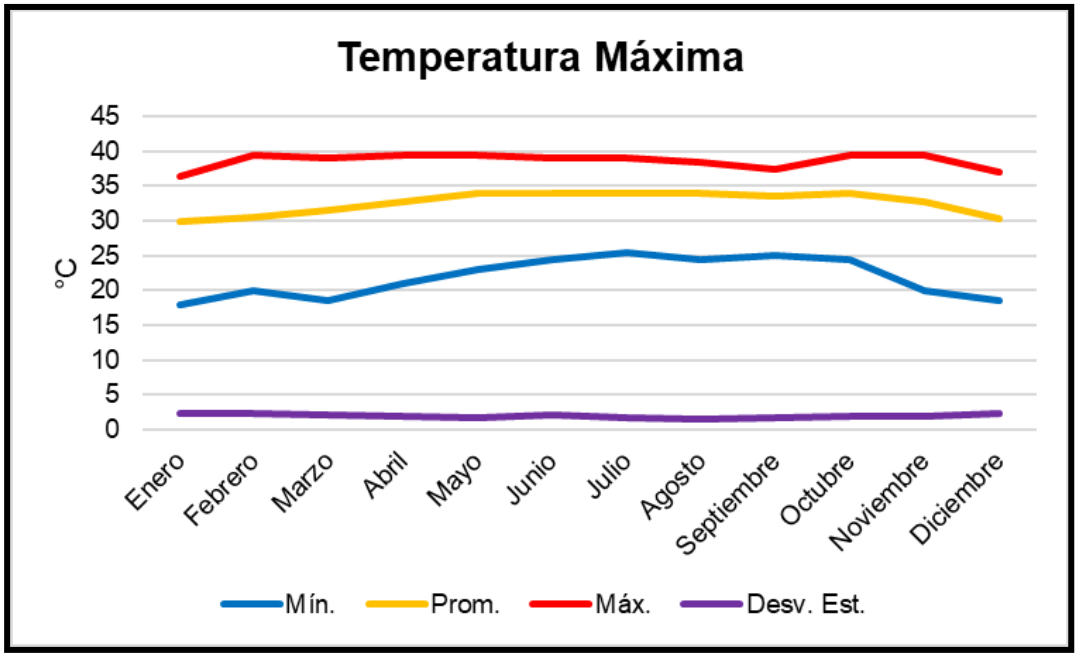



*Figura IV.7 Valores mensuales normales de temperatura máxima de la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

La temperatura mínima mensual promedio es de 19.8°C, los meses más fríos son enero y febrero con temperaturas promedio de 15°C. El valor mínimo extremo registrado es de 7.5°C registrado en enero.

| Temperatura Mínima (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Mes** | Mín. | Prom. | Máx. | Desv. Est. |
| **Enero** | 7.5 | 15.2 | 22.0 | 2.1 |
| **Febrero** | 9.0 | 15.4 | 22.0 | 2.0 |
| **Marzo** | 8.0 | 16.0 | 22.5 | 1.9 |
| **Abril** | 11.0 | 17.6 | 24.0 | 2.1 |
| **Mayo** | 12.0 | 20.4 | 26.0 | 2.2 |
| **Junio** | 13.5 | 23.6 | 28.0 | 1.7 |
| **Julio** | 13.0 | 23.5 | 26.5 | 1.2 |
| **Agosto** | 14.5 | 23.5 | 27.5 | 1.0 |
| **Septiembre** | 17.0 | 23.4 | 27.0 | 1.0 |
| **Octubre** | 13.0 | 22.5 | 26.5 | 1.6 |
| **Noviembre** | 11.0 | 19.1 | 25.0 | 2.2 |
| **Diciembre** | 10.0 | 16.6 | 24.5 | 2.2 |
| **Total general** | 7.5 | 19.8 | 28.0 | 3.8 |

*Tabla IV.4 Valores mensuales normales de temperatura mínima de la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

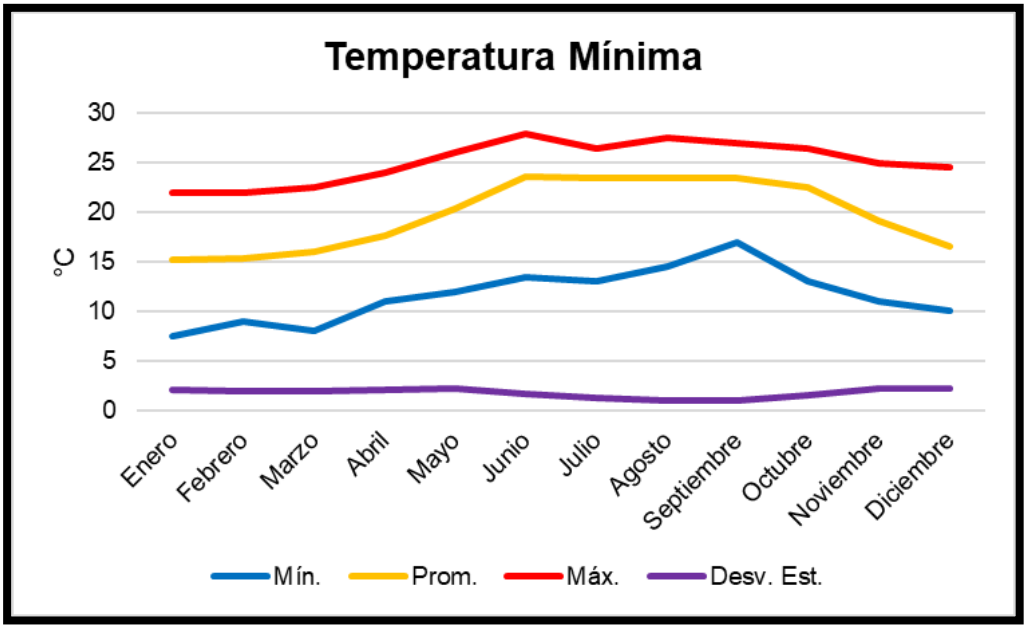



*Figura IV.8 Valores mensuales normales de temperatura mínima de la estación 14081 "La Desembocada".*
*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

Respecto a la asociación de valores promedio diarios de lluvia y temperatura media por mes, se puede observar en la figura IV.12 que ambas variables siguen un patrón de comportamiento similar en la estación de verano e inicios del otoño, pues de junio a septiembre se presenta la temporada calurosa en donde se elevan y se mantienen temperaturas de 28.8°C a 28.5°C a la par que aumenta la precipitación de 5.3 mm a 8.6 mm diarios. También es posible observar que los meses más secos del año son los de marzo-mayo con precipitaciones que apenas suben a 0.1 mm diarios.

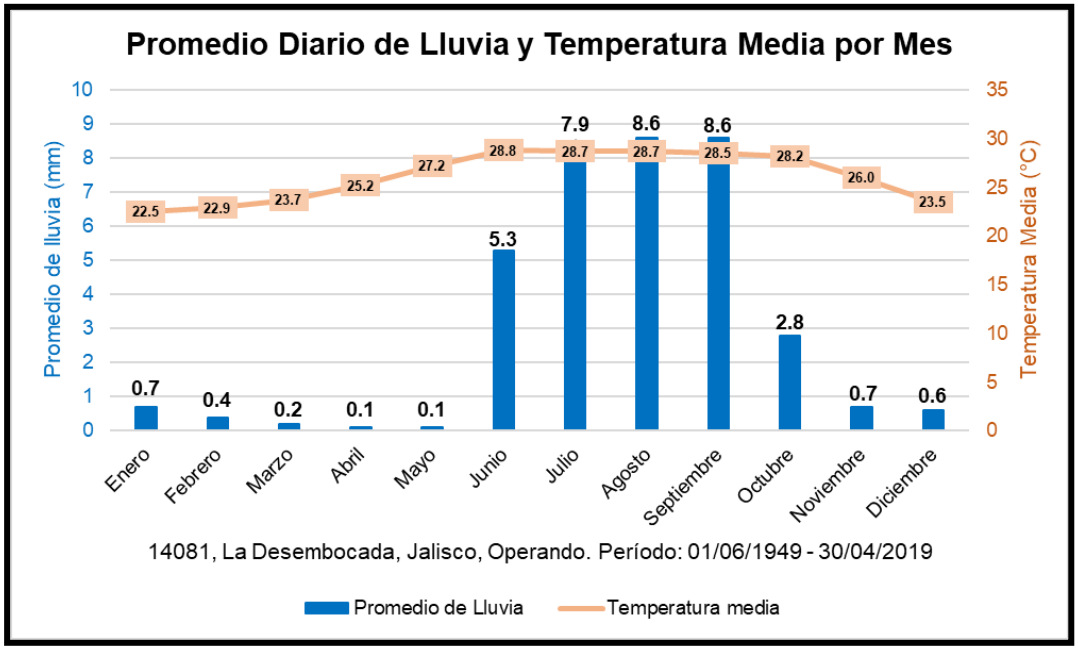



*Figura IV.9 Promedio diario de lluvia y temperatura media por mes de la estación 14081 "La Desembocada".*
*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

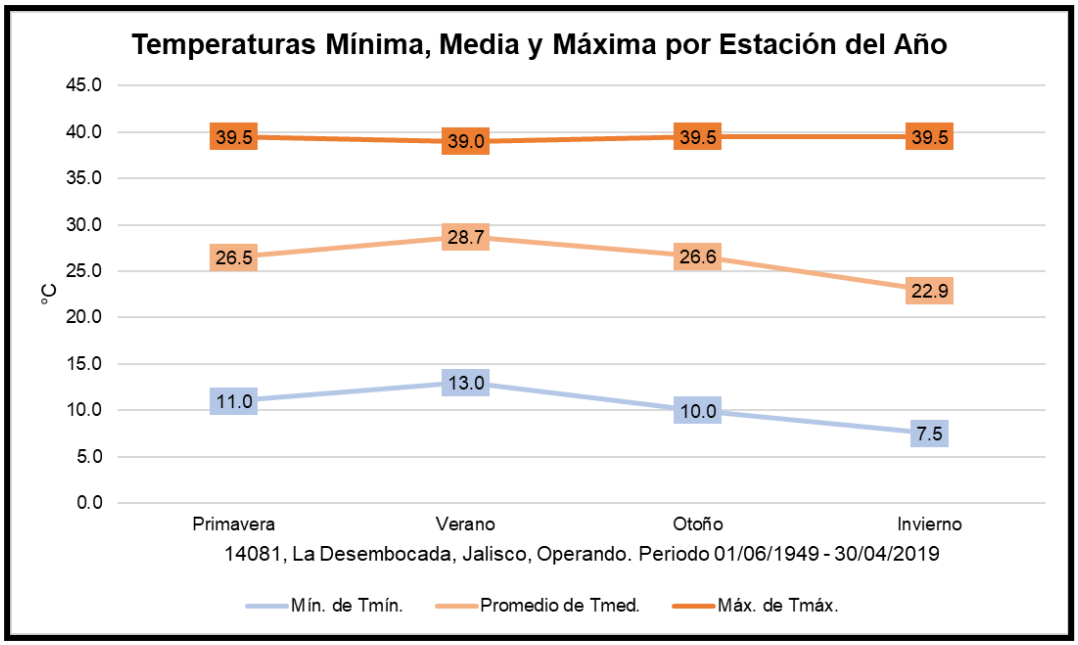



*Figura IV.10 Temperaturas mínima, media y máxima por estación del año, estación 14081 "La Desembocada".*
*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

## Vientos

De manera general la dinámica que tienen los vientos en el área de estudio proviene del noroeste entre enero y agosto, mientras que de septiembre a diciembre se originan del oeste, con una velocidad promedio de 8km/hr (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Para el presente apartado se revisaron las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) del SMN, sin embargo, a pesar de que estás contienen los datos de vientos dominantes, no existe una estación que este relativamente cercana al proyecto. La estación ESIME "Lagos de Moreno" se ubica a más de 70 km al norte, mientras que, las estaciones EMA's "Ixtlán del Río" y "Río Tomatlán", se encuentran a más de 80 km al este y sur, respectivamente.

Por lo anterior, se consultó la información de la Red de Monitoreo Atmosférico de Bahía de Banderas (REMABB) perteneciente al Centro Universitario de la Costa ubicado en la Región de Bahía de Banderas, está Red consta de 10 estaciones meteorológicas automáticas, con datos de las principales variables meteorológicas con intervalos de diez minutos (Hernández, J. C. M., González, F. M. C., López, V. M. C., López, J. T., & Molina, L. M. F., 2013).

| Número | Nombre | Altitud (m s.n.m.) | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Punta de Mita (Punta Vista) | 25 | 446707.526 | 2296999.04 |
| **2** | La cruz de Huanacaxtle (Tec.BB) | 36 | 461277.577 | 2295963.13 |
| **3** | Crucero a San José (Asfalto) | 14 | 473034.082 | 2292177.37 |
| **4** | CUC | 26 | 476882.428 | 2289294.24 |
| **5** | Prepa UdeG | 32 | 477501.188 | 2284755.96 |
| **6** | Coapinole | 54 | 479167.499 | 2284532.48 |
| **7** | San Sebastián del Oeste | 1410 | 515405.829 | 2295704.28 |
| **8** | El Tuito | 612 | 465863.602 | 2246926.98 |
| **9** | El Faro Cabo Corriente | 71 | 427695.836 | 2256784.11 |
| **10** | Refugio de Suchitlán | 625 | 442731.206 | 2259936.73 |

*Tabla IV.5 Ubicación de estaciones meteorológicas en la región de Bahía de Banderas.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos de Hernández, et al (2013).*

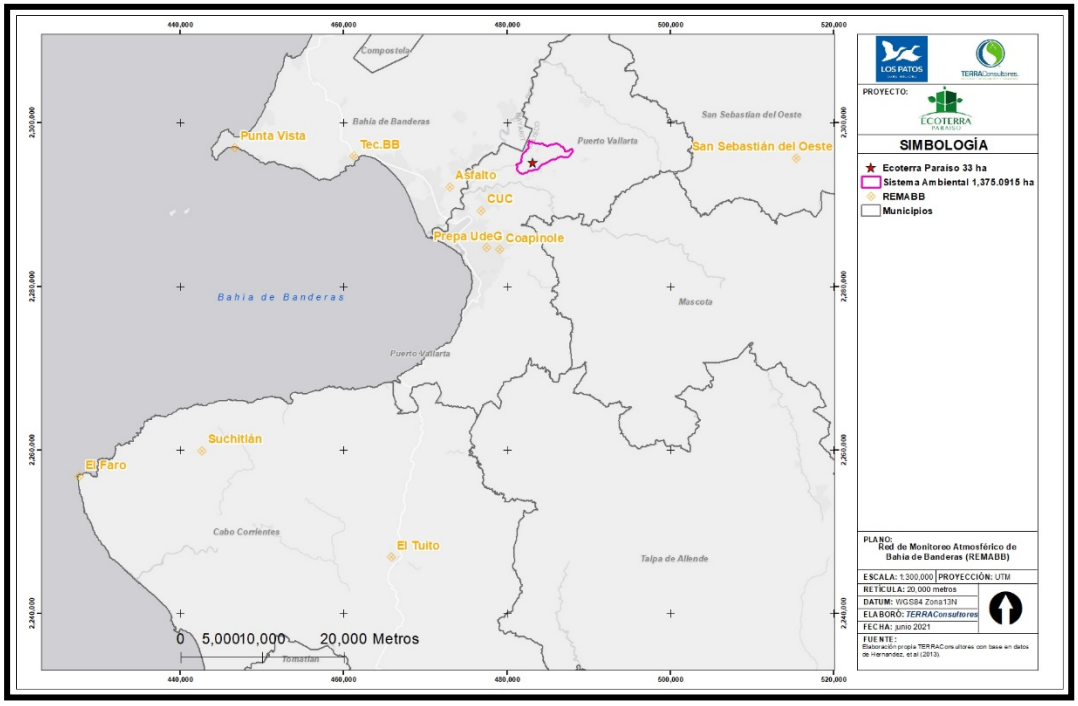



*Figura IV.11 Ubicación de estaciones meteorológicas en la región de Bahía de Banderas.*
*Fuente. Elaboración propia con base en datos de Hernández, et al (2013).*

De las anteriores, las más cercanas al proyecto son "Crucero a San José" (Asfalto) y "CUC", a un poco más de 10 km y 8 km cada una. Ya que la mayoría del Sistema Ambiental se emplaza entre los 20 y 60 m s.n.m., se optó por utilizar la estación "CUC" que tiene una altitud que entra en ese rango, con 26 m s.n.m.

| | 2010 | | | | | | 2011 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Marzo | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
| Punta de Mita | 1.7 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 2.0 | 1.8 | 2.2 |
| Tec. BB | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | nd | nd | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | 1.7 |
| Asfalto | nd | 1.3 | 1.1 | 1.5 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 2.1 | 2.4 |
| CUC | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.3 | 0.4 | 1.5 | 1.6 | 1.4 | 1.7 |
| Prepa UdeG | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1.0 |
| Coapinole | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0.5 | 1.7 | 1.9 |
| San Sebastián | 0.7 | 0.8 | 0.1 | 1.1 | 1.8 | 1.9 | 1.7 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.4 |
| El Tuito | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | 1.1 | 1.3 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 1.8 | 1.2 | 1.5 |
| El Faro | 3.0 | 3.1 | 3.5 | 4.7 | 4.2 | 3.9 | 4.4 | 6.3 | 4.5 | 2.0 | 1.7 | 1.9 |
| Refugio | nd | 0.8 | 0.9 | 1.3 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.6 |

*Tabla IV.6 Promedio mensual de la magnitud (m/s) de la velocidad del viento por estación.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos de Hernández, et al (2013).*

En las estaciones ubicadas cerca de la costa la velocidad del viento puede fluctuar entre 2 y 7 m/s y la dirección es de nornoreste (NNW), norte (N) y noreste (NE). Estás estaciones presentan una mayor intensidad que las de la sierra debido a que el viento que entra por la costa es dominado por la brisa marina, en la trayectoria no se ve coaccionado por un cambio de dirección, una vez que entra hacia la sierra, se bifurca y termina por regresar como brisa terral.

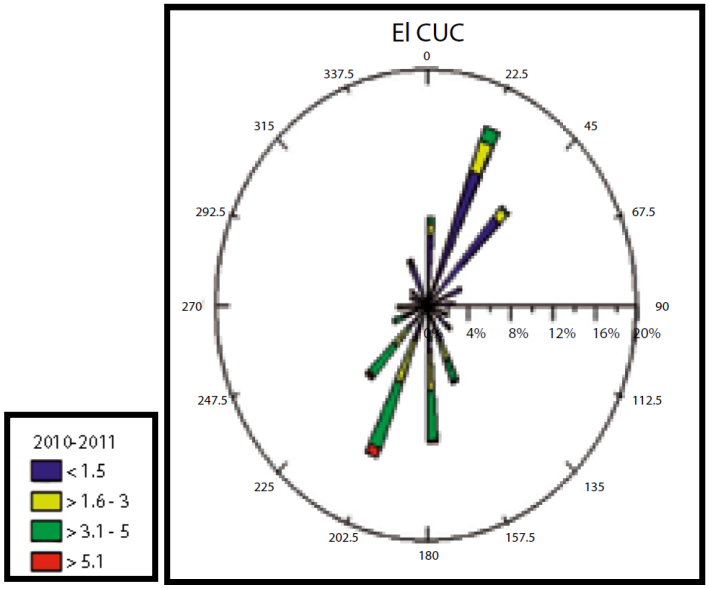



*Figura IV.12 Rosa de viento anual de la estación CUC.*
*Fuente. Hernández, et al (2013).*

En cuanto a los promedios horarios de velocidad y temperatura durante el día, el cambio de dirección del viento, tanto en temporada húmeda como en secas, es aproximadamente a las 10:00 hrs y las máximas velocidades a las 15:00 hrs coincidiendo con el aumento de temperatura.

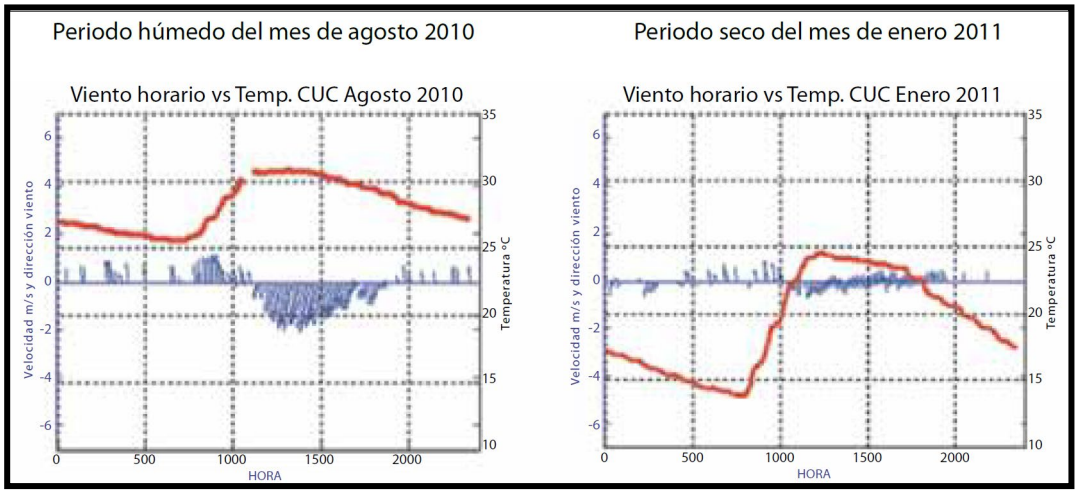



*Figura IV.13 Peinetas del comportamiento de viento – temperatura de la estación CUC.*
*Fuente. Hernández, et al (2013).*

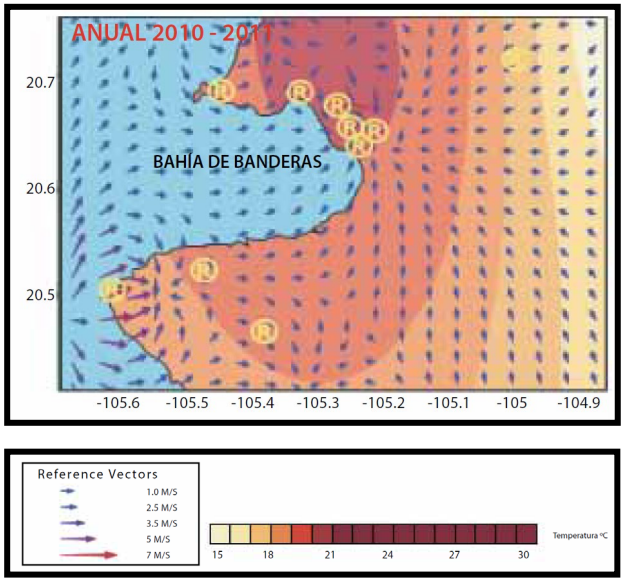



*Figura IV.14 Campo de viento de la región Bahía de Banderas.*
*Fuente. Hernández, et al (2013).*

Los mapas mencionados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.2. MAPAS DE CLIMA**.

## Eventos meteorológicos extremos

- Huracanes

El municipio de Puerto Vallarta no tiene una temporada de huracanes, ya que al no ser mar abierto directo y aunado a que lo cubre la Sierra Madre Occidental, los efectos que un huracán podría causar se ven bastante mitigados.

Específicamente en la zona del SA, cuando un huracán de categoría superior a II cruza la Bahía, las repercusiones del mismo suelen ser en forma de inundaciones lentas. Es decir que, al cruzar la trayectoria de un ciclón tropical por la zona, este sólo se percibe como un cambio progresivo en el nivel del tirante de agua que circula por los cauces del lugar (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2017), el SA se sitúa en un grado de peligro bajo por ocurrencia de ciclones tropicales. A pesar de esto, se considera que los meses en los que existe mayor peligro de que un huracán impacte a la zona son durante agosto y septiembre.

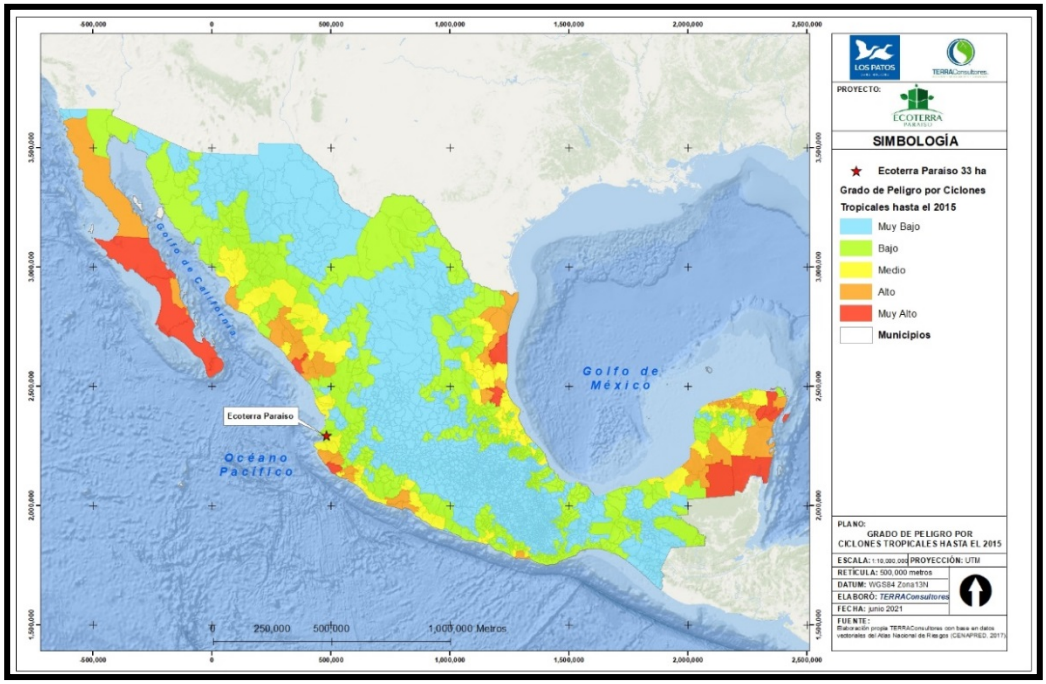



*Figura IV.15 Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2017).*

El último huracán que incidió en la costa de Puerto Vallarta fue el huracán Kenna, el 25 de octubre de 2002, huracán de categoría V en la escala de Saffir-Simpson, que azotó a las costas con lluvias intensas, vientos máximos sostenidos de 260 km/h y rachas de 315 km/h y con olas que alcanzaban los 5 y 6 metros de altura. En los registros históricos, Kenna está entre los 10 huracanes más fuertes que han impactado México. Mientras que, en los históricos del Pacifico se convirtió en el tercero más potente en golpear a México (Hernández y Bravo, s.f.).

**Tabla Resumen de Kenna (2002/P14)**

| | |
|---|---|
| Recorrido Total | 2,280 km |
| Tiempo de Duración | 96 horas |
| Intensidad Máxima de Vientos | 270 km/h (Oct 25) |
| Presión Mónima Central | 915hPa (Oct 25) |
| Distancia más cercana a costas Nacionales | Sobre tierra, 15 km al W de San Blas, Nay. |
| Tipo de Afectación | Directa: Nayarit, Jalisco, Durango y Zacatecas |

*Tabla IV.7 Resumen de Huracán Kenna (2002).*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos de Hernández y Bravo (s.f.).*

- Heladas

Conforme a lo ya mencionado, dado que el SA se ubica en una zona cálida, se entiende que la ocurrencia de heladas no representa un riesgo. No obstante, se revisó el Atlas Nacional de Riesgos a manera de observar esto gráficamente. El Sistema Ambiental se ubica en una zona de índice de heladas muy bajo (figura IV.19) y no se registra ningún día de heladas (figura IV.20).

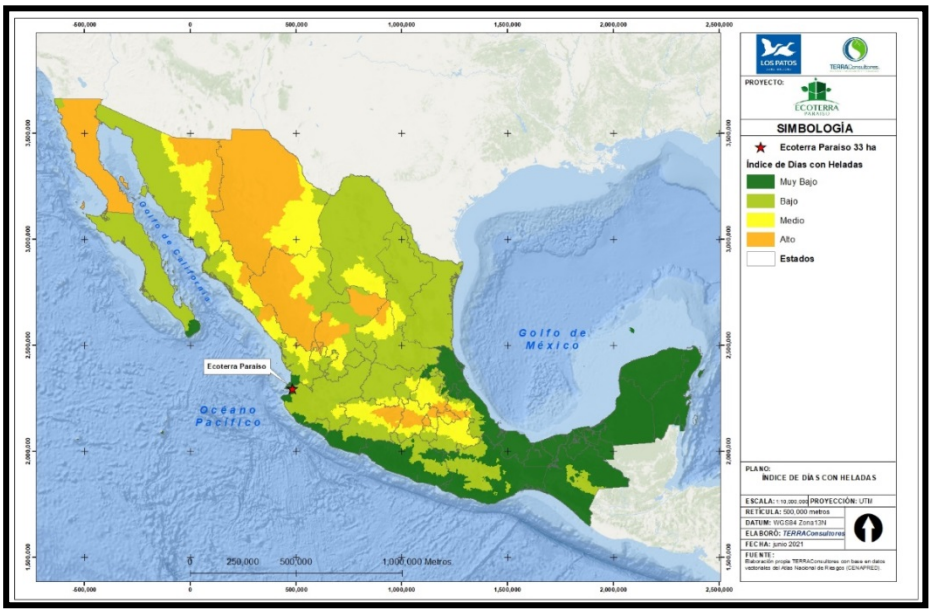



*Figura IV.16 Índice de días con heladas.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, s.f.).*

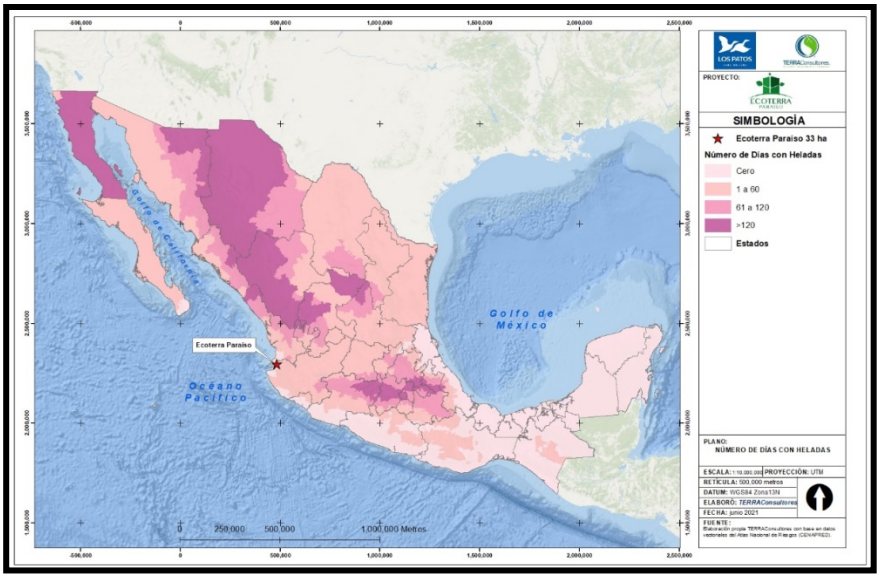



*Figura IV.17 Número de días con heladas.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED s.f.).*

- Tormentas

Según los registros mensuales normales de la estación climatológica 14081 del SMN, de los últimos 20 años, el 2008 fue el año con mayor número de tormentas con un acumulado de 33; de ese año en adelante el rango fue de 8 hasta 22 tormentas anuales. Los meses que han presentado más días con tormentas son de junio a octubre, en donde el valor máximo es de 12 tormentas en el mes de agosto de 2011 (véase tabla IV.8).

Días con Tormenta

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Acum | Media |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.0 | 0.3 |
| 2000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2002 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.0 | 0.2 |
| 2003 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 5.0 | 0.5 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 4 | 10 | 1 | 0 | - | 26.0 | 2.4 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6.0 | 0.5 |
| 2006 | 0 | - | - | 0 | 0 | 1 | 9 | 8 | 4 | - | - | - | 22.0 | 3.1 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 10 | 7 | 3 | 0 | 0 | 25.0 | 2.1 |
| 2008 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 8 | 7 | 6 | 0 | - | 33.0 | 3.3 |
| 2009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 17.0 | 1.4 |
| 2010 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 2 | 1 | - | 11 | 0 | 0 | 0 | 14.0 | 1.4 |
| 2011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 22.0 | 1.8 |
| 2012 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | - | 0 | 0 | 0 | 11.0 | 1.0 |
| 2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 2 | 2 | 3 | 0 | - | 17.0 | 1.5 |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 | 5 | 0 | - | - | 13.0 | 1.3 |
| 2015 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 0 | - | 17.0 | 1.5 |
| 2016 | 0 | - | - | 0 | 0 | 5 | 3 | 5 | 4 | 0 | 1 | - | 18.0 | 2.0 |
| 2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | - | 0 | 1 | 0 | - | 8.0 | 0.8 |
| 2018 | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 4 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | - | 13.0 | 1.3 |
| 2019 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.0 |

*Tabla IV.8 Valores mensuales normales de días con tormenta de la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

Según el Atlas Nacional de Riesgos, el Sistema Ambiental del proyecto se ubica en un índice de peligro alto por ocurrencia de tormentas eléctricas a nivel municipal.

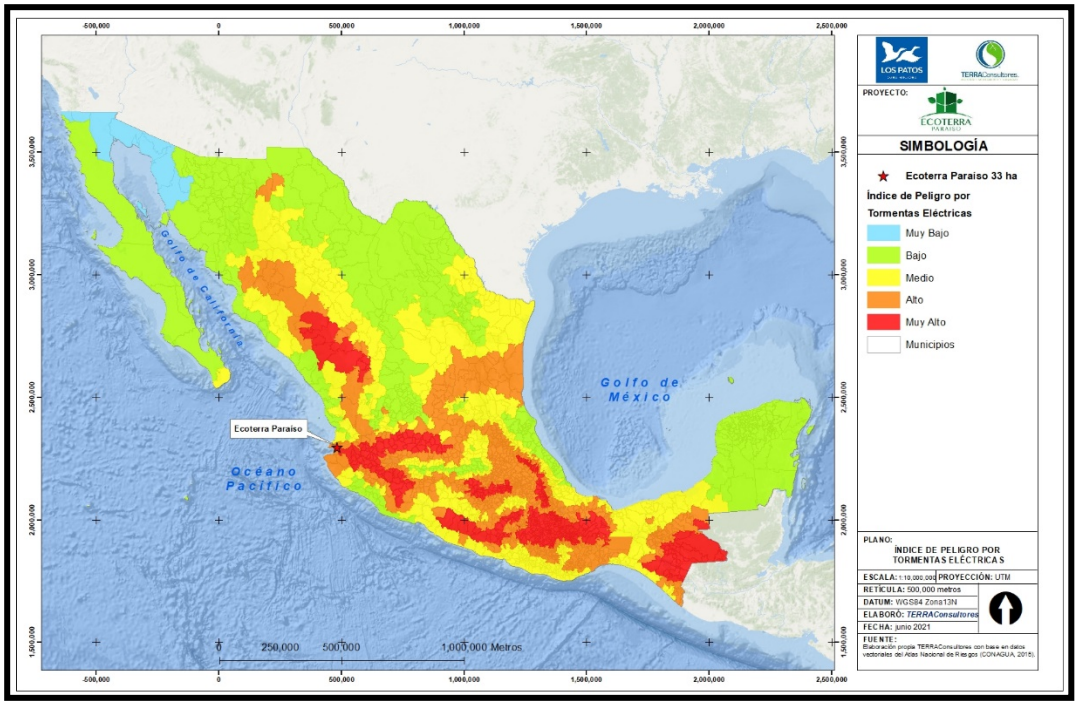



*Figura IV.18 Índice de peligro por tormentas eléctricas por municipio.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, s.f.).*

- Granizadas

De acuerdo con los datos de la estación 14081 "La Desembocada" del SMN, en los últimos 20 años no se han presentado lluvias con granizo en la zona. Para mostrar esto de manera gráfica se presenta el mapa de índice de peligro por tormentas de granizo por municipio, en donde el proyecto se ubica en una zona de peligro bajo.

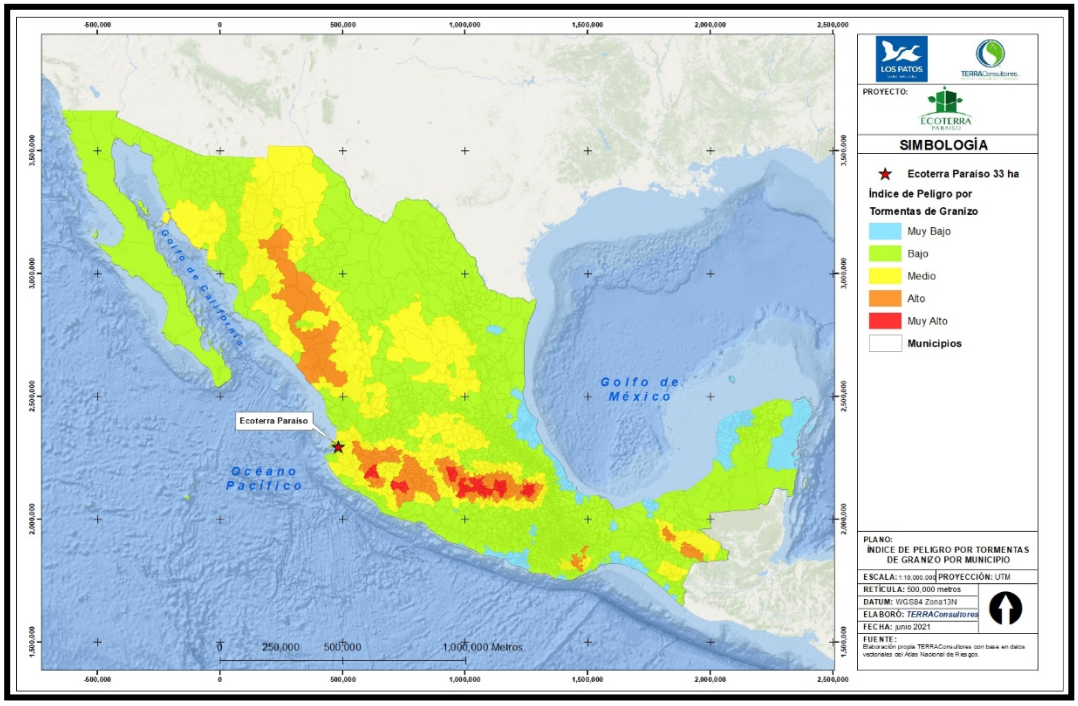



*Figura IV.19 Índice de peligro por tormentas de granizo por municipio.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, s.f.).*

- Nieblas

Con base en los datos de la estación 14081 "La Desembocada" del SMN, en los últimos 20 se registran al año un máximo de 8 días con niebla, sin embargo, ese registro máximo corresponde al año 2002; otro año con un acumulado atípico es 2004. Los demás años se han registrado entre 0 y 1 evento de este tipo.

Días con Niebla

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Acum | Media |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1998 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 16 | 9 | 2 | 0 | 53.0 | 4.4 |
| 2000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 3.0 | 3.0 |
| 2002 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8.0 | 0.7 |
| 2003 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1.0 | 0.1 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 4.0 | 0.4 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

Días con Niebla

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Acum | Media |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 0.0 | 0.0 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2008 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 1.0 | 0.1 |
| 2009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 0.1 |
| 2011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 0.1 |
| 2012 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0.0 | 0.0 |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.0 | 0.0 |
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0.0 | 0.0 |
| 2016 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0.0 | 0.0 |
| 2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | 0.0 | 0.0 |
| 2018 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0.0 | 0.0 |
| 2019 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.0 |

*Tabla IV.9 Valores mensuales normales de días con niebla de la estación 14081 "La Desembocada".*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos mensuales de las normales climatológicas del SMN (CONAGUA, 2020).*

- Sequías

Acorde con el Atlas Nacional de Riesgos, el grado de peligro por sequía marcado por la CONAGUA en 2015, es bajo.

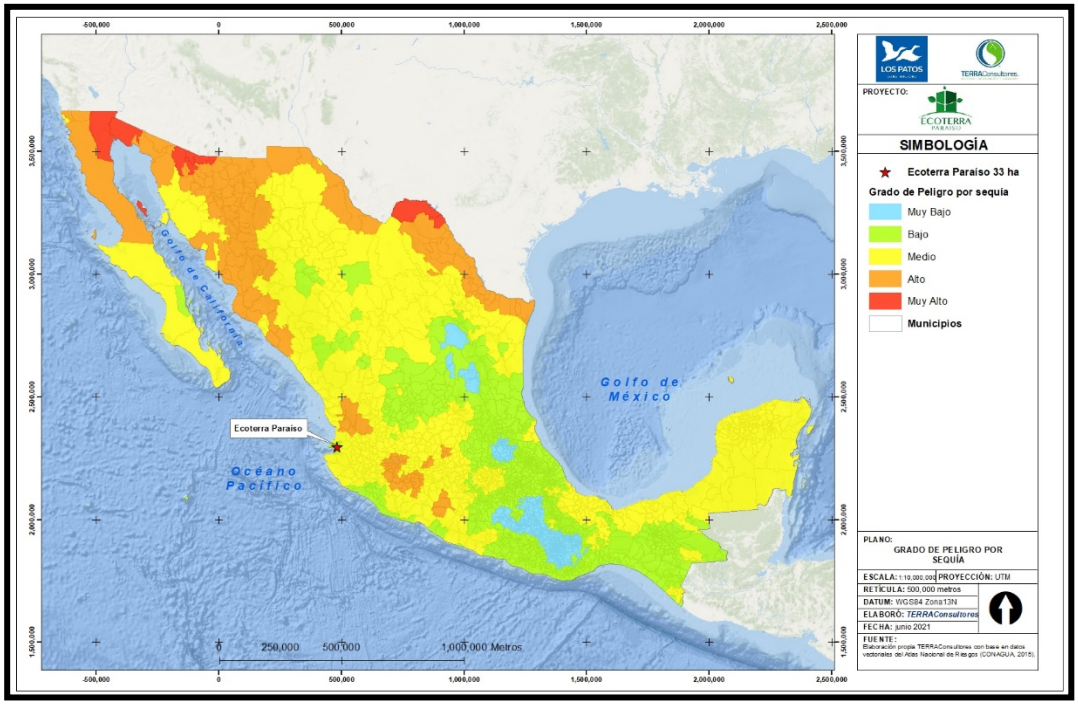



*Figura IV.20 Grado de peligro por sequía.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CONAGUA, 2015).*

Los mapas mencionados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.3. MAPAS DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS**.

### *IV.2.1.1.2 Geología y geomorfología*

#### Características geomorfológicas

El Sistema Ambiental se encuentra en la subprovincia fisiográfica "Sierras de la Costa de Jalisco y Colima", perteneciente a la provincia fisiográfica XII "Sierra Madre del Sur". A su vez el SA se ubica en dos tipos de sistemas de topoformas, al centro oeste, la denominada "llanura costera con deltas" que representa el 65.74% de la superficie del SA, misma clase en la que se ubica la totalidad del área de **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**; en la proporción restante del polígono del SA, 34.26%, al centro este, encontramos los llamados "lomeríos típicos", ver figura IV.24 y **ANEXO IX.IV.5. MAPAS DE CARACTERISTICAS DEL RELIEVE**.

En general el SA se caracteriza por una potente secuencia de rocas de diversas composiciones configuran extensa serranía con fallamiento normal que van del este al suroeste, con un gran piso de valle al oeste y un reducido sistema de lomas someras que caracterizan el encuentro de la serranía con el valle.

Por otro lado, la "llanura costera con deltas" representa una unidad con muy buena aptitud para soportar el desarrollo de actividades recreativas, de edificación, equipamiento institucional, agrícola y huertos (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

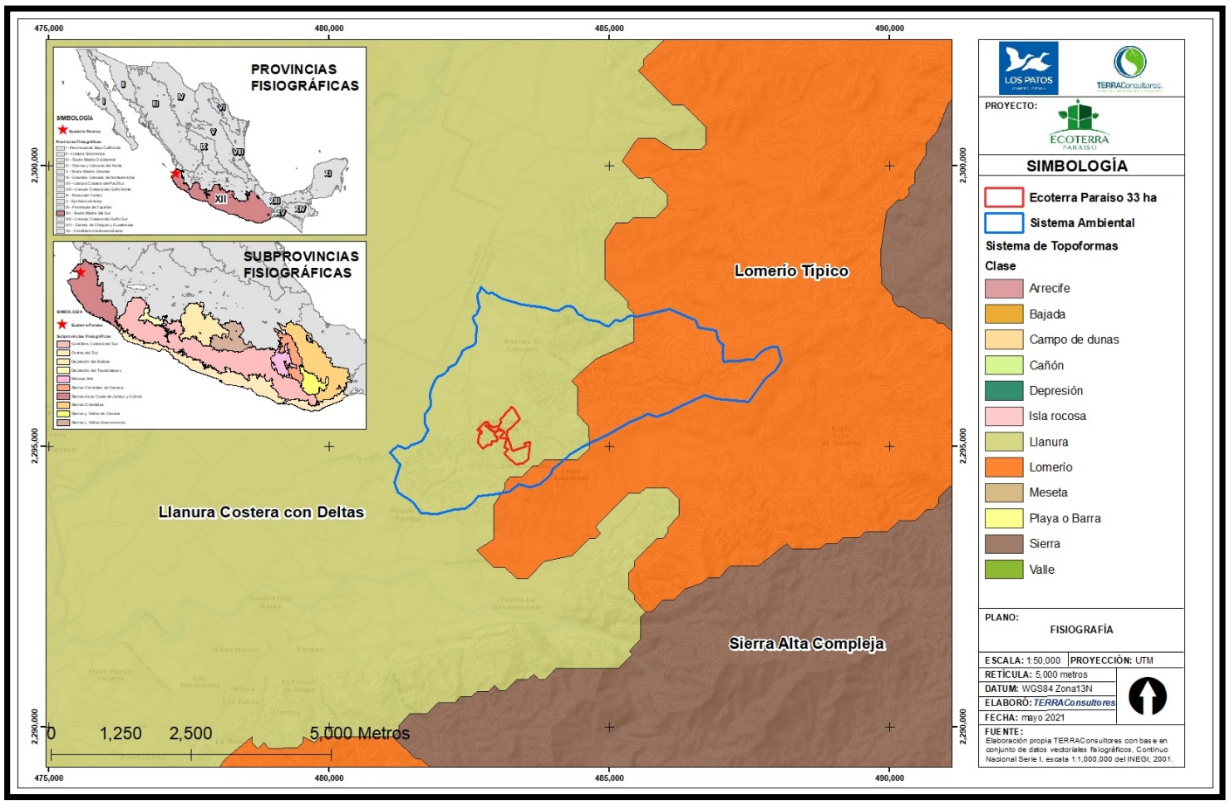



*Figura IV.21 Fisiografía del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales fisiográficos del Continuo Nacional Serie I, escala 1:1'000,000 (INEGI, 2001).*

Características de relieve

De acuerdo con las curvas de nivel a cada 10 metros de las cartas topográficas F13C59e y F13C69b, escala 1:20,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016), en el polígono del SA se observa un gradiente con una dirección preferencial que va de este a oeste; es decir, que tiene una tendencia hacia el océano. Los puntos de mayor altitud son los localizados cerca de la localidad "Colinas Campestres", la cota mayor tiene un valor de 160 m s.n.m.; mientras que los puntos más bajos se presentan entre las localidades de "Los Ángeles" y "El Colorado", con 20 m s.n.m.

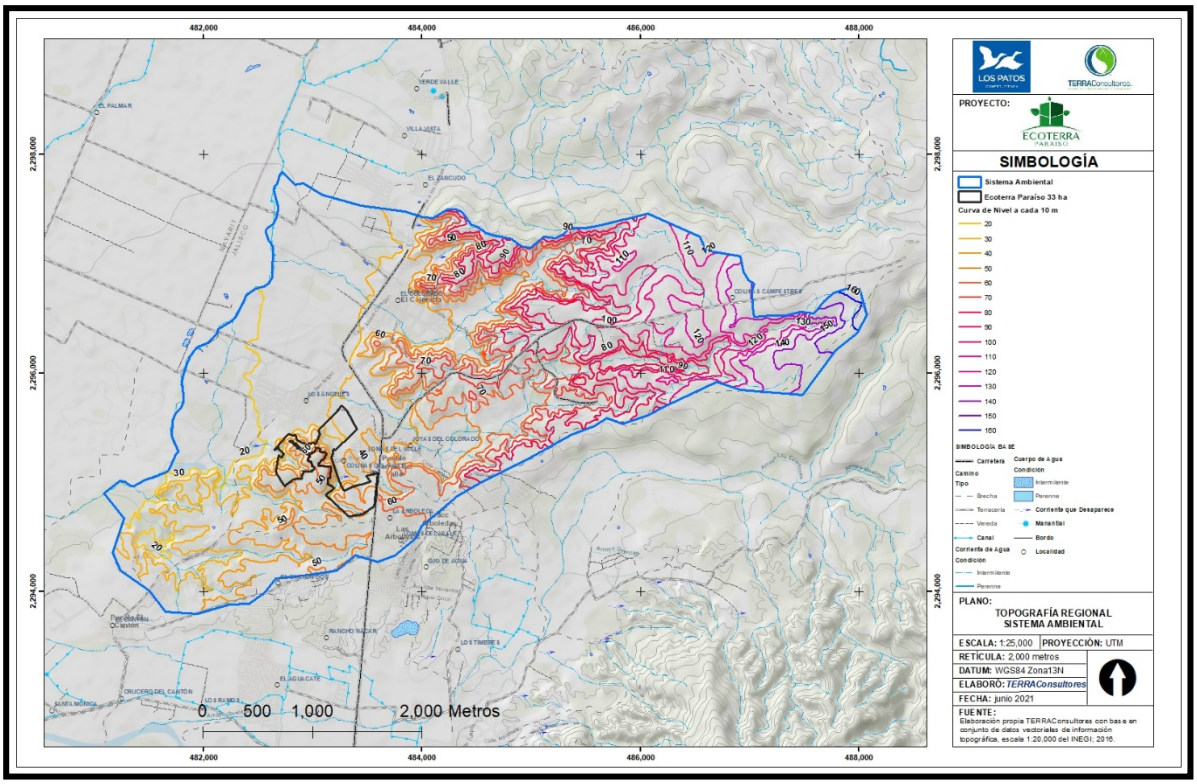



*Figura IV.22 Topografía del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Con base en las curvas de nivel a cada 10 metros (INEGI, 2016), se elaboró un Modelo Digital de Elevación (MDE), en el que se muestran los valores de altura con respecto al nivel medio del mar; en este caso, dichos valores fueron distribuidos en 8 rangos, en donde los valores altitudinales van desde los 3 m s.n.m. hasta los 164 m s.n.m.

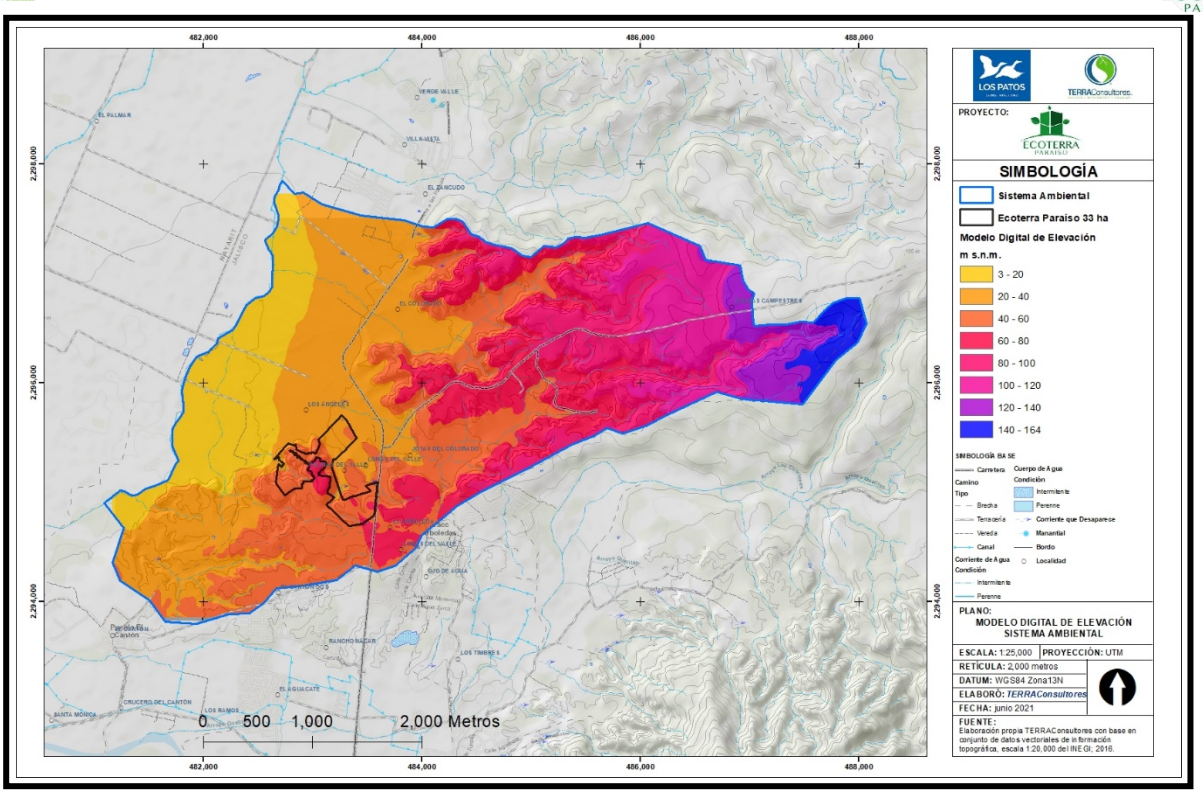



*Figura IV.23 Modelo Digital de Elevación del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Como complemento a lo anterior, se realizó un estudio del relieve, trabajado mediante unidades topográficas que componen el SA, para ello se clasificaron en seis rangos según la pendiente que presentan.

| Tipo de pendiente | Rango | Descripción |
|---|---|---|
| Plana | <2% | Pertenece al piso de valle, en donde se favorece el desarrollo de zonas estancas caracterizándose por la composición de amplias porciones de suelo plano de clase de alta productividad agrológica. Hace que los escurrimientos sean muy lentos y que eventualmente se presente la posibilidad de anegamientos en algunas secciones del valle y de los cauces difusos de los ríos Ameca y Mascota, así como de los escurrimientos temporales; además, la deficiencia de la pendiente ayuda a la infiltración del agua al acuífero. |
| Ligeramente ondulada | 2% a 5% | Formaliza un sistema de ondulaciones muy suaves que son parte del piso del valle y también definen el límite de transición entre éste y las lomas de suelo conglomerado dispuestas en el flanco este del valle. De igual forma, este tipo de pendiente manifiesta aprovechamientos agrícolas y pecuarios, cultivo de huertos y pastos, para lo cual presentan algún grado de re |

| Tipo de pendiente | Rango | Descripción |
|---|---|---|
| | | nivelación para obtener una mejor irrigación. |
| Ondulada a ligeramente quebrada | 5% a 10% | Corresponde al sistema de topoformas clasificadas como lomerío somero puesto que se manifiesta como domos o laderas de materiales conglomerados. Su rendimiento agrológico es menor comparativamente a los dos rangos de pendiente anteriores. Ofrece porciones de suelo que participan en la infiltración de agua al acuífero del valle y tienen buen asoleamiento en función de su orientación. Algunas porciones de suelos depositados en esta pendiente presentan erosión por el retiro parcial de la cubierta vegetal para practicar agricultura de bajo rendimiento e inducción de pastizales. |
| Fuertemente ondulada o quebrada | 10% a 25% | Corresponde a lomeríos someros. Actualmente se emplea para el asentamiento humano teniendo un valor menor en cuanto a posibilidades de uso en actividades agrícolas debido a que la dotación de agua es menos factible por a la escasa disponibilidad de obras. |
| Fuertemente quebrada | 25% a 35% | Se presenta en lomeríos asociados a pequeñas mesetas y a sistemas de cañadas más marcadas comparativamente al resto de los rangos analizados siendo estas sus principales ventajas para la urbanización, solucionándose el factor económico a través de esquemas de desplante reducidos, densidad alta y articulación con el espacio abierto, aminorando las redes viarias y de infraestructura, así como el movimiento de tierras. Los escurrimientos tienen por característica, en el mayor número de los casos, que se forman y drenan dentro de la misma unidad de pendiente donde se ubican y escurren de manera franca hacia el exterior de la misma siguiendo ejes sinuosos o bien, dadas las características del suelo (arenisca-conglomerado), parte de los gastos se infiltra a lo largo de la misma sección longitudinal de los cauces. En otros casos, son más extensos y drenan conjuntos más amplios de lomas. |
| Fuertemente quebrada a escarpada | >35% | Corresponden a formaciones de sierra combinadas con sistemas de drenaje que pueden ser de tipo semiapinado o apinado y descarga rápida; o semirrectos, sin meandros y descarga instantánea corresponde a posibilidades de empleo agrícola y pecuario muy limitadas o nulas. En contraparte sostienen importantes conjuntos de vegetación nativa, las actividades productivas actualmente se restringen a aprovechamientos de pastos de muy bajo rendimiento. |

*Tabla IV.10 Tipo de unidades topográficas con base en rangos de pendientes.*

*Fuente. Elaboración propia con base en información del Plan Parcial de Desarrollo Urbano Arroyo El Quelitan (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).*

| Rango de Pendiente Topográfica | Superficie ocupada en el Sistema Ambiental (ha) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| **Menores a 2%** | 394.8805 | 28.75 |
| **2% a 5%** | 308.1825 | 22.44 |
| **5% a 10%** | 282.6194 | 20.58 |
| **10% a 25%** | 268.1503 | 19.53 |
| **25% a 35%** | 67.9346 | 4.95 |
| **Mayores a 35%** | 51.5073 | 3.75 |
| **Total** | 1,373.2746 | 100 |

*Tabla IV.11 Distribución de los rangos de pendientes registrados para el Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en datos vectoriales de las cartas topográficos F13C59e y F13C69b (INEGI, 2016).*

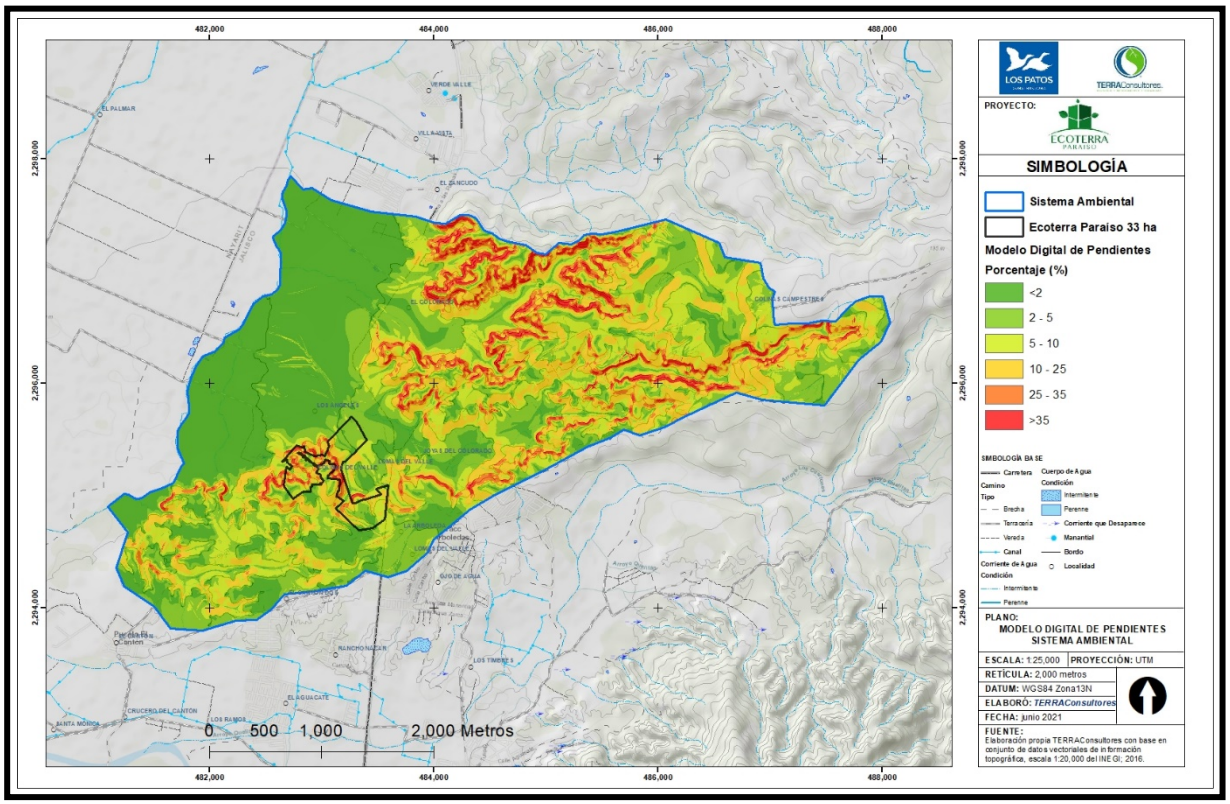



*Figura IV.24 Modelo Digital de Pendientes del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

## Características del relieve área del proyecto

Respecto a **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha,** se puede observar que este se encuentra sobre una zona de lomeríos someros cuya tendencia de gradiente se presenta de este a noroeste en la gran parte del polígono. La altura máxima es de 64 m s.n.m. y la mínima de 26.5 m s.n.m.

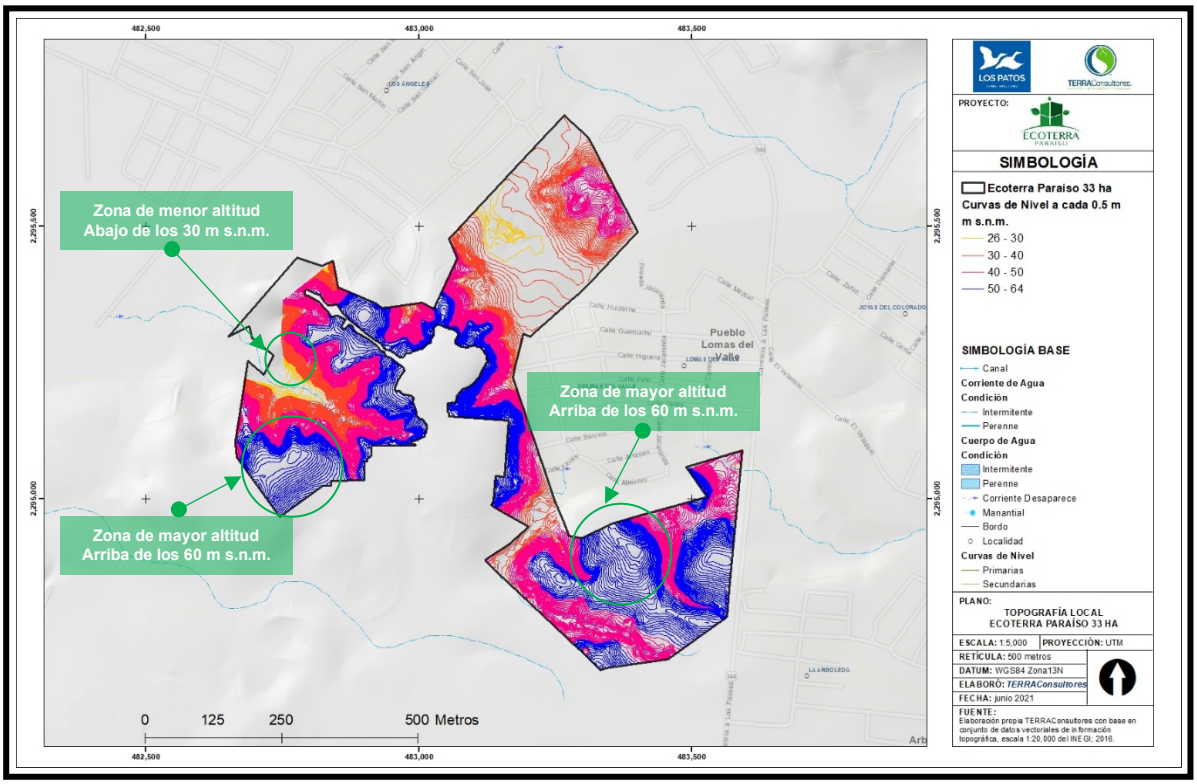



*Figura IV.25 Topografía del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base información privada y conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

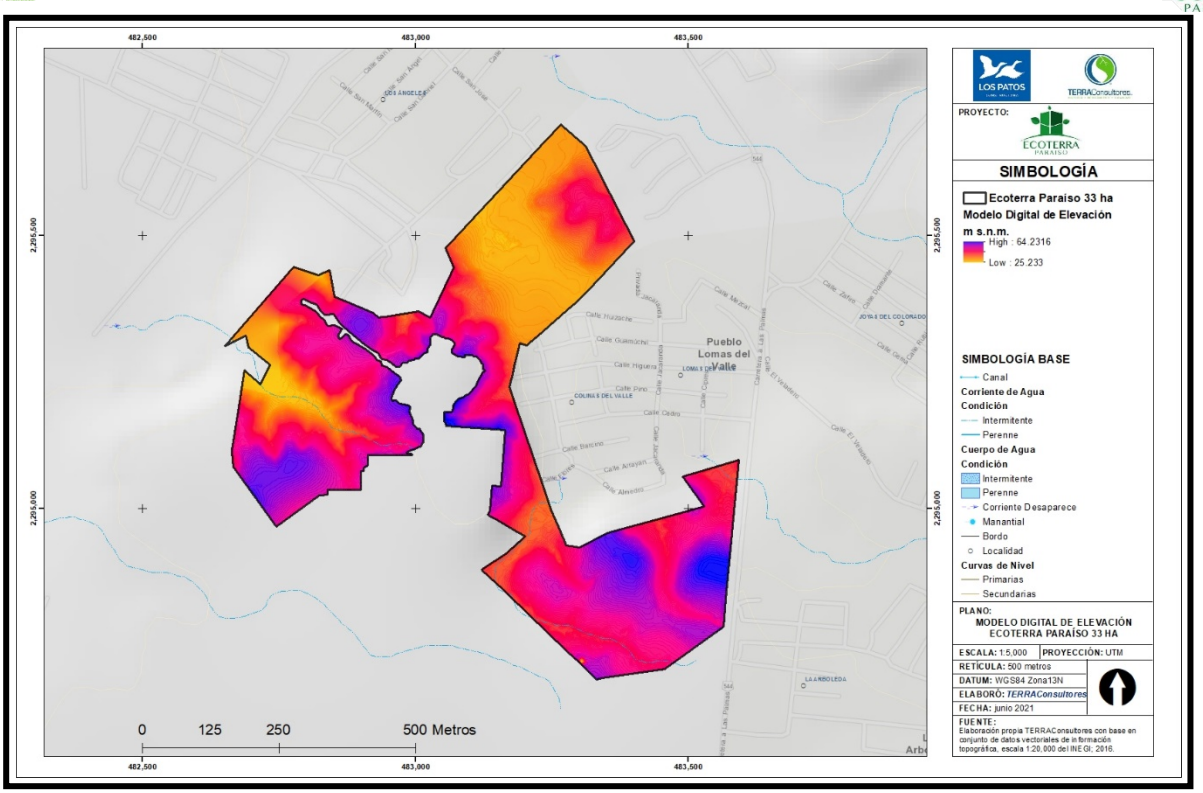



*Figura IV.26 Modelo Digital de Elevación del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base información privada y conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

En el Modelo Digital de Pendientes, realizado a partir de las curvas de nivel a cada 0.5 metros del levantamiento topográfico hecho por el promovente, se puede observar que un tercio del área de estudio se ubica sobre pendientes que van de 10% a 25%, es decir que, corresponden a porciones de tierra caracterizados por lomeríos someros, y tiene una buena aptitud para el asentamiento humano.

Aquellas pendientes mayores a 35% se distribuyen en las zonas escarpadas en las que la escorrentía de la precipitación se encausa para después desaparecer a lo largo de su trayectoria, este tipo de unidades corresponden al 27.72% del terreno, cabe resaltar que parte de estos lugares se pretende designar como zonas de conservación.

| Rango de Pendiente Topográfica | Superficie ocupada en el Sistema Ambiental (ha) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| **Menores a 2%** | 1.8516 | 5.78 |
| **2% a 5%** | 2.4940 | 7.79 |
| **5% a 10%** | 3.5670 | 11.14 |
| **10% a 25%** | 10.7091 | 33.43 |
| **25% a 35%** | 4.5303 | 14.14 |
| **Mayores a 35%** | 8.8808 | 27.72 |
| **Total** | 32.0327 | 100 |

*Tabla IV.12 Distribución de los rangos de pendientes registrados para el área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia.*

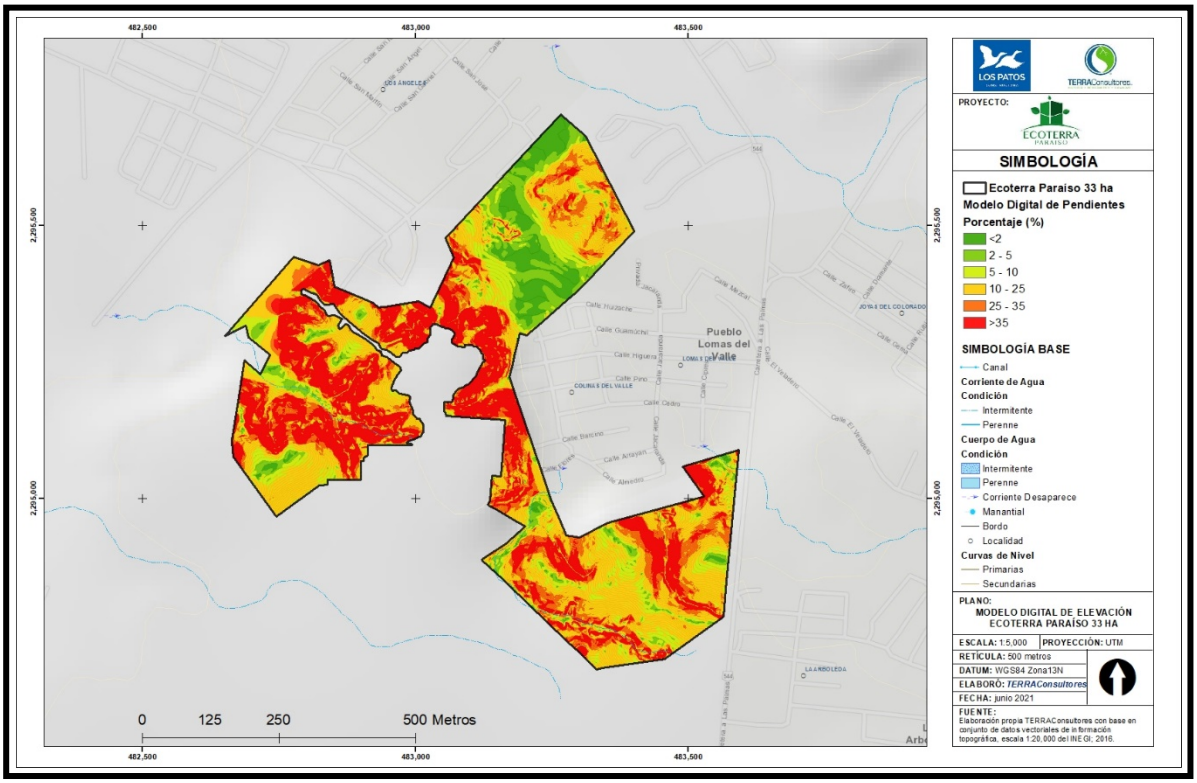



*Figura IV.27 Modelo Digital de Pendientes del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base información privada y conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Los mapas mencionados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.5. MAPAS DE CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE**.

## Características litológicas

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales geológicos, escala 1:50,00 del INEGI-CENTENAL (1970's) digitalizados por Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG) – Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) publicados en 2017, el Sistema Ambiental se emplaza sobre la unidad litológica denominada arenisca – conglomerado (ar-cg), perteneciente a las rocas sedimentarias; esta unidad ocupa el 69.72% de todo el SA (958.6623 ha). Mientras que, el porcentaje restante, 30.28% (416.4292 ha) corresponde al suelo de tipo aluvial (al).

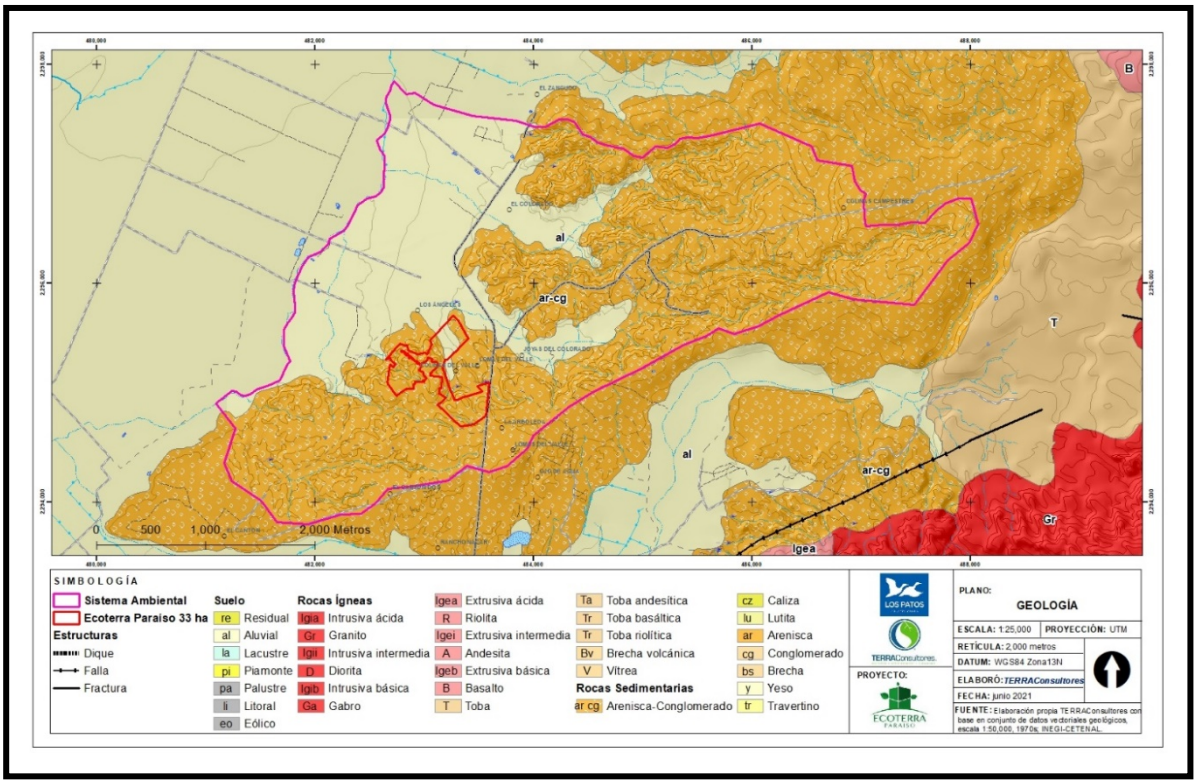



*Figura IV.28 Geología del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de datos vectoriales geológicos, escala 1:50,000; INEGI-CETENAL, 1970's (IIEG-SEMADET, 2017).*

Al igual que el SA, en el área del proyecto se identifican las unidades de arenisca – conglomerado (ar-cg) y suelo aluvial (al), con un porcentaje de ocupación de 88.30% (28.5109 ha) y 11.70% (3.7763 ha) respectivamente.

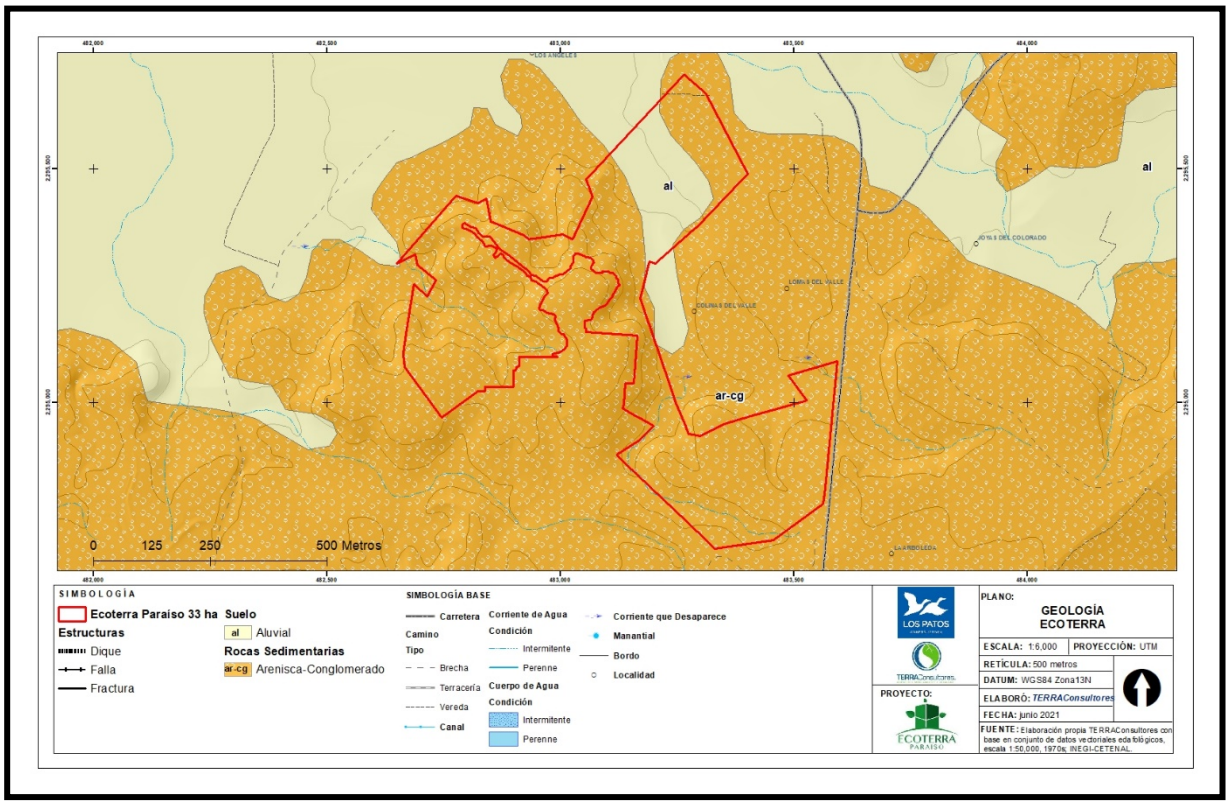



*Figura IV.29 Geología del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de datos vectoriales geológicos, escala 1:50,000; INEGI-CETENAL, 1970's (IIEG-SEMADET, 2017).*

La composición de la roca sedimentaria, arenisca – conglomerado (ar-cg) se forma a partir de prolongados procesos de denudación relativos a la sierra. Son rocas formadas por detritos: arrastres y depósitos de arenas gruesas cuársicas y limos gruesos, así como gravas, cantos rodados y guijarros que se compactaron solo por acción mecánica a muy baja presión.

La capa más superficial de la roca amalgamada es propensa a erosión por arrastre mecánico hidráulico (formación de cárcavas) y porque es fácilmente excabable, lo que la hace más apta para el tendido de infraestructura. Cabe destacar que las cañadas ubicadas entre los lomeríos son hendiduras erosivas que manifiestan bien la baja dureza de los detritos. En esta unidad, los detritos que se erosionan transitan progresivamente hacia el valle a través de los derroteros del complejo de cañadas (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012). Esta unidad no representa desventajas para la urbanización.

Por su parte, el piso de valle es el depósito final de detritos evacuados desde las lomas a través del sistema hidráulico local en formato de complejo de aluvión (al). Es material no consolidado depositado en todo el valle, es más blando cuanto más cercano se ha almacenado a la discreta configuración piedemonte y que se va movilizando lentamente hacia las ubicaciones centrales del valle que coinciden con los principales cauces hidráulicos, por lo que es un suelo propenso a la erosión por arrastre hidráulico laminar.

La importancia de esta unidad geológica es diversa puesto que está vinculada a la alimentación del acuífero del valle, al sostenimiento de actividades agrícolas y a la obtención de materiales pétreos para edificación. Esta unidad tiene como principal limitante la porción de suelo de las estribaciones de la sierra que la delimita en todo su perímetro, particularmente debido a la configuración topográfica, pues es donde los valores de pendiente cambian de manera abrupta y, al denudarse el suelo por la actividad agrícola que se realiza en parcelas contiguas e inmediatas, los gastos producen un efecto de erosión en las laderas y cañadas cerradas.

### Presencia de fallas y fracturas

Como se aprecia en la figura IV.31, se registra una falla al sureste del SA, ubicada en la comisura de contacto dada entre el piso de valle y la sierra; aparentemente esta no se encuentra activa puesto que no se tienen registros de eventos de subducción, hundimientos o agrietamientos en el subsuelo que hayan sido atendidos por Protección Civil o el Ayuntamiento del municipio; entonces puede observarse que la posibilidad de eventualidades de riesgo asociadas a estos factores es baja.

Adicionalmente, los epicentros cercanos al puerto, según la regionalización sísmica mostrada, son eventos con probabilidades bajas de ocurrencia; entonces la susceptibilidad en el área de estudio a eventos derivados de acción telúrica como deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra o roca, es también baja (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Los mapas descritos con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.6. MAPAS DE GEOLOGÍA**.

### *IV.2.1.1.3 Regionalización sísmica*

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

De acuerdo con la Regionalización Sísmica de México, mapa publicado en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), existen cuatro zonas: A, B, C y D que indican respectivamente las regiones de menor a mayor peligro sísmico. El Sistema Ambiental se encuentra en la zona D, es decir, en una zona en donde se presentan con frecuencia temblores de gran magnitud y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de la gravedad (CENAPRED, 2021).

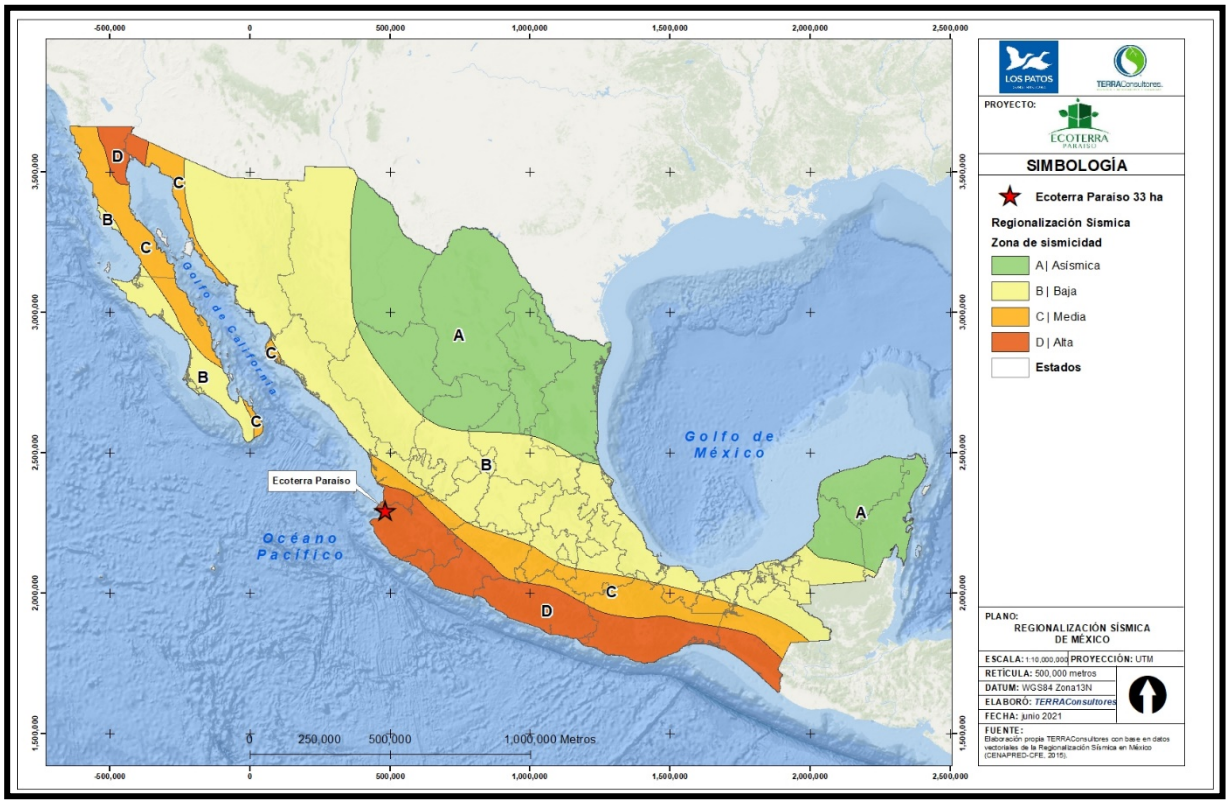



*Figura IV.30 Regiones Sísmicas de México.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de regionalización sísmica de México (CFE, 2015).*

La estadística registrada por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) muestra que la mayoría de los sismos ocurridos en los últimos 30 años se han distribuido a lo largo de las fronteras de las placas tectónicas, concentrándose frente a las costas del Océano Pacífico siendo producto de la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental. Los eventos ocurren a lo largo de la falla o interfase entre

dichas placas, denominada Fosa Mesoamericana. Empero, la sismicidad en la zona de Bahía Banderas es alta puesto que en períodos cortos de observación microsísmica han llegado a registrarse una media de 80 eventos sísmicos a la semana. La región de Bahía de Banderas forma parte de una Zona de Alto Potencial Sísmico (también conocido como Gap Sísmico) donde se espera que en algún momento no especificado ocurra un terremoto generado por la subducción de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica (Bloque Jalisco) con magnitud superior a 7.8° Richter (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Por su parte, el Atlas Nacional de Riesgos define regiones potenciales de deslizamiento, en las que el Sistema Ambiental está relativamente cerca de la Región Pacífico Norte, sin embargo, este no representa un riesgo para el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** debido a la naturaleza fisiográfica, geológica, edafológica, caracterizada por rocas consolidadas y por estar ubicada en una llanura.

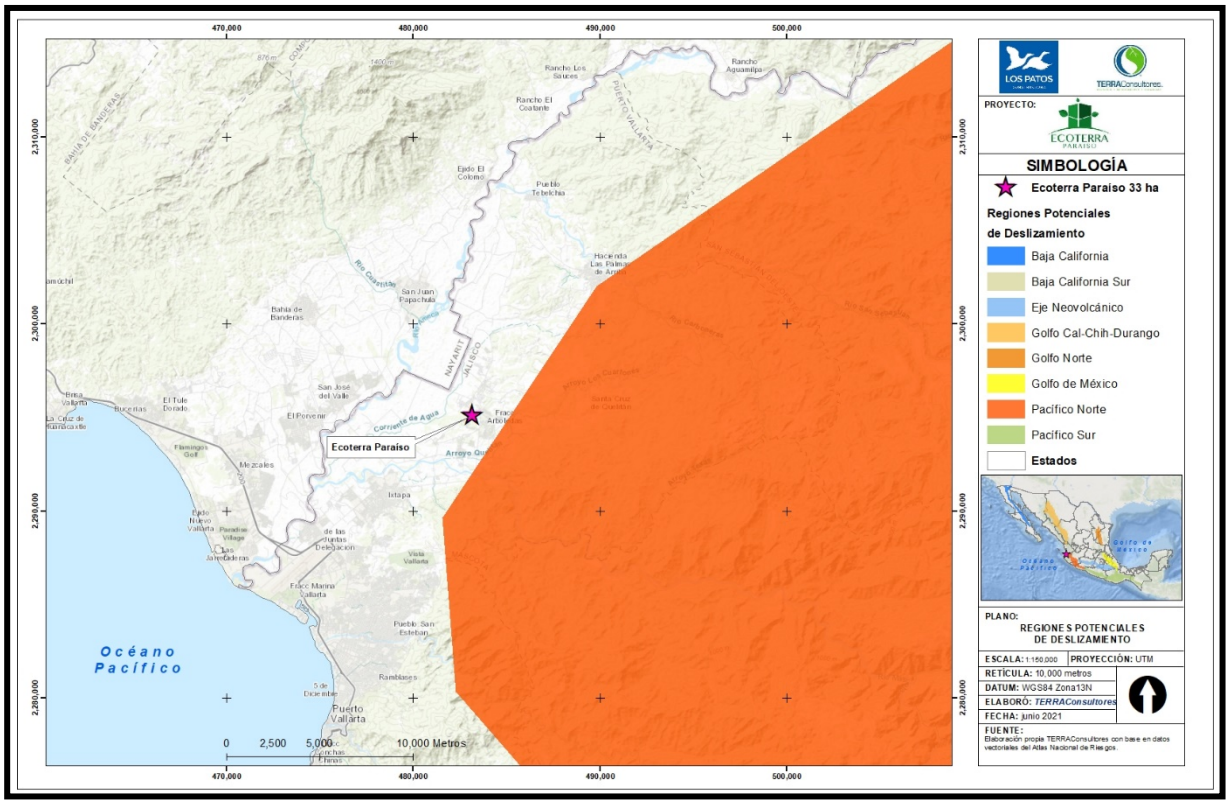



*Figura IV.31 Regiones Potenciales de Deslizamiento.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, s.f.).*

De igual forma, el CENAPRED (2020), publicó un mapa nacional de susceptibilidad de laderas, en donde el Sistema Ambiental se ubica en una susceptibilidad muy baja.

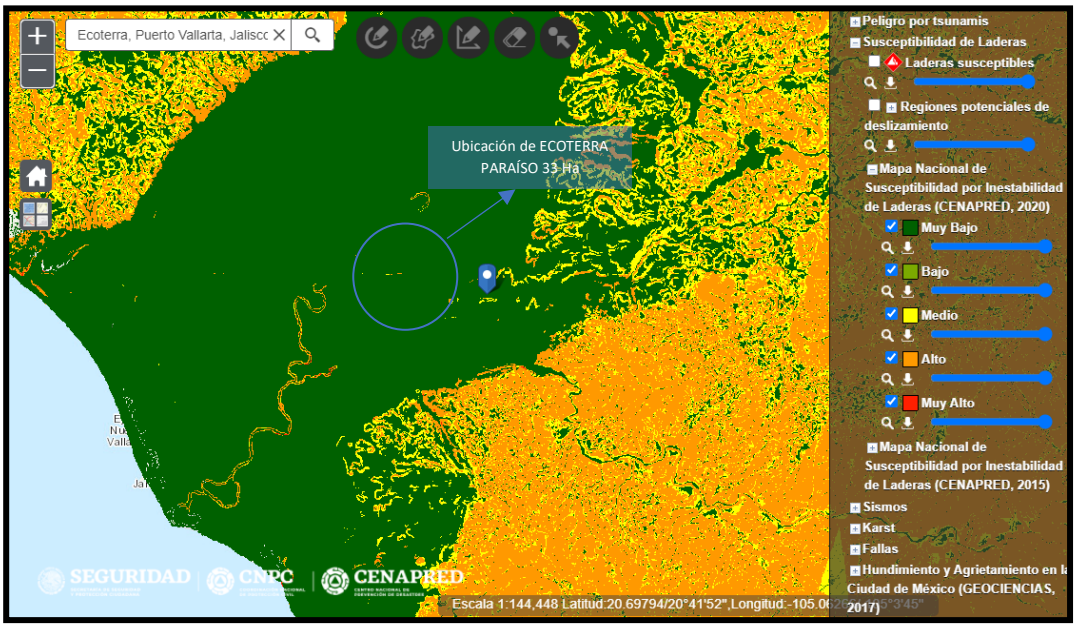



*Figura IV.32 Mapa de susceptibilidad por Inestabilidad de laderas.*
*Fuente. Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2020).*

Finalmente, la posible actividad volcánica no es un factor de análisis en el presente dado que el volcán activo más cercano se localiza a más de 30 km al noreste del SA, en el municipio de San Sebastián del Oeste.

También se revisó el Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Jalisco (2007) y no se identificaron peligros asociados al componente geológico dentro del SA.

Los mapas señalados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.7. MAPAS DE REGIONALIZACIÓN SÍSMICA**.

### *IV.2.1.1.4 Edafología*

La complejidad fisiográfica de la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, a la que pertenece el proyecto, determina el desarrollo de un complicado y diverso mosaico edáfico. En la unidad fisiográfica tipo Lomeríos la asociación de suelos es mayor: Cambisoles (B), Feozems (H),

Regosoles (R) y eventualmente Fluvisoles (J); destacando las configuraciones de Cambisol crómico (Bc), Cambisol Eútrico (Be) y Feozem háplico (Hh) coligado a Regosol Eútrico (Re).

Tomando como referencia el conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:50,000 del INEGI-CENTENAL (1970's) digitalizados por IIEG – SEMADET (2018), las unidades de suelo presentes en el Sistema Ambiental son los que se presentan en la siguiente tabla.

| Clave de Suelo | Suelo Predominante Unidad | Suelo Predominante Subunidad | Clase Textural | Suelo Secundario | Área (ha) | Área (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bc + Re/2** | Cambisol | Crómico | Media | Regosol Éutrico | 210.2319 | 15.29 |
| **Be/2** | Cambisol | Éutrico | Media | Ninguno | 99.5159 | 7.24 |
| **Hh + Je/2** | Feozem | Háplico | Media | Fluvisol Éutrico | 491.3618 | 35.73 |
| **Hh + Re/2** | Feozem | Háplico | Media | Regosol Éutrico | 243.6703 | 17.72 |
| **Re + Bc/2** | Regosol | Éutrico | Media | Cambisol Crómico | 330.3116 | 24.02 |
| | | | | **Total** | 1,375.0915 | 100 |

*Tabla IV.13 Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:50,000; INEGI-CETENAL, 1970's (IIEG-SEMADET, 2018).*

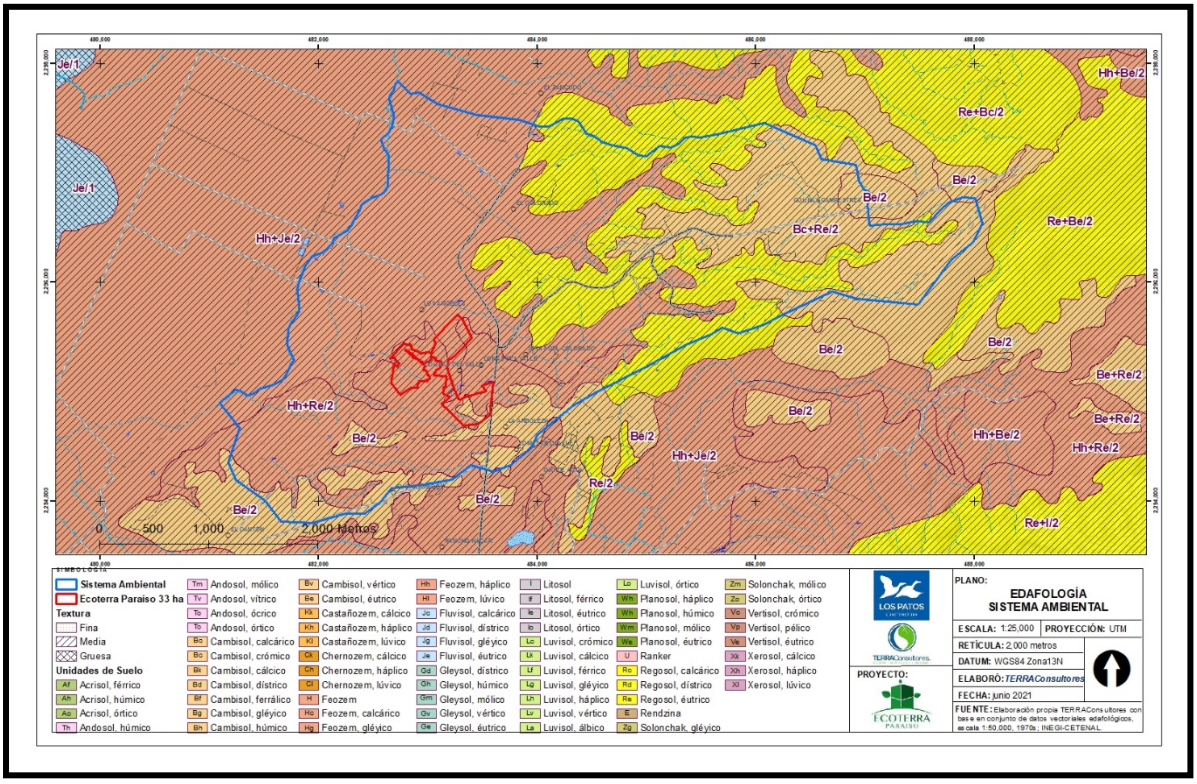



*Figura IV.33 Edafología Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:50,000; INEGI-CETENAL, 1970's (IIEG, 2018).*

**Cambisoles**

Los Cambisoles con suelos jóvenes, delgados y pobremente desarrollados, muy susceptibles al arrastre y algunas veces asociados a pedregosidad puesto que su lecho rocoso se encontrará a partir de los 10 cm de profundidad. Se caracterizan por depositarse de manera transitoria en cañadas siendo su fase final de cambio el depósito y disgregación en las porciones de borde o contacto con la unidad del piso de valle.

**Feozems**

El grupo de los Feozem Háplicos (Hh) son suelos oscuros y ricos en materia orgánica y nutrimentos, por lo que, son muy utilizados en la agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Son unidades que en general observan una configuración vegetativa de selva media subcaducifolia pese al sustrato subyacente de roca madre y a la relación altitudinal de las lomas y cañadas que lo contienen.

**Regosoles**

Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.

El Regosol Eútrico (Re) se caracteriza por ubicarse mayoritariamente en las secciones de loma y se le emplea para desarrollo de actividades agrícolas con rendimientos regulares, ya que está condicionado por pedregosidad, lo que limita el empleo extensivo de maquinaria. Estas unidades de suelo son muy susceptibles a la formación de cárcavas cuando se ha retirado la cubierta vegetativa; lo que genera la transformación del régimen de escorrentía en las unidades de lomerío, así como el azolvamiento aguas abajo. Suelo es más adecuado para sostenimiento de vida silvestre porque se asocia a formatos extensivos someros de selva media subcaducifolia

**Fluvisoles**

Finalmente, el valle está constituido por sedimentos aportados por los ríos Ameca y Mascota y escurrimientos que bajan de la sierra. En él se encuentran suelos de la clase Fluvisol Éutrico y Feozem Háplico. Estos suelos se distribuyen, del centro del valle, hacia su borde exterior respectivamente. En general son suelos profundos de textura franco-arenosa y tienen una estructura muy poco desarrollada, de consistencia de disgregable a suelta. Empero, asociados a la gradiente topográfica del valle caracterizan suelos con capacidad agrológica Clase I y II es decir, muy buenos para actividades agrícolas, lo cual representa su principal condicionante para no ser orientada a usos urbanos, siendo preferible preservarlos como tales y asignarles usos compatibles de baja densidad vinculados a su carácter rural y agrícola.

Para la edafología del área del proyecto, las unidades de suelo identificadas fueron tres: Cambisol Éutrico (Be), con el porcentaje de ocupación más bajo de 9.04% (2.9177 ha); Feozem Háplico + Fluvisol Éutrico (Hh+Je), comprendiendo el 17.65% (5.7002 ha) de la superficie del proyecto y; Feozem Háplico + Regosol Éutrico (Hh+Re), abarcando el 73.31% (23.6693 ha) del proyecto. Ver figura IV.37.

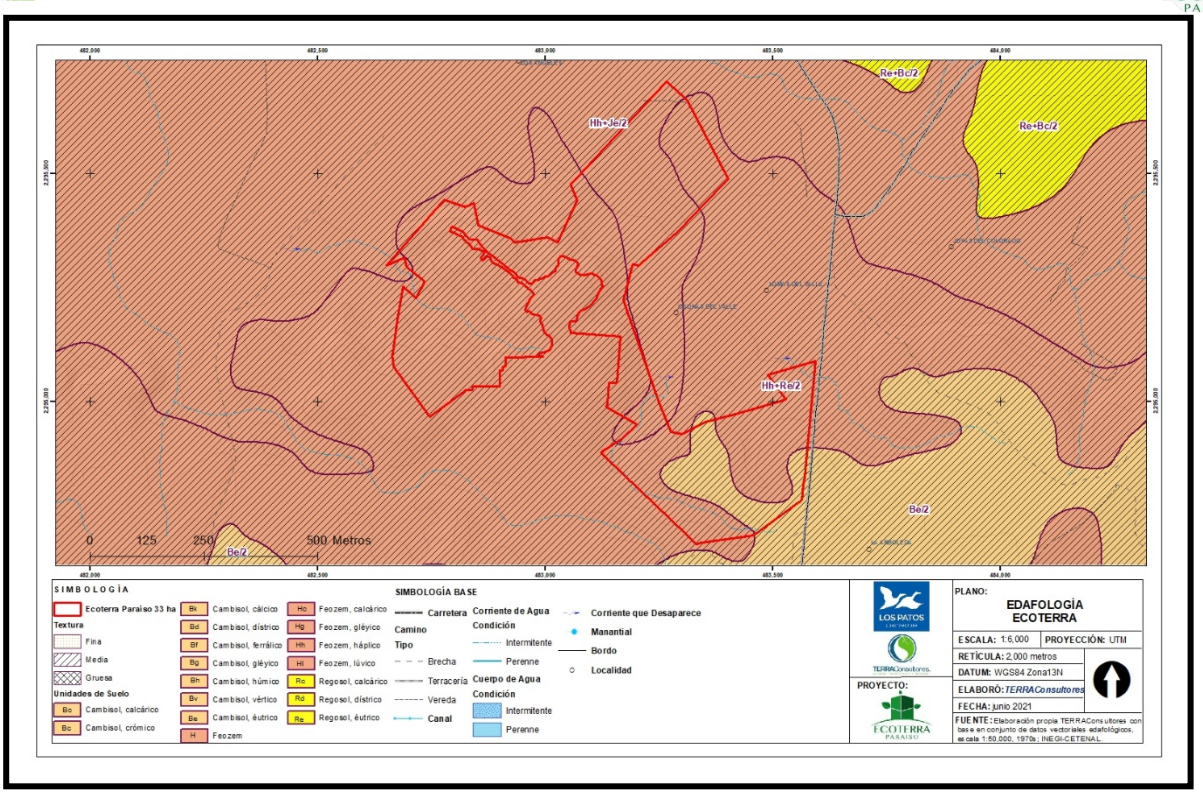



*Figura IV.34 Edafología del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:50,00; INEGI-CETENAL, 1970's (IIEG-SEMADET, 2018).*

De acuerdo con la mecánica de suelos realizado para el proyecto Ecoterra, derivado de las pruebas de laboratorio ejecutadas y por la inspección visual llevada a cabo durante la ejecución de los sondeos, se dice que en general el subsuelo está integrado por arena limosa y limos arenosos de baja a mediana, de mediana a alta plasticidad y resistencia en estado seco; de color café obscuro, café claro grisáceo y café rojizo. Con estado de compacidad relativa floja, media y densa; humedad natural cercana y superior a la óptima, esto debido a la presencia de escurrimientos o incremento ele humedad en el material a la profundidad de -1.20 m, sin formación de espejo de agua.

Los mapas mencionados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.8. MAPAS DE EDAFOLOGÍA**.

*IV.2.1.1.5 Geohidrología e hidrología superficial y subterránea*

## Hidrología superficial

El SA forma parte de la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma- Santiago-Pacífico; Región Hidrológica RH-14 Ameca; la cuenca de aporte directo es la 14C denominada Río Ameca – Ixtapa; a su vez, dentro de la RH 14C se ubica la subcuenca 14Cc R. Ameca – Ixtapa, siendo esta la de interés para el análisis.

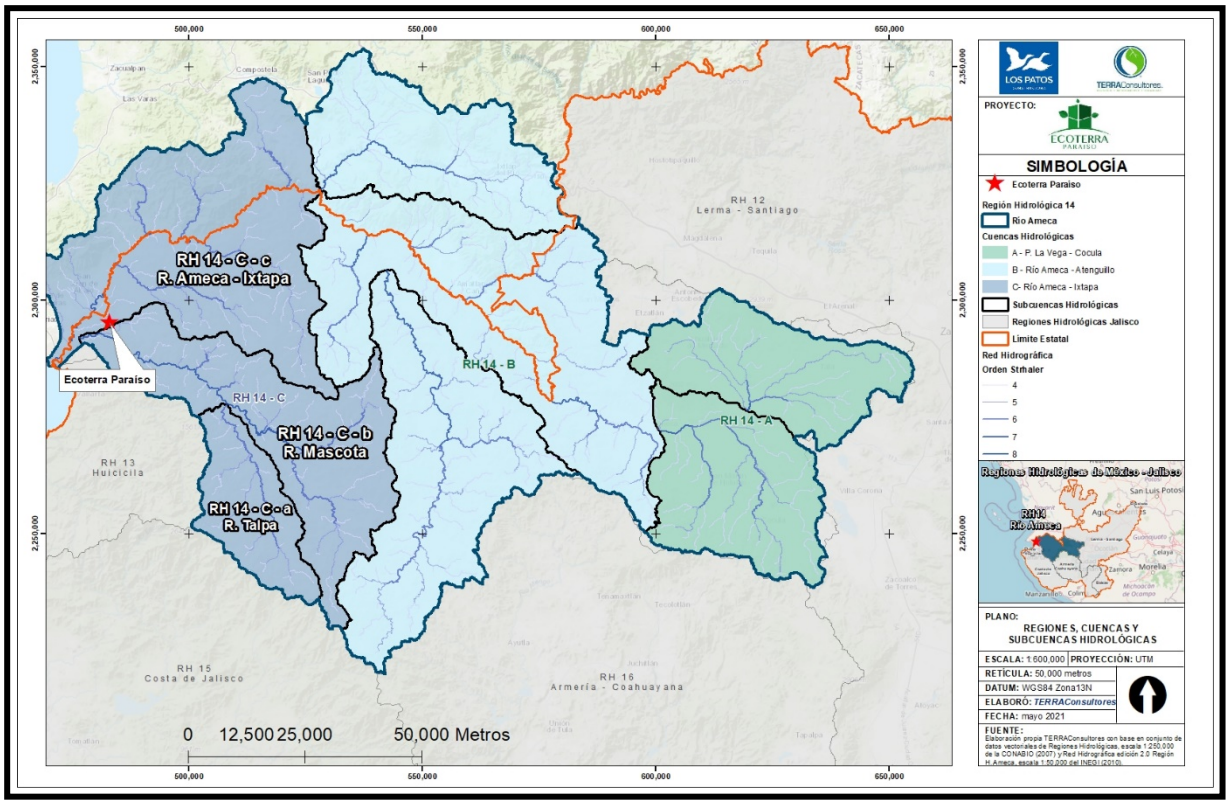



*Figura IV.35 Región hidrológica, cuenca y subcuenca a la que pertenece el Sistema Ambiental.*
*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de Regiones Hidrológicas, escala 1:250,000 (CONABIO, 2007) y Red Hidrográfica edición 2.0 Región H. Ameca, escala 1:50,000 (INEGI, 2010).*

Acorde a la información publicada por el Diario Oficial de la Federación (2018), basada en datos de la CONAGUA (2016), la Región Hidrológica Ameca, se ubica entre los estados de Jalisco y Nayarit, sobre las coordenadas geográficas 20°05' y 21°17' de latitud norte y 103°30'0'' y 105°20'0'' de longitud oeste; y tiene una superficie total de 12,787.320 $km^2$.

Se integra por tres cuencas P. La Vega – Cocula, Río Ameca – Atenguillo y Río Ameca Ixtapa; y por nueve subcuencas hidrológicas: Salado, Cocula, Ahuacatlán, Atenguillo, Ameca Pijinto, Talpa, Mascota, Ameca Ixtapa A y Ameca Ixtapa B (estás últimas dos se identifican en la figura IV.38 como una sola llamada "R. Ameca – Ixtapa").

El sistema hidrológico de la Región 14, está constituido por dos ríos principales, los ríos Ameca y Mascota. El Río Ameca, se origina aproximadamente a 25 km al este de la ciudad de Guadalajara, en la parte más elevada de la cuenca, cerca de los 2,000 m s.n.m., con el nombre de río Salado, el mismo, sigue una dirección general suroeste, enfilando su desembocadura en el Océano Pacífico, al noroeste de Puerto Vallarta, Jalisco. Poco antes de desembocar, recibe aportaciones del Río Mascota. Este último nace en el extremo oeste del municipio de Cuautla en el sitio denominado La Cumbre de Guadalupe, su recorrido tiene una dirección general noroeste, tiene como afluente principal al Río Talpa.

Por su parte, la subcuenca R. Ameca – Ixtapa, con un área total de 2,338.505 $km^2$ (superficie resultante por la suma de los $km^2$ Ameca Ixtapa A y B), se sitúa desde la estación hidrométrica Pijinto hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

Con base en la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), hasta diciembre de 2015, se tiene registrados para la subcuenca de Ameca – Ixtapa un total de 398 aprovechamientos de aguas superficiales (dato resultante de la sumatoria de Ameca Ixtapa A [132 aprovechamientos] + Ameca Ixtapa B [266 aprovechamientos]), con un volumen anual concesionado de 105.419 millones de metros cúbicos (dato resultante de la sumatoria de Ameca Ixtapa A [3.275 millones de $m^3$] + Ameca Ixtapa B [102.144 millones de $m^3$]); siendo esta subcuenca la segunda con el mayor volumen concesionado de toda la Región Hidrológica 14.

Mientras tanto, en lo que respecta al aprovechamiento de aguas nacionales subterráneas, se tiene registrados para la subcuenca de Ameca – Ixtapa un total de 427 aprovechamientos de aguas subterráneas (dato resultante de la sumatoria de Ameca Ixtapa A [66 aprovechamientos] + Ameca Ixtapa B [361 aprovechamientos]), con un volumen anual concesionado de 84.390 millones de metros cúbicos (dato resultante de la sumatoria de Ameca Ixtapa A [12.414 millones de $m^3$] + Ameca Ixtapa B [71.976 millones de $m^3$]); posicionándose en tercer lugar de las subcuencas con mayor demanda en la RH14 Ameca.

En lo particular, para la hidrología superficial del Sistema Ambiental, con base en el conjunto de datos vectoriales de las cartas topográficas F13C59e y F13C69b, escala 1:50,000 del INEGI (2016), se tienen registradas 35 corrientes de agua, todas de carácter intermitente; dos de ellas se identifican con el nombre "Los Menores" y "Vena del Higueral", ambas ubicadas en el límite oeste del SA, estas son alimentadas por las aportaciones de un canal sin revestimiento con el mismo nombre que uno de los arroyos, "Los Menores". En cuanto a cuerpos de agua, se reconocen 8, al igual que las corrientes de agua, son todos intermitentes y dos de ellos funcionan como vasos de bordos; en cuanto a superficie ninguno de ellos rebasa los 700 $m^2$. Además, en la zona de lomeríos, en donde las alturas son mayores (cerca de la localidad colinas campestres), se tiene el registro de un estanque.

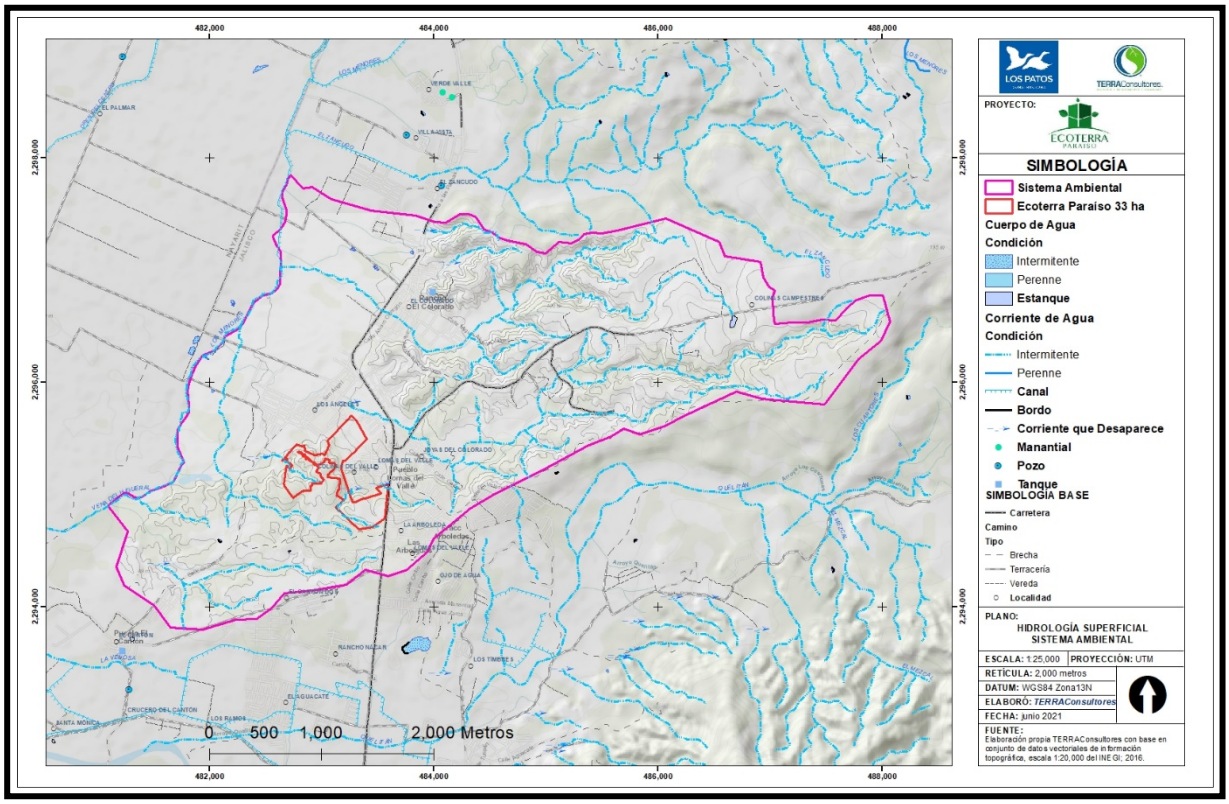



*Figura IV.36 Hidrología superficial del Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de información topográfica, escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Una vez revisados a detalle los rasgos hidrológicos superficiales, en el SA se identifica un parteaguas principal con sentido dominante este-oeste y otros secundarios, oblicuos o más o menos perpendiculares; esto, asociado al tipo de clima de la región caracterizado por una marcada estacionalidad (época de lluvias y de secas), determinando así la dinámica hidrológica general.

En esta dinámica, el parteaguas principal establece dos grandes áreas de captación de agua independientes entre sí en su parte alta e intermedia, las cuales posteriormente se fusionan ya en el cauce bajo, en los arroyos identificados "Los Menores" y "Vena del Higueral" en el valle, para luego unirse al Río Ameca. Lo anterior da lugar a un drenaje mixto, con un trabajo pronunciado sobre el terreno en el área de lomeríos de conglomerado; y de lento drenaje en el valle, en donde se manifiestan cauces divagantes y algunas áreas inundables.

El drenaje del área está representado por un sistema dentrítico en las partes altas, y por otro sistema paralelo y sinuoso en el valle. Más a detalle, los escurrimientos morfológicamente son de cinco tipos: semiapinados rectos y largos con arrastre rápido; semidentrítico y profusamente bifurcado; de cañada con ascenso profundo hacia la sierra y gasto rápido y penetrante hacia el valle; y los subtipos más antropizados que corresponden a cañadas de borde y cañada amplia las cuales se caracterizan por manifestar un mayor grado de erosión (grupo edáfico Je) y modificación de su paisaje (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Respecto a la hidrología superficial **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, con base en el conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica F13C59e, escala 1:50,000 del INEGI (2016), se tienen registradas 3 corrientes de agua con una condición intermitente; todas ellas se distinguen por perder su traza al llegar a las zonas del valle o planicies. Dentro del área del proyecto no se registran otros rasgos hidrológicos que pudieran ser de importancia para el desarrollo.

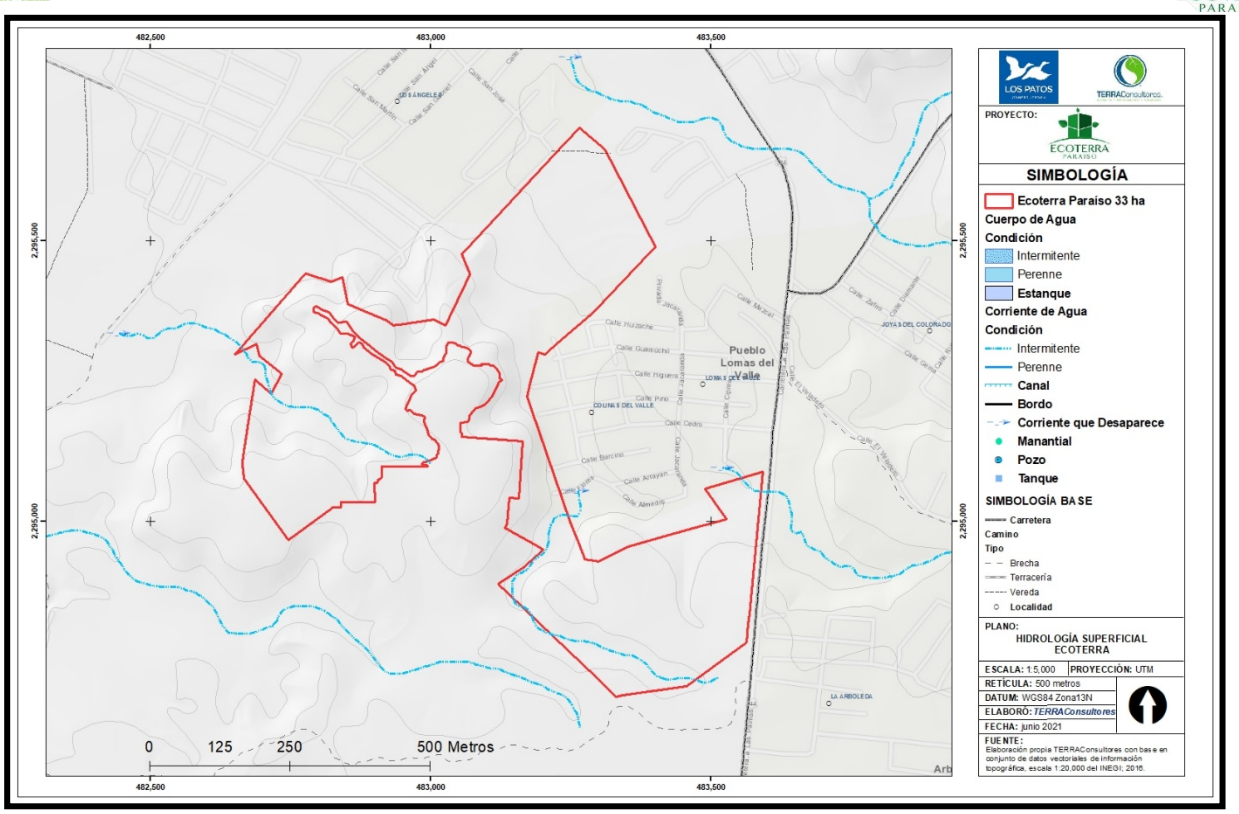



*Figura IV.37 Hidrología superficial del área del proyecto.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de información topográfica, escala 1:20,000 (INEGI, 2016).*

Los mapas descritos con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.9. MAPAS DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**.

## Hidrología subterránea

Conforme a la carta de aguas subterráneas F13-11 Puerto Vallarta, escala 1:250,000 del INEGI (1981), la componente regional de flujo del agua subterránea es en dirección noreste-suroeste, resultante de los flujos infiltrados en la sierra y en las lomas, los cuales, convergen hacia el litoral siguiendo de manera aproximada el sentido del canal del Río Ameca.

Las unidades geohidrológicas referentes al grupo de rocas o material granular, cuyas características físicas y potenciales funcionan como una sola desde el punto de vista hidrológico, puede ser productora, de recarga, impermeable o sin posibilidades de contener agua. Estás se dividen en dos

grandes grupos en función al tipo de material, consolidado que corresponde a rocas masivas y duras y; no consolidado que corresponde a diferentes tipos de suelo o bien a roca, disgregada de consistencia blanda; esta caracterización auxilia en dar una idea sobre la coherencia y los esfuerzos necesarios para la perforación en caso de ser necesario.

El SA se ubica sobre tres tipos, material consolidado con posibilidades bajas, 81.06% (1,114.6945 ha); material no consolidado con posibilidades altas, 12.77% (175.5911 ha); y material no consolidado con posibilidades medias 6.17% (84.8059 ha).

Según el INEGI (2012), el material consolidado con posibilidades bajas, es una unidad está constituida por uno o varios tipos de roca sólida que por su origen y formación presenta características no favorables para conformar acuíferos, dado como resultado una muy baja permeabilidad, e incluso llegar a ser impermeables.

Por otro lado, el material no consolidado con posibilidades altas está constituido por conglomerados semiconsolidados, así como aluviones, depósitos eólicos y de piedemonte, tienden a presentar permeabilidad de media a alta debido a su porosidad y bajo grado de cementación.

Finalmente, el material no consolidado con posibilidades medias, esta unidad está conformada por suelos, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas con características físicas y condiciones geohidrológicas favorables, entre ellas, buena posición topográfica, porosidad y permeabilidad de baja a media que permiten inferir con la ayuda de algunas manifestaciones subterráneas, la posible presencia de agua en el subsuelo.

Cabe resaltar que el polígono del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, se localiza al 100% en la unidad geohidrológica: material consolidado con posibilidades bajas, es decir, que geohidrológicamente no presenta condiciones favorables de permeabilidad, sino que llega a ser una zona prácticamente impermeable.

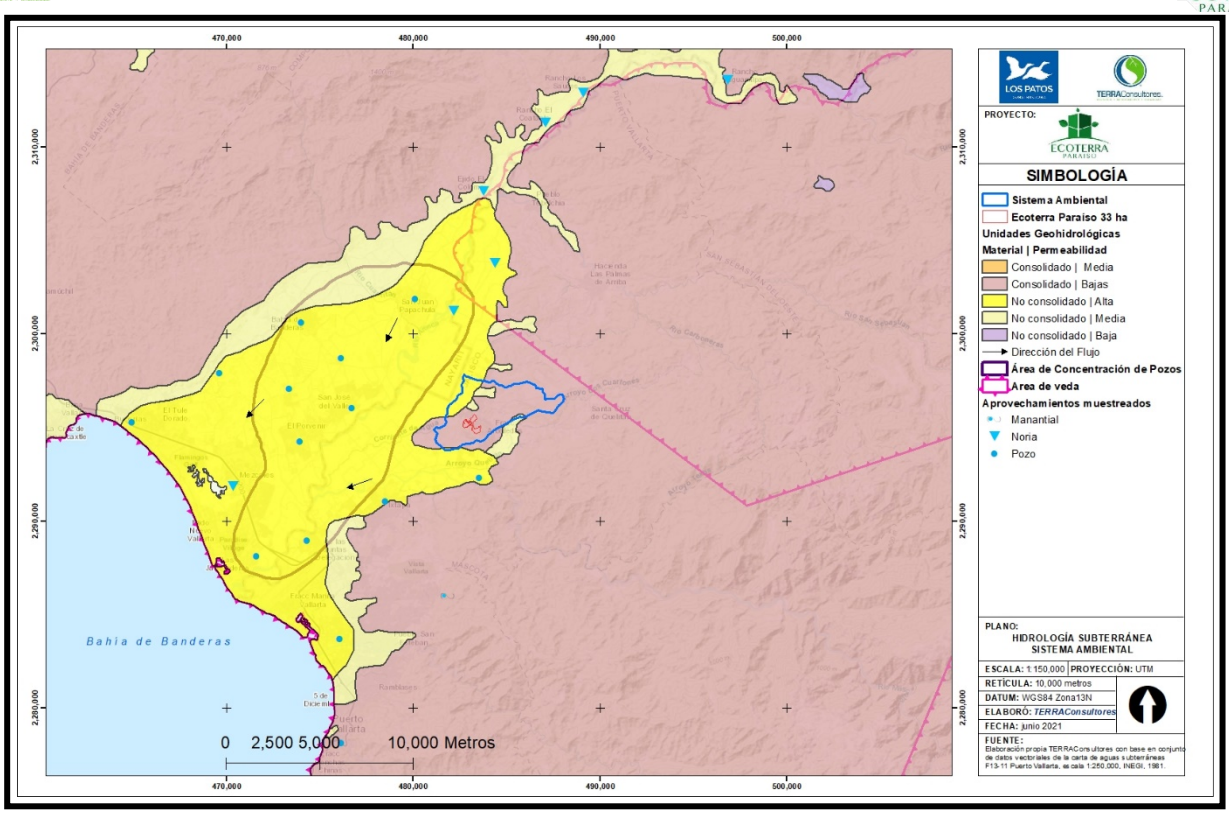



*Figura IV.38 Hidrología subterránea aplicable al Sistema Ambiental.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de la carta de hidrología subterránea F13-11 Puerto Vallarta, escala 1:250,000 (INEGI, 1981).*

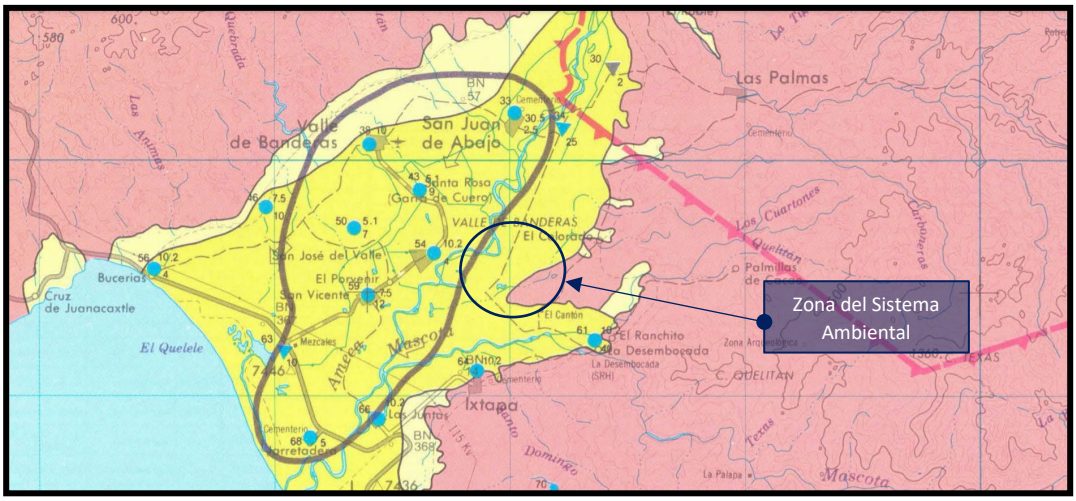



*Figura IV.39 Carta de aguas subterráneas, acercamiento al Sistema Ambiental.*

*Fuente. Carta de hidrología subterránea F13-11 Puerto Vallarta, escala 1:250,000 (INEGI, 1981).*

En cuanto al tema de acuíferos, el SA se ubica en el acuífero 1427 Puerto Vallarta, este se encuentra comprendido entre la zona limítrofe de los Estados de Jalisco y Nayarit, enclavada en la vertiente occidental de la Sierra Madre, cubre una superficie de aproximadamente 1,814 km$^2$. La situación administrativa del acuífero se clasifica como una zona de disponibilidad 2, sobre él se ejerce un decreto de veda publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año 1978, en el que se decreta una veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo de los mantos acuíferos, en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del municipio de Puerto Vallarta.

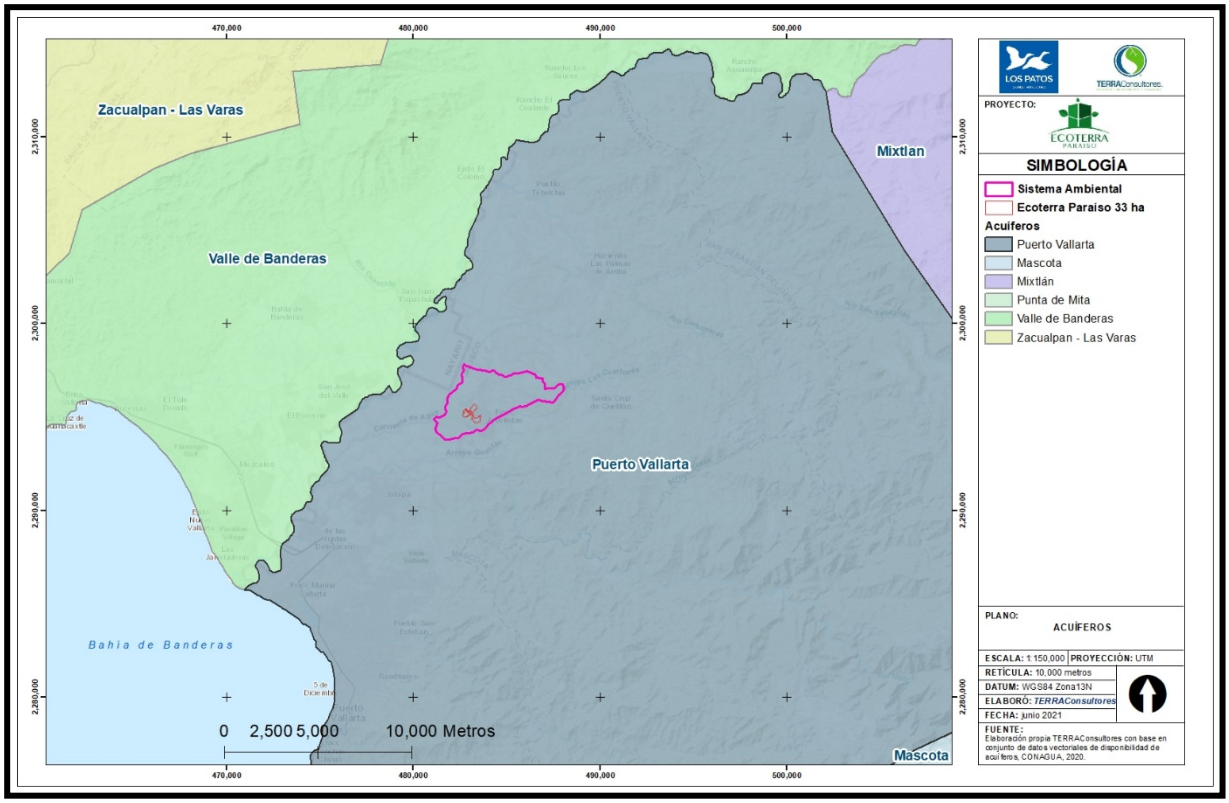



*Figura IV.40 Acuíferos.*

*Fuente. Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales de disponibilidad de acuíferos (CONAGUA, 2020).*

La CONGAUA (2020) en su documento Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Puerto Vallarta (1427), Estado de Jalisco, proporciona datos de los parámetros hidráulicos del acuífero relacionados con la transmisividad y almacenamiento, elementos fundamentales para determinar el rendimiento y potencialidad de explotación. Por ello, a través de pruebas de bombeo en pozos distribuidos en la zona se obtuvieron valores de transmisividad cuyo rango vario de 5 X 10$^{-3}$ m$^2$ /s

a 30 X 10-3 $m^2$ /s. Estos valores revelan que la capacidad transmisora del acuífero es de media a alta. La distribución espacial de la transmisividad muestra que los valores más altos se concentran en el centro de la zona, a lo largo de las márgenes del río Ameca; mientras que los valores más bajos se encuentran en la porción noroeste y sureste de ésta.

La buena precipitación de la zona, aunada a la incipiente explotación de los mantos acuíferos y a la perennidad del río Ameca, ha propiciado que los problemas que se presentan a causa de la explotación del agua subterránea, sea de índole menor, lo anterior ha tenido como consecuencia que los estudios geohidrológicos realizados en la zona sean escasos e incompletos, y, por ende, los datos piezométricos con los que se cuenta son pocos en cuanto a número y frecuencia de muestreo se refiere. Los datos de piezometría con los que se cuenta en la actualidad, son los que se obtuvieron en los estudios realizados (1974, 1979, 1998) en la zona, complementados por mediciones esporádicas realizadas por las gerencias de Nayarit y Jalisco, pertenecientes a la CONAGUA.

La profundidad del nivel estático, que auxilia en el entendimiento del comportamiento hidráulico del acuífero, refiere que los niveles del agua permanecen en la mayor parte del valle a profundidades someras, a excepción de ciertas áreas en donde se ha concentrado la explotación del acuífero, como es el caso de los alrededores de la población de El Pitillal, donde está emplazada una batería de pozos para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puerto Vallarta, Jal. Allí se observan niveles del agua subterránea algo más profundos. La distribución de las profundidades del nivel estático es la siguiente: Hacia el borde oriental, la profundidad varía entre 1 y 4 metros, mientras que en la porción noroccidental esta variación esta entre 1 y 20 metros. Los valores más someros del nivel se observan en la porción central del valle, en las proximidades de las márgenes del río Ameca.

La configuración del nivel estático muestra un flujo preferencial del agua subterránea de noroeste a sudoeste y de noreste a sudoeste, siguiendo la dirección del río Ameca. Esto es comprensible, ya que las áreas de recarga se encuentran en las zonas limítrofes del valle con las formaciones montañosas del noroeste (sierra Vallejo) y sudeste (sierra Jolalpa). Puede observarse además que existe un drenado del acuífero por parte del río Ameca en el tramo comprendido de la población de San Juan de Abajo hasta aproximadamente la altura de la población San José del Valle, aguas abajo de la población mencionada anteriormente.

El flujo subterráneo sigue una dirección natural hacia el mar, sin que se observen distorsiones significativas en esté a causa de la extracción efectuada por pozos y norias de la zona.

Los niveles del agua subterránea en el acuífero se encuentran a una altura que varía de 6 a 50 m s.n.m., encontrándose los valores mayores en las cercanías de las sierras aledañas y los menores conforme nos aproximamos a la línea costera.

La evolución del nivel del agua subterránea en un periodo de 13 años (dic. 1985 – dic. 1998) muestra que los mayores abatimientos se presentan en las inmediaciones de la población del Pitillal y en los bordes del valle (norte y oriente). El descenso del nivel del agua en el área situada en la cercanía de la población del Pitillal es del orden de los 2 metros (0.15 m/año), mientras que, en los bordes norte y oriente del valle, los descensos han sido de menos de 1 metro (.07 m/año). El descenso de 2 metros en el Pitillal, se debe principalmente a que en ese lugar se encuentra emplazada una batería de pozos que abastece de agua potable a la población de Puerto Vallarta, Jal. En la porción central del valle, en las cercanías del río Ameca, la evolución del nivel estático fue de 0 metros, encontrándose en algunos puntos muy localizados (confluencia del río Macota) valores positivos. La evolución del nivel estático promedio para un área de balance de 285.9 $km^2$ en el periodo considerado, presenta una recuperación del orden de los 0.26 cm.

En lo que respecta a hidrogequímica y la calidad del agua, es posible clasificar a los diferentes tipos de agua que existen en una zona, de acuerdo con el anión y catión predominantes. Se observa una predominancia de agua bicarbonatada - cálcica, en las áreas de recarga ubicadas al noroeste, norte y noreste del valle, manteniendo en general esta composición hasta la altura de la carretera Vallarta - Tepic. Dentro de esta gran área a la altura de la brecha que une El Porvenir con la carretera antes mencionada, se presenta una zona con agua mixta (bicarbonatada - cálcica - magnésica) y diseminadas en el área existen pequeñas porciones con agua clorurada - cálcica. Hacia la línea costera, existen áreas con predominancia del catión sodio y variando el anión principal entre bicarbonato, sulfato y cloruro.

A temperatura constante, la conductividad eléctrica solo es función de los iones presentes y de su concentración y puesto que su determinación es directa y relativamente sencilla, su utilización representa un medio confiable para estimar la calidad química del agua. Las curvas de igual conductividad eléctrica presentan valores que van de 200 a 1000 micromhos/cm. Los valores más bajos se presentan en las estribaciones de las sierras, incrementando su valor hacia el sudeste y noroeste, tendiendo a converger en el Río Ameca. Hacia el poniente del valle, en los alrededores del poblado de la Mojonera, se presentan curvas con valores de 500 y 800 micromhos/cm.; valores considerados altos dada su ubicación y que es probable se encuentren asociados con materiales más arcillosos.

En las proximidades del poblado de las Juntas, existe un área con valores bajos (250 micromhos/em) y que, por su ubicación, es factible pensar que se encuentra influenciada por los escurrimientos del Río Mascota. Ion Sodio (Na+). Se observa que las concentraciones de sodio varían entre 0.5 y 8 meq/l, aumentando su valor de las estribaciones de las sierras hacia el centro del valle y de la parte alta de la cuenca hacia la línea de costa. En general, se observa la misma tendencia de incremento que para la

conductividad. Ion Calcio (Ca++). Las direcciones de incremento coinciden con las observadas en las configuraciones del ion sodio y conductividad eléctrica.

En cuanto a aprovechamientos, la distribución por usos se conforma de la siguiente manera:

| Uso | No. de Aprovs. | Volumen extraído ($m^3$/año) |
|---|---|---|
| **Agrícola** | 89 | 10,101,235 |
| **Doméstico y otros** | 8 | 24,949 |
| **Industrial y Servicios** | 19 | 2,454,508 |
| **Pecuario** | 2 | 20,387 |
| **Público Urbano** | 35 | 24,553,998 |
| **Total** | 72 norias, 81 pozos | 37,159,873 |

*Tabla IV.14 Distribución de aprovechamientos en el acuífero 1427 Puerto Vallarta.*

*Fuente. Elaboración propia con base datos de la CONAGUA (2020).*

## Balance de aguas subterráneas del acuífero

### *Entradas*

Se consideran entradas al acuífero todos los volúmenes de agua que de alguna manera ingresan en la formación acuífera procedentes de diversas fuentes, y que una vez en el acuífero, son susceptibles de aprovechamiento. Estas entradas pueden englobarse en dos categorías: Recarga natural y recarga inducida.

### *Recarga natural*

La recarga natural del acuífero está constituida principalmente por la recarga vertical que tiene lugar a través de la infiltración de la lluvia que cae sobre los materiales permeables de la zona, así mismo, constituye otra fuente de recarga la infiltración que se efectúa a lo largo de los cauces de los ríos Mascota y Ameca que atraviesan el valle, ya que estos se comportan en unos tramos como influentes y en otros como efluentes. Otra fuente de recarga es la infiltración que se presenta en los contactos de las formaciones permeables e impermeables. La recarga horizontal puede ser considerada también como una recarga natural.

***Recarga inducida***

La recarga inducida se considera como el volumen de agua que llega a los acuíferos por intervención directa del hombre, este tipo de recarga tiene lugar principalmente en las zonas de riego.

***Flujo horizontal***

El flujo horizontal es una recarga natural del acuífero, está recarga está representada por el volumen de agua que entra al valle subterráneamente proveniente de áreas de recarga distantes o salidas horizontales de agua de otros acuíferos.

El volumen calculado que entra como recarga horizontal al acuífero del valle, asciende a 18.75 $hm^3$ /año.

***Salidas***

Como salidas se consideran los volúmenes que abandonan de una forma u otra los límites del acuífero, estas salidas pueden ser de diversa índole, aunque todas constituyen mermas a las reservas del acuífero.

***Evapotranspiración***

La evapotranspiración constituye una salida de agua importante a considerar en acuíferos con niveles someros menores de un metro de profundidad. En el valle la evapotranspiración se lleva a cabo principalmente en ambas márgenes del río Ameca en donde las profundidades al nivel estático son menores a 1 metro y la cobertura vegetal (constituida principalmente por vegetación nativa en las proximidades del río) es manifiesta. Existen en la zona superficies de inundación permanentes en la que la evaporación se realiza en forma directa. Con una suposición de que la evaporación real es del orden del 50% de la evaporación potencial, se estimó una descarga por este concepto del orden de los 67 $hm^3$ al año.

***Descargas naturales***

Las descargas naturales del acuífero Puerto Vallarta se efectúan por medio de las salidas horizontales del agua subterránea, y por el drenado que el río Ameca hace al acuífero. La evaluación del volumen que sale horizontalmente del acuífero y que descarga al mar, es del orden de los 3.3 $hm^3$ al año, El aprovechamiento de este volumen debe ser considerado cuidadosamente, ya que esta descarga sirve como una barrera que se opone a la intrusión salina que amenaza al acuífero del valle.

***Flujo base del río Ameca***

El volumen drenado por el río Ameca es una descarga natural importante que tiene lugar en el acuífero de la zona, ya que esté drenado constituye una parte importante del flujo base que mantiene el río Ameca en su recorrido por el acuífero Puerto Vallarta. Con objeto de obtener el volumen drenado por el río a su paso por la zona de Puerto Vallarta, además de tomar como base las estaciones Gaviotas y La Desembocada ubicadas en el río Ameca y río Mascota respectivamente, se ubicó una estación hidrométrica temporal en la desembocadura del río Ameca, a 300 metros aguas arriba del puente Ing. Manuel López de la Vega, allí, durante 5 días seguidos, se midió el gasto del río Ameca. Mediante el procesamiento de los datos hidrométricos de las estaciones mencionadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

| Estación | Velocidad media (m/seg) | Gasto medio ($m^3$/seg) | Distancia al puente río Ameca (m) | Tiempo de transito hasta la est. Puente (horas) | Volumen transitado del 24 al 28 marzo del 2000 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gaviotas Cauce Principal** | | 0.1448 | 28,700 | 12.116 | 50,898 |
| **La Desembocada** | 0.498 | 1.515 | 15,300 | 8.534 | 520,169 |
| **Puente río Ameca** | 0.658 | 3.929 | | | 1,634,534 |

*Tabla IV.15 Datos hidrométricos de estaciones dentro del acuífero 1427 Puerto Vallarta.*

*Fuente. Elaboración propia con base datos de la CONAGUA (2020).*

El arroyo San Sebastián y la Planta de Tratamiento de Aguas de Ixtapa contribuyen al gasto registrado en la estación Puente río Ameca. Por desgracia no se contó con hidrometría de estos contribuyentes, sin embargo, por inspección visual se calcula que el gasto aportado por las dos fuentes es del orden de 1.4 $m^3$ /s, lo que equivale a un volumen de 604,800 $m^3$ del 24 al 28 de marzo del 2000.

Por tanto, el volumen drenado por el río Ameca en su paso por el Valle de Banderas – Puerto Vallarta seria de:

1, 634,534 – 520,169 - 50,898 - 604,800 = 458,667 $m^3$

lo que equivale a un gasto de 1.061 $m^3$ /s

ó un volumen anual de 33,024,024 $m^3$ /año.

Si se considera el hecho de que las mediciones se hicieron casi a finales de la época de estiaje, el volumen anterior puede considerarse como el volumen mínimo que drenara el río Ameca a su paso por el valle en el término de un año.

En el estudio realizado en 1979 por la compañía Geocalli, la evaluación del volumen drenado se hizo de una forma indirecta, suponiendo que el volumen que entra entre unos canales de entrada determinados debe ser el mismo que sale por otros determinados canales de salida, y que su diferencia debe ser el volumen drenado por el río. La estimación del caudal drenado fue de 1.0 m/seg ó 31.5 $hm^3$ /año.

Como puede apreciarse los resultados obtenidos en los dos casos son muy similares, por lo que se concluye que el volumen mínimo drenado por el río Ameca en su paso por el valle es del orden de los 33 $hm^3$ /año.

***Bombeo***

La extracción de aguas subterráneas calculada en 1979, fue de 5 $hm^3$ /año, los cuales eran extraídos por el 10% de las captaciones existentes en el área. La extracción calculada en la actualidad es del orden de 37.2 $hm^3$ /año, los cuales son extraídos por 81 pozos y 72 norias.

***Cambio de almacenamiento***

La variación estacional del volumen del agua subterránea en Puerto Vallarta, tomando en consideración una superficie de 285.9 $km^2$, por lo que el cambio de almacenamiento es 0.

***Ecuación de balance***

La ecuación de balance del agua subterránea expresada en su forma más simple es:

$$Recarga\ total - Descarga\ total = Cambio\ de\ almacenamiento$$

La cual, para fines prácticos se puede expresar de la siguiente manera:

$$Eh + Rv - B - Sh - Dc - Et = \Delta S$$

Dónde:

Eh – Entradas horizontales

Rv – Recarga vertical

B – Bombeo

Sh – Salidas horizontales

Dc – Descarga al río

Et – Evapotranspiración

∆S – Cambio de almacenamiento

S – Coeficiente de almacenamiento

Despejando la recarga vertical (Rv) de la ecuación de balance, tendremos:

$$Rv = \Delta S + B + Sh + Dc + Et - Eh$$

| Rv | ∆S | +B | +Sh | +Dc | +Et | -Eh |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 67.75 | 0.0 | 37.2 | 3.30 | 16.51 | 29.49 | 18.75 |

*Tabla IV.16 Valores de ecuación del balance para el acuífero 1427 Puerto Vallarta.*
*Fuente. Elaboración propia con base datos de la CONAGUA (2020).*

Por lo tanto, la recarga total del acuífero es del orden de los 86.5 $hm^3$ /año.

**Disponibilidad**

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Dónde:

DMA – Disponibilidad media anual de agua en el subsuelo de un acuífero

R – Recarga total media anual

DNC – Descarga natural comprometida

VEAS – Volumen de extracción de aguas subterráneas

***Recarga total media anual***

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, que para el acuífero de Puerto Vallarta es de **86.5 ($hm^3$ /año).**

***Descarga natural comprometida (DNC)***

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedente de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Puerto Vallarta la descarga natural se calcula en **17.0 $hm^3$ anuales**.

***Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)***

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el REPDA, los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **73.212190 $hm^3$** anuales, que reporta el REPDA de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

***Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (DMA)***

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

$$DMA = 86.5 - 17.0 - 73.212190$$

$$DMA = -3.712190\ hm^3/año$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de **3,712,190 m$^3$ anuales** que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

Los mapas mencionados con anterioridad pueden visualizarse de mejor manera en su versión impresa en formato doble carta anexa a este documento, así como en versión digital; consultando para ambas versiones el **ANEXO IX.IV.10. MAPAS DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**.

### IV.2.2.2. Medio biótico

Los aspectos bióticos que se desarrollan e interactúan con los aspectos abióticos del sistema ambiental (SA) y con, el área del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, son la vegetación y fauna de acuerdo a lo siguiente:

***a)*** **Vegetación terrestre**

La diversidad florística de México y la región del proyecto se debe en gran medida a la convergencia de la Sierra Madre Occidental, la planicie costera y el Eje Neovolcánico. Este último, juega un papel muy importante como corredor biológico entre la vertiente del Pacífico y la vertiente del Golfo, por lo cual, las afinidades florísticas entre ambas vertientes se ven altamente favorecidas.

La complejidad topográfica del área incluye regiones que van de los 17 metros hasta los 168 metros sobre el nivel del mar, por lo cual, la composición florística que presenta el SA se considera de gran importancia. De acuerdo a la conjugación de los factores bióticos y abióticos que dan como resultado esta riqueza de especies y a su vez las formas de agruparse conformando los diferentes tipos de vegetación.

La cubierta vegetal del Sistema Ambiental (**SA**) del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, de acuerdo a la clasificación de INEGI, serie VI 2014, está conformada por solo un tipo de vegetación, correspondiente a vegetación Sabanoide, (figura IV.44) la cual cubre una superficie de 911.0795 ha.

Sin embargo, durante los recorridos y trabajos de campo, tanto para el sistema ambiental como para el área del proyecto (**AP**) se registró vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia, ver figura IV.45; por ló que la fisonomía, composición y estructura, características ecológicas, grado de conservación y distribución, se realizará para el tipo de vegetación antes mencionado, tanto a nivel sistema ambiental y área del proyecto. En la tabla IV.17 se señala la superficie de la vegetación del sistema ambiental, área del proyecto y del CUSTF.

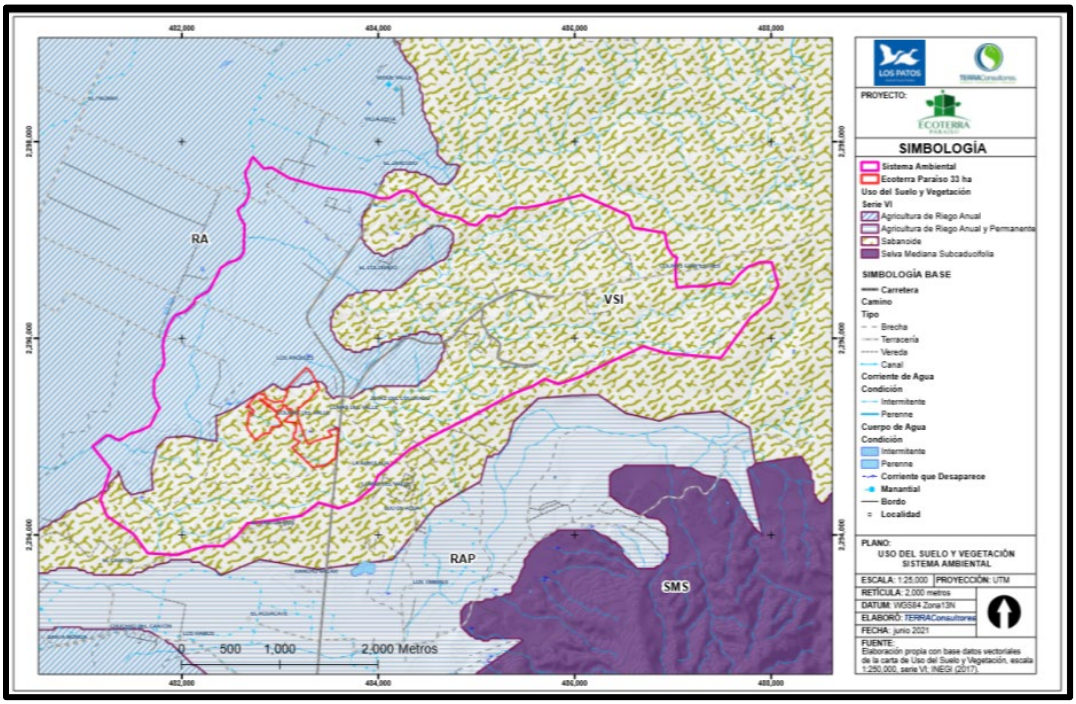



*Figura IV.1. Vegetación registrada en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI, serie VI*

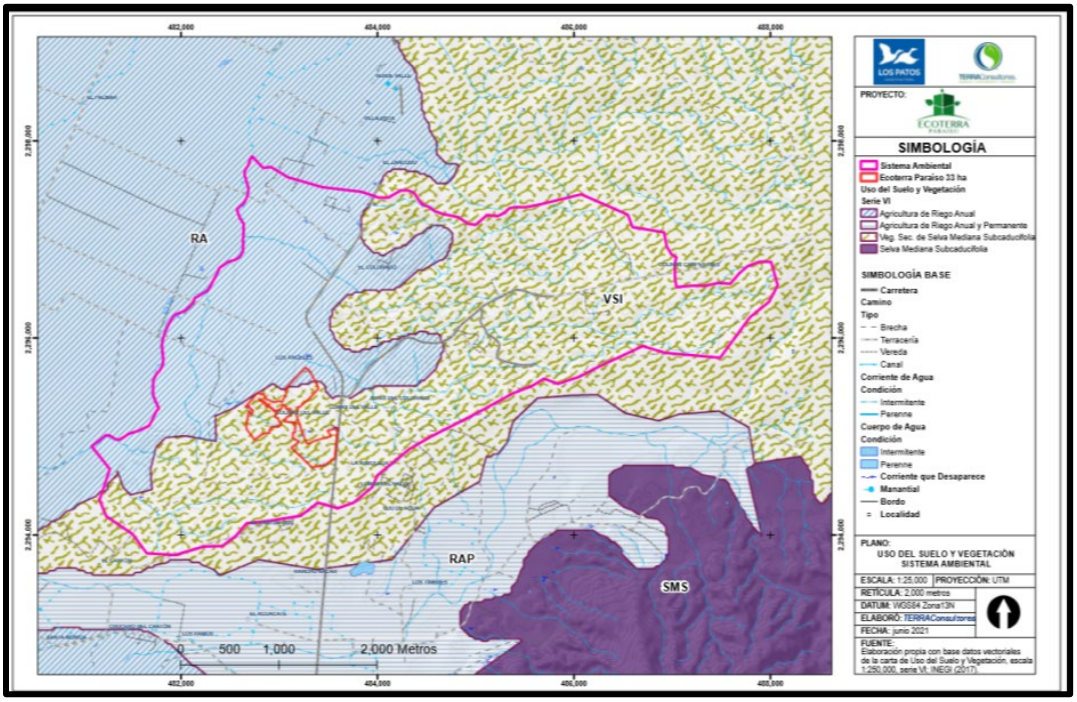



*Figura IV.2. Tipos de vegetación registrada en el SA y AP*

| Tipo de vegetación | Sistema Ambiental (ha) | Área del Proyecto (ha) | CUSTF (ha) |
|---|---|---|---|
| Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 911.0795 | 26.0658 | 23.2031 |
| **Total** | **911.0795** | **26.0658** | **23.2031** |

*Tabla IV.1. Comunidades vegetales del SA, AP y CUSTF.*

**Método para el análisis de la vegetación**

La metodología aplicada para identificar el tipo de vegetación, su composición, diversidad, fisonomía y grado de conservación por estrato dentro del sistema ambiental y área de CUSTF del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**", se basó en consultas bibliográficas y muestreos. En gabinete se consultaron las publicaciones de INEGI, serie VI 2014 y, en el sistema ambiental y en el área de CUSTF, se realizó un muestreo en los tramos con vegetación, se levantó información en sitios de 1000, 100 y 3.14 m².

*Figura IV.3. Esquemas generales de muestreo de flora*

Las actividades de usos de suelo e inventario forestal se realizaron durante 6 recorridos al área de estudio del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**. Durante las primeras 2 visitas se levantó y corroboró los diferentes usos de suelo principalmente en el área del proyecto y en las restantes (4), se realizó el inventario forestal.

Se realizaron mediciones del arbolado presente dentro de las áreas con uso forestal, estas actividades se ejecutaron con una brigada de 4 personas cada una; llevando a cabo las mediciones de árboles con diámetros mayores o iguales a 5 cm; se tomaron las lecturas por individuo y por especie (d.a.p. a l.30 m de suelo) con apoyo de cintas diámetricas y/o flexometros, y la altura total de cada individuo con ayuda de clinómetros Sunnto (Figura IV.47); a la vegetación arbustiva y herbácea con diámetros menores de 5 cm (d.a.p.) se le tomó la altura total y diámetro de copa o ancho de copa a cada individuo.

El sistema de muestreo utilizado fue aleatorio en sitios circulares. En la superficie con vegetación forestal se levantó información dasométrica tomando como referencia la superficie total.

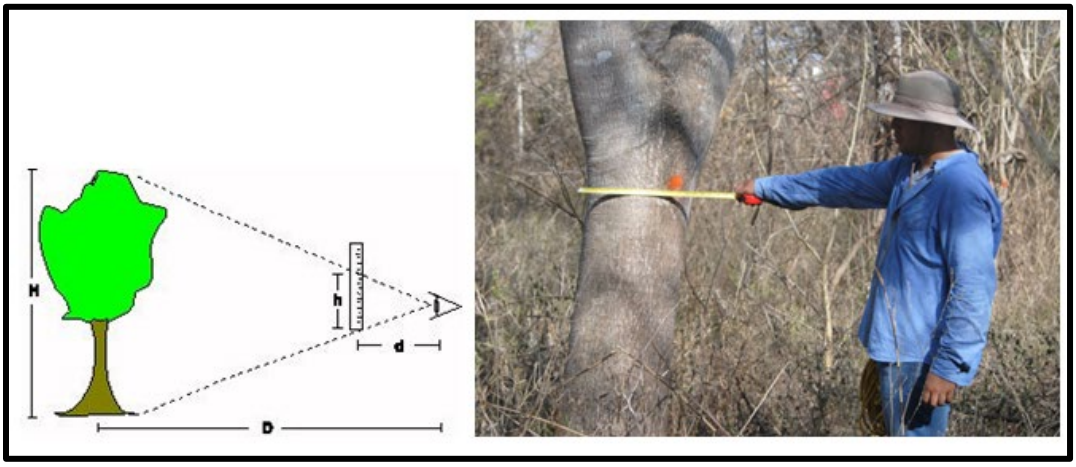



*Figura IV.4. Medición de altura con apoyo de un clinómetro Sunnto y medición de diámetro*

En las áreas que sustentan vegetación forestal de **vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia**, se levantaron sitios circulares de 1000 $m^2$ para el estrato arbóreo, mientras que para el arbustivo se levantaron sitios de 100 $m^2$ y en el estrato herbáceo se levantaron sitios de 1 m de radio (3.14 $m^2$), utilizando un registro con formatos previamente elaborados con los datos necesarios para fines de este documento; integrando información del diámetro y altura de los individuos presentes en donde se realizó el muestreo. Los datos del medio ambiente se tomaron en forma general y posteriormente en oficina se completó con material bibliográfico y electrónico.

*Figura IV.5. Delimitación de sitios de muestreo de flora*

El diseño de muestreo para la vegetación presente en el sistema ambiental y área del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, fue basado en los criterios descritos por Carlos Francisco Romahn de la Vega (1994).

- **Esquema de muestreo**

Para la vegetación, se levantó una muestra en los tramos con masa forestal empleando un transecto de medición, a partir del límite de la frontera con uso pecuario y agrícola con la forestal, realizando el registro de la información en sitios circulares de 1000 $m^2$ para el estrato arbóreo, 100 $m^2$ para el arbustivo y 1 m de radio (3.14 $m^2$) en el estrato herbáceo, cabe señalar que la superficie que comprende áreas con vegetación, se registró la cobertura de copa de los arbustos y de las hierbas por individuo, así como el diámetro **(D.A.P.)** además de la altura total para el estrato arbóreo.

*Figura IV.6. Obtención de información de los sitios de muestreo de flora silvestre*

- **Tamaño de la muestra**

De la superficie total del **sistema ambiental** delimitado para el proyecto (1,375.0915 ha), sólo se levantó la información dasométrica en 911.0795 ha (vegetación forestal) y 23.2031 ha en el área del proyecto que corresponde a la superficie de CUSTF, dichas superficies corresponden a la superficie forestal ocupada por vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

- **Intensidad de muestreo**

La intensidad de muestreo en estas áreas forestales dentro del sistema ambiental, se realizó tomando como referencia la superficie total de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el sistema ambiental y en la superficie para CUSTF, resultando de la siguiente manera:

| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE TOTAL (ha) | | NÚMERO DE SITIOS | | SUPERFICIE MUESTREADA (ha) | | INTENSIDAD DE MUESTREO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sistema ambiental | CUSTF | Sistema ambiental | CUSTF | Sistema ambiental | CUSTF | Sistema ambiental | CUSTF |
| Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia | 911.0795 | 23.2031 | 5 | 5 | 0.5000 | 0.5000 | 0.054 | 2.15 |

*Tabla IV.2. Sitios muestreados e intensidad de muestreo*

Las coordenadas de los sitios de muestreo de flora silvestre se presentan en la Tabla IV.19**,** y en la figura IV.50 y **ANEXO IX.IV.11. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA SILVESTRE** se ilustra su ubicación.

| Sitio | Coordenadas UTM | | | |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y |
| | Sistema ambiental | | CUSTF | |
| 1 | 484,170 | 2,295,982 | 483,247 | 2,295,541 |
| 2 | 482,588 | 2,295,028 | 482,912 | 2,295,317 |
| 3 | 4,83,020 | 2,295,384 | 482776 | 2,295,016 |
| 4 | 483,354 | 2,294,630 | 483,542 | 2,295,035 |
| 5 | 483,107 | 2,294,573 | 483,172 | 2,295,133 |

*Tabla IV.3. Coordenadas de los sitios de muestreo de flora*

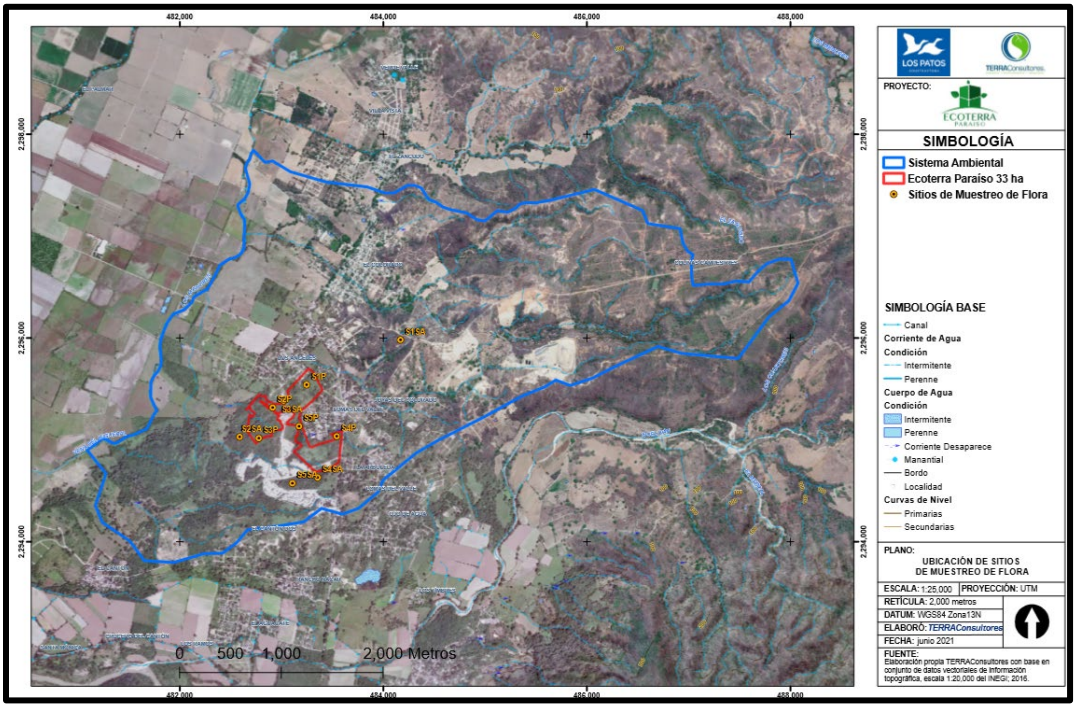



*Figura IV.7. Ubicación de los sitios de muestreo de la flora.*

**- Diversidad de la comunidad vegetal**

Para cada comunidad vegetal se le determino la diversidad de acuerdo a los Índices de diversidad-dominancia de Shannon-Wiener (H´).

Cabe señalar que la descripción de la vegetación se circunscribe a nivel de **sistema ambiental** y **área del proyecto**. En el plano del **ANEXO IX.IV.12. VEGETACIÓN Y USO DE SUELO DEL SISTEMA AMBIENTAL**, se muestra la distribución de la vegetación en el sistema ambiental y área del proyecto.

**Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia**

Este tipo de selva estuvo antiguamente sujeta a aprovechamientos forestales. Por lo anterior, ejemplares de especies secundarias han reemplazado el lugar de árboles primarios, formando parte del proceso sucesional entre las especies de mayor abundancia corresponden a *Leucaena leucocephala, Orbignya guacuyule, Cryosophyla nana y Vitex hemsleyi.*

Es la comunidad natural con mayor amplitud de distribución en el Área de Estudio, esta comunidad presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10m, eventualmente hasta

15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies.

Adicionalmente, los suelos someros, la pendiente, la estación de secas y la propensión al fuego de los territorios que ocupa hacen que sea una comunidad difícil de regenerar una vez alterada. Es más frecuente observarla como comunidades sucesionales fuertemente degradas, antropizadas e intruidas con especies climatófilas; más que como comunidad ligada a un ecosistema específico. Es un complejo que se asocia al patrón de distribución de humedad ciclónica del Océano Pacífico y a la orientación dominante del parteaguas de la Sierra Madre del Sur. Esta vegetación es de las más pobres en especies y también es de las más frágiles y difíciles de regenerar debido a que al deforestarse el suelo en donde se encuentra se erosiona con facilidad.

Su vegetación se distribuye de manera fragmentada en los lomeríos, cañadas y vertientes; pese a ello, puede calificarse como útil para garantizar condiciones ambientales más aceptables en el contexto urbanizado. En general, esta comunidad y condiciones son la que prevalecen en el Área de Estudio pues el evento de ocupación irregular que se desarrolla actualmente tanto en el valle como en los sistemas de lomerío y cañada, implican la remoción de la cubierta vegetativa.

- **Distribución en el área del proyecto**

La vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el área de proyecto se localiza en la parte norte, noreste y noroeste en asociación con pequeños manchones de agricultura de temporal y de pastizal inducido; el estado de conservación de este tipo de vegetación es considerada como vegetación secundaria en proceso de degradación, derivado de la fragmentación por el desmonte para cultivar pastizales para la crianza de ganado bovino principalmente en cerros y lomeríos y al acelerado proceso por los asentamientos humanos. Ver figura IV.51.

*Figura IV.8. Vegetación secundaria de SMSC en el área del proyecto.*

- **Composición y diversidad en el sistema ambiental**

La composición florística en el sistema ambiental está dominada por la presencia de un estrato arbóreo y arbustivo formado por especies de la familia Fabaceae, mientras que en el estrato herbáceo existe una dominancia de la familia Acanthaceae. Ver tablas IV.20, IV.23 y IV.26.

| No. | Familia | Especie | No. |
|---|---|---|---|
| **1** | Anacardiaceae | Spondias mombin L. | 16 |
| **2** | Apocynaceae | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 6 |
| **3** | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 4 |
| **4** | Bignoniaceae | Tabebuia rosea (Bertol.) DC. | 4 |
| **5** | Bixaceae | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. | 30 |
| **6** | Burseraceae | Bursera simaruba (L.) Sarg. | 12 |
| **7** | Caricaceae | Jacaratia mexicana A. DC. | 8 |
| **8** | Celastraceae | Wimmeria persicifolia Radlk. | 8 |
| **9** | Combretaceae | Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz | 18 |
| **10** | Convolvulaceae | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | 10 |
| **11** | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 14 |
| **12** | Euphorbiaceae | Sapium pedicellatum Huber | 2 |
| **13** | Fabaceae | Lysiloma microphyllum Benth. | 16 |
| **14** | Fabaceae | Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. | 28 |
| **15** | Fabaceae | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | 2 |
| **16** | Fabaceae | Albizia occidentalis Brandegee | 4 |
| **17** | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 30 |
| **18** | Fabaceae | Bauhinia pauletia Pers. | 4 |
| **19** | Fabaceae | Acacia hindsii Benth. | 2 |

| No. | Familia | Especie | No. |
|---|---|---|---|
| **20** | Lamiaceae | Vitex pyramidata B.L. Rob. | 82 |
| **21** | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 218 |
| **22** | Malvaceae | Luehea candida (DC.) Mart. | 124 |
| **23** | Malvaceae | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | 12 |
| **24** | Malvaceae | Heliocarpus pallidus Rose | 4 |
| **25** | Meliaceae | Trichilia trifolia L. | 12 |
| **26** | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 190 |
| **27** | Myrtaceae | Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn. | 4 |
| **28** | Nyctaginaceae | Pisonia aculeata L. | 6 |
| **29** | Primulaceae | Jacquinia macrocarpa Cav. | 2 |
| **30** | Rubiaceae | Randia armata (Sw.) DC. | 2 |
| **31** | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 2 |
| | | **Total** | **876** |

*Tabla IV.4. Composición florística del SA (estrato arbóreo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Anacardiaceae | 1 | 14,577 |
| **2** | Apocynaceae | 1 | 5,466 |
| **3** | Arecaceae | 1 | 3,644 |
| **4** | Bignoniaceae | 1 | 3,644 |
| **5** | Bixaceae | 1 | 27,332 |
| **6** | Burseraceae | 1 | 10,933 |
| **7** | Caricaceae | 1 | 7,289 |
| **8** | Celastraceae | 1 | 7,289 |
| **9** | Combretaceae | 1 | 16,399 |
| **10** | Convolvulaceae | 1 | 9,111 |
| **11** | Euphorbiaceae | 2 | 14,577 |
| **12** | Fabaceae | 7 | 78,353 |
| **13** | Lamiaceae | 1 | 74,709 |
| **14** | Malvaceae | 4 | 326,166 |
| **15** | Meliaceae | 1 | 10,933 |
| **16** | Myrtaceae | 2 | 176,749 |
| **17** | Nyctaginaceae | 1 | 5,466 |
| **18** | Primulaceae | 1 | 1,822 |
| **19** | Rubiaceae | 1 | 1,822 |
| **20** | Salicaceae | 1 | 1,822 |
| | **Total** | **31** | **798,106** |

*Tabla IV.5. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbóreo)*

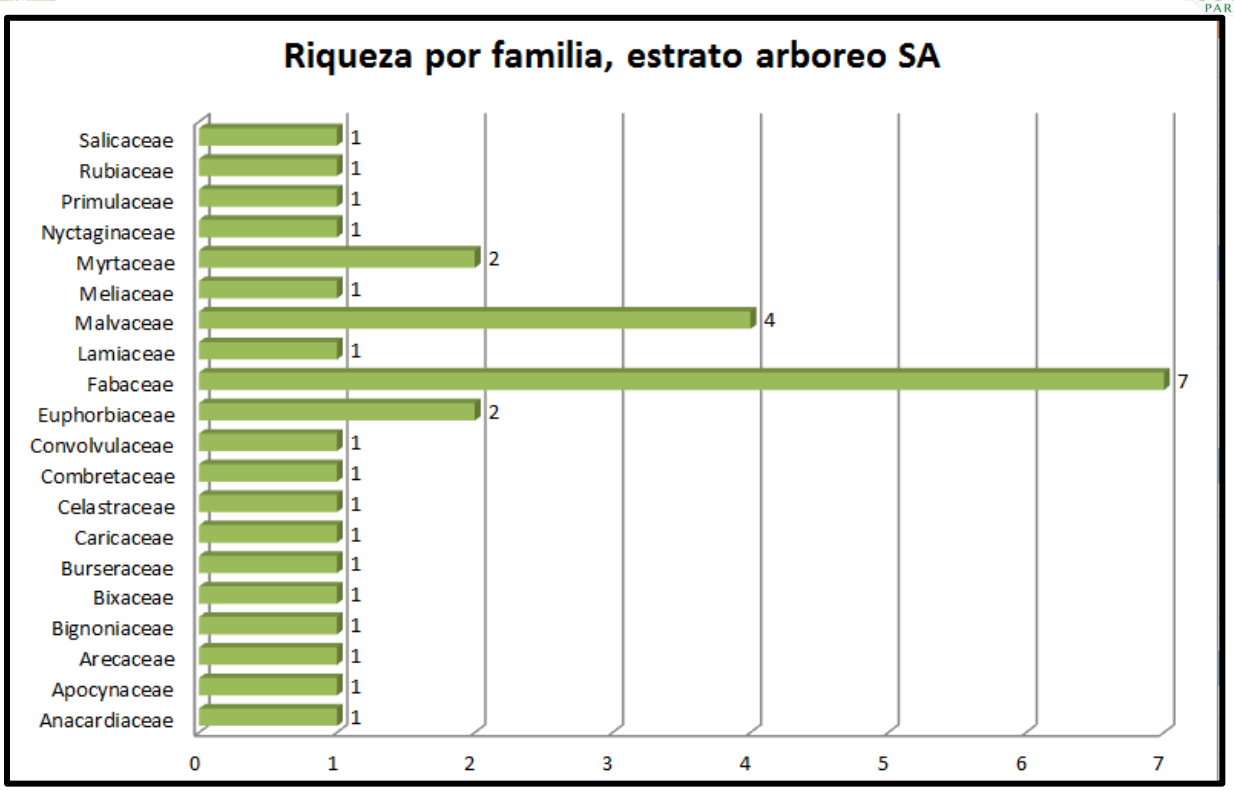



*Figura IV.9. Riqueza por familia (estrato arbóreo)*

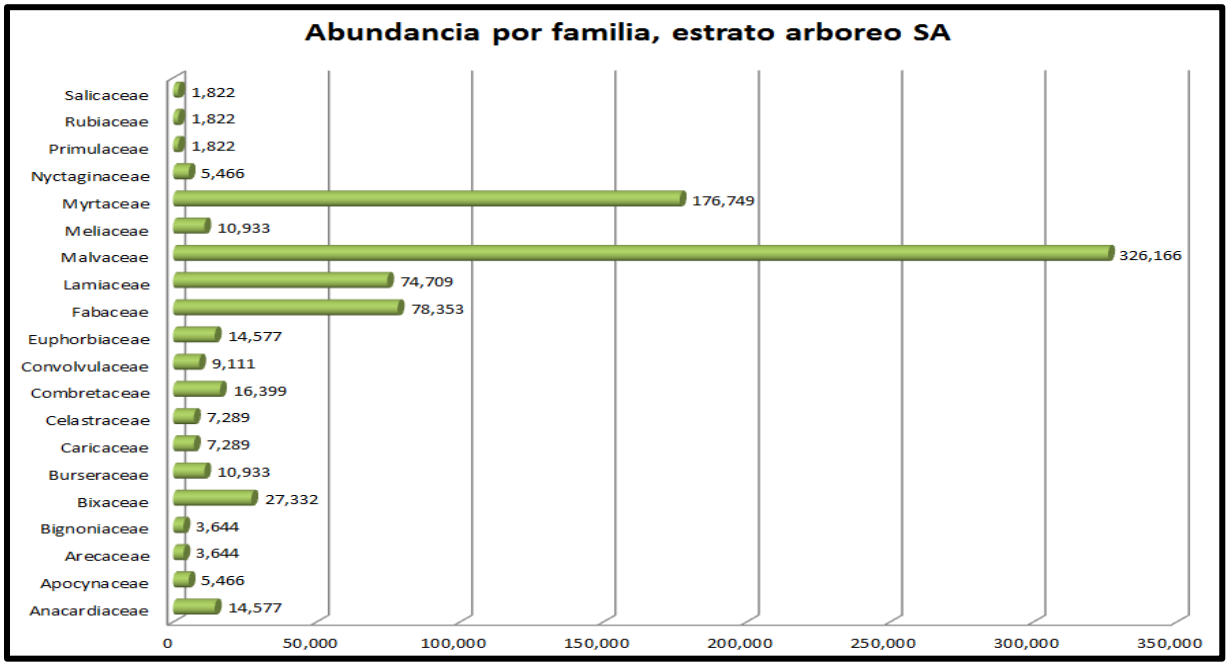



*Figura IV.10. Abundancia por familia (estrato arbóreo)*

| Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. Individuos/ha | Densidad relativa % | Dominancia relativa % | Frecuencia relativa % | Valor de importancia | Abundancia absoluta No. de ind./ha | Abundancia relativa Pi=ni/N | Ln (pi) | (pi) x Ln (pi) |
| **Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.** | 190 | 21.69 | 4.41 | 3.64 | 29.73 | 190 | 0.2169 | -1.53 | -0.33 |
| **Lysiloma microphyllum Benth.** | 16 | 1.83 | 5.27 | 3.64 | 10.74 | 16 | 0.0183 | -4.00 | -0.07 |
| **Guazuma ulmifolia Lam.** | 218 | 24.89 | 2.60 | 7.27 | 34.76 | 218 | 0.2489 | -1.39 | -0.35 |
| **Luehea candida (DC.) Mart.** | 124 | 14.16 | 5.61 | 9.09 | 28.85 | 124 | 0.1416 | -1.96 | -0.28 |
| **Cnidoscolus spinosus Lundell** | 14 | 1.60 | 0.33 | 5.45 | 7.39 | 14 | 0.0160 | -4.14 | -0.07 |
| **Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.F.** | 6 | 0.68 | 0.07 | 1.82 | 2.57 | 6 | 0.0068 | -4.98 | -0.03 |
| **Vitex pyramidata B.L. Rob.** | 82 | 9.36 | 11.75 | 5.45 | 26.56 | 82 | 0.0936 | -2.37 | -0.22 |
| **Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.** | 30 | 3.42 | 7.68 | 9.09 | 20.19 | 30 | 0.0342 | -3.37 | -0.12 |
| **Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.** | 4 | 0.46 | 0.07 | 1.82 | 2.34 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Wimmeria persicifolia Radlk.** | 8 | 0.91 | 0.07 | 1.82 | 2.80 | 8 | 0.0091 | -4.70 | -0.04 |
| **Sapium pedicellatum Huber** | 2 | 0.23 | 1.07 | 1.82 | 3.11 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Jacquinia macrocarpa Cav.** | 2 | 0.23 | 0.07 | 1.82 | 2.11 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.** | 28 | 3.20 | 27.90 | 5.45 | 36.55 | 28 | 0.0320 | -3.44 | -0.11 |
| **Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd.** | 2 | 0.23 | 0.27 | 1.82 | 2.31 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Acrocomia mexicana Karw. ex Mart.** | 4 | 0.46 | 4.07 | 3.64 | 8.17 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Albizia occidentalis Brandegee** | 4 | 0.46 | 0.07 | 1.82 | 2.34 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Bauhinia ungulata L.** | 30 | 3.42 | 0.93 | 3.64 | 8.00 | 30 | 0.0342 | -3.37 | -0.12 |
| **Bursera simaruba (L.) Sarg.** | 12 | 1.37 | 6.01 | 5.45 | 12.83 | 12 | 0.0137 | -4.29 | -0.06 |
| **Casearia dolichophylla Standl.** | 2 | 0.23 | 0.07 | 0.00 | 0.30 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Bauhinia pauletia Pers.** | 4 | 0.46 | 0.07 | 1.82 | 2.34 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand** | 12 | 1.37 | 13.42 | 1.82 | 16.61 | 12 | 0.0137 | -4.29 | -0.06 |
| **Heliocarpus pallidus Rose** | 4 | 0.46 | 0.33 | 1.82 | 2.61 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Ipomoea murucoides Roem. & Schult.** | 10 | 1.14 | 1.74 | 1.82 | 4.70 | 10 | 0.0114 | -4.47 | -0.05 |
| **Spondias mombin L.** | 16 | 1.83 | 0.33 | 3.64 | 5.80 | 16 | 0.0183 | -4.00 | -0.07 |
| **Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz** | 18 | 2.05 | 0.33 | 3.64 | 6.02 | 18 | 0.0205 | -3.88 | -0.08 |
| **Jacaratia mexicana A. DC.** | 8 | 0.91 | 4.14 | 1.82 | 6.87 | 8 | 0.0091 | -4.70 | -0.04 |
| **Randia armata (Sw.) DC.** | 2 | 0.23 | 0.27 | 1.82 | 2.31 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Trichilia trifolia L.** | 12 | 1.37 | 0.07 | 1.82 | 3.25 | 12 | 0.0137 | -4.29 | -0.06 |
| **Tabebuia rosea (Bertol.) DC.** | 4 | 0.46 | 0.87 | 1.82 | 3.14 | 4 | 0.0046 | -5.39 | -0.02 |
| **Acacia hindsii Benth.** | 2 | 0.23 | 0.07 | 1.82 | 2.11 | 2 | 0.0023 | -6.08 | -0.01 |
| **Pisonia aculeata L.** | 6 | 0.68 | 0.07 | 1.82 | 2.57 | 6 | 0.0068 | -4.98 | -0.03 |
| Total | **876** | **100.00** | **100.00** | **100.00** | **300.00** | **876** | | | **-2.42** |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 31 |
| H' calculada = | 2.42 |
| H max=Ln S= | 3.43 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.71 |
| H max-H calculada= | 1.01 |

*Tabla IV.6. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbóreo)*

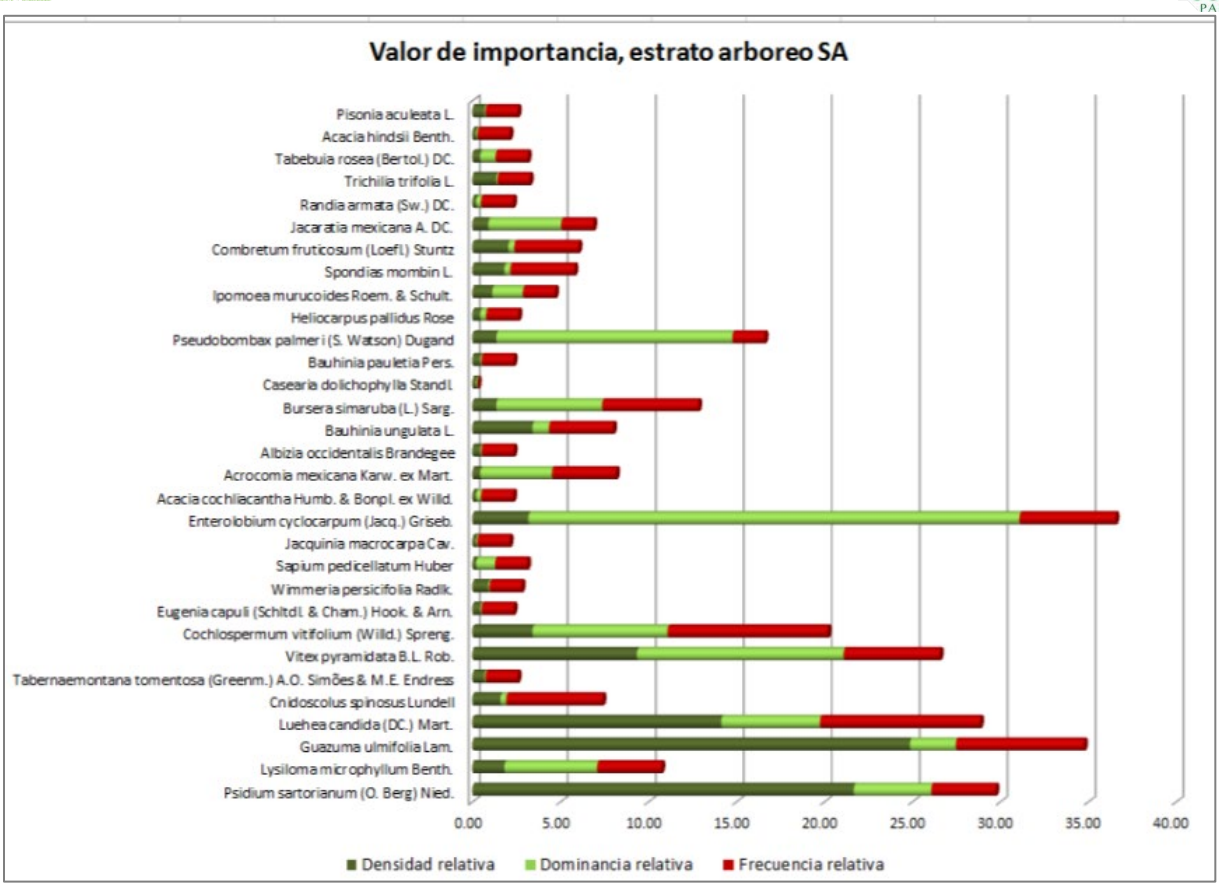



*Figura IV.11. Valor de importancia (estrato arbóreo)*

| No. | Familia | Especie | No. Individuos/ha |
|---|---|---|---|
| **1** | Apocynaceae | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 60 |
| **2** | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 20 |
| **3** | Asteraceae | Brickellia coulteri A. Gray | 60 |
| **4** | Cannabaceae | Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. | 40 |
| **5** | Convolvulaceae | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | 20 |
| **6** | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 80 |
| **7** | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 420 |
| **8** | Fabaceae | Lysiloma microphyllum Benth. | 20 |
| **9** | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 220 |
| **10** | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 40 |
| **11** | Rutaceae | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | 20 |
| **12** | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 180 |
| | **Total** | | **1,180** |

*Tabla IV.7. Composición florística del SA (estrato arbustivo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Apocynaceae | 1 | 54,665 |
| **2** | Arecaceae | 1 | 18,222 |
| **3** | Asteraceae | 1 | 54,665 |
| **4** | Cannabaceae | 1 | 36,443 |
| **5** | Convolvulaceae | 1 | 18,222 |
| **6** | Euphorbiaceae | 1 | 72,886 |
| **7** | Fabaceae | 2 | 400,875 |
| **8** | Malvaceae | 1 | 200,437 |
| **9** | Myrtaceae | 1 | 36,443 |
| **10** | Rutaceae | 1 | 18,222 |
| **11** | Salicaceae | 1 | 163,994 |
| | **Total** | **12** | **1,075,074** |

*Tabla IV.8. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbustivo)*

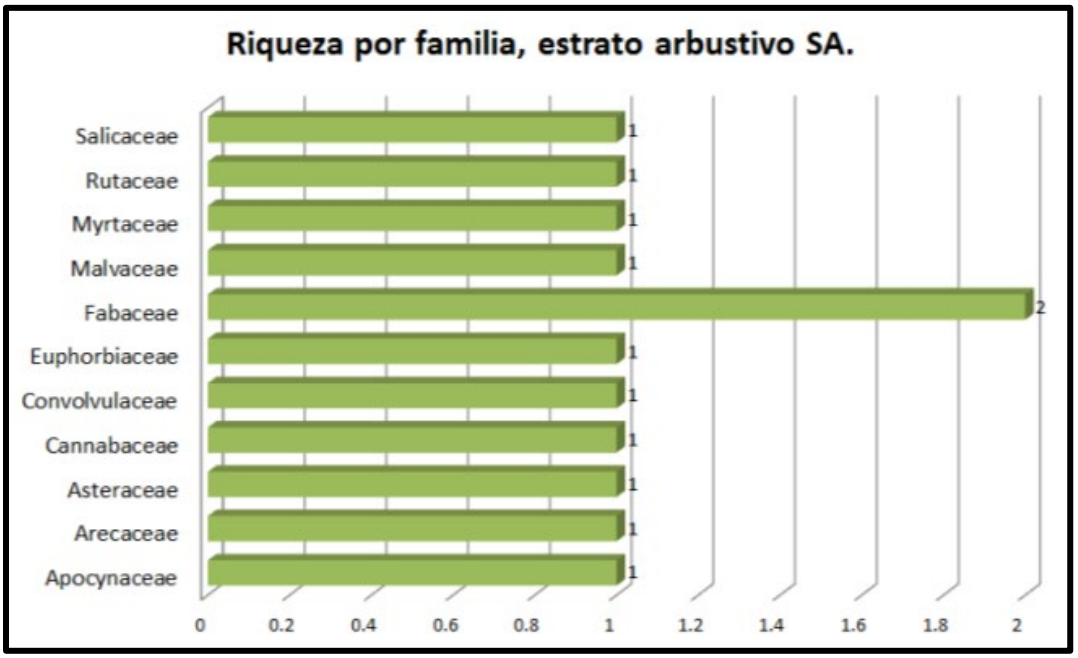



*Figura IV.12. Riqueza por familia (estrato arbustivo)*

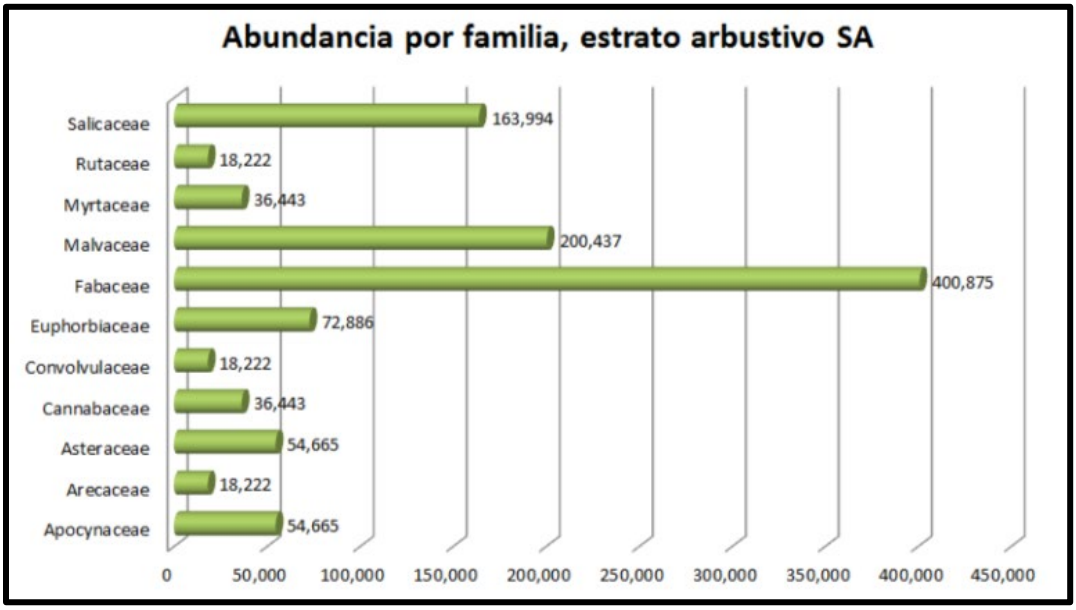



*Figura IV.13. Abundancia por familia (estrato arbustivo)*

| Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **No. Individuos/ha** | **Densidad relativa %** | **Dominancia relativa %** | **Frecuencia relativa %** | **Valor de importancia** | **Abundancia absoluta No. de ind./ha** | **Abundancia relativa Pi=ni/N** | **Ln (pi)** | **(pi) x Ln (pi)** |
| **Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.** | 40 | 3.39 | 3.23 | 4.76 | 11.38 | 40 | 0.0339 | -3.38 | -0.11 |
| **Guazuma ulmifolia Lam.** | 220 | 18.64 | 10.75 | 14.29 | 43.68 | 220 | 0.1864 | -1.68 | -0.31 |
| **Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.** | 20 | 1.69 | 19.35 | 4.76 | 25.81 | 20 | 0.0169 | -4.08 | -0.07 |
| **Thevetia ovata (Cav.) A. DC.** | 60 | 5.08 | 6.45 | 9.52 | 21.06 | 60 | 0.0508 | -2.98 | -0.15 |
| **Brickellia coulteri A. Gray** | 60 | 5.08 | 6.45 | 4.76 | 16.30 | 60 | 0.0508 | -2.98 | -0.15 |
| **Acrocomia mexicana Karw. ex Mart.** | 20 | 1.69 | 12.90 | 4.76 | 19.36 | 20 | 0.0169 | -4.08 | -0.07 |
| **Casearia dolichophylla Standl.** | 180 | 15.25 | 8.60 | 14.29 | 38.14 | 180 | 0.1525 | -1.88 | -0.29 |
| **Bauhinia ungulata L.** | 420 | 35.59 | 6.45 | 9.52 | 51.57 | 420 | 0.3559 | -1.03 | -0.37 |
| **Lysiloma microphyllum Benth.** | 20 | 1.69 | 6.45 | 4.76 | 12.91 | 20 | 0.0169 | -4.08 | -0.07 |
| **Cnidoscolus spinosus Lundell** | 80 | 6.78 | 6.45 | 14.29 | 27.52 | 80 | 0.0678 | -2.69 | -0.18 |
| **Ipomoea murucoides Roem. & Schult.** | 20 | 1.69 | 6.45 | 4.76 | 12.91 | 20 | 0.0169 | -4.08 | -0.07 |
| **Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.** | 40 | 3.39 | 6.45 | 9.52 | 19.37 | 40 | 0.0339 | -3.38 | -0.11 |
| Total | **1,180** | **100.00** | **100.00** | **100.00** | **300.00** | **1,180** | **1.0000** | **-36.32** | **-1.96** |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 12 |
| H' calculada = | 1.96 |
| H max=Ln S= | 2.48 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.79 |
| H max-H calculada= | 0.53 |

*Tabla IV.9. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)*

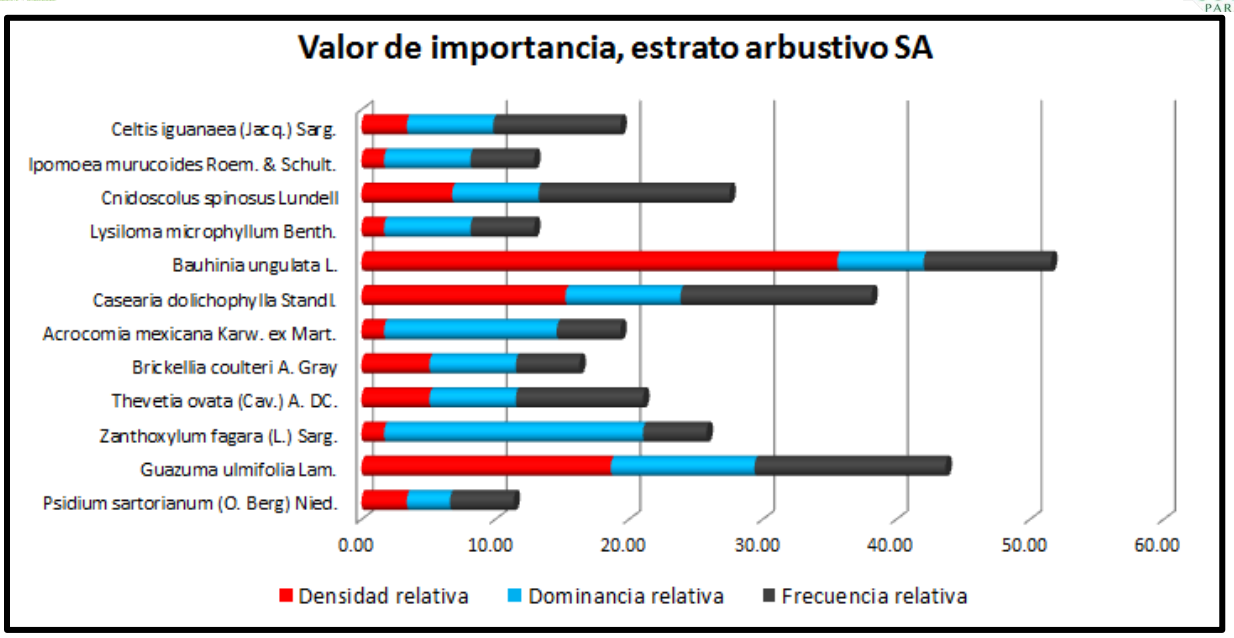



*Figura IV.14. Valor de Importancia (estrato arbustivo)*

| No. | Familia | Especie | No. Individos/ha |
|---|---|---|---|
| **1** | Acanthaceae | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 3,467 |
| **2** | Fabaceae | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 3,200 |
| **3** | Acanthaceae | Henrya insularis Nees | 2,467 |
| **4** | Passifloraceae | Passiflora porphyretica Mast. | 133 |
| **5** | Poaceae | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 3,000 |
| **6** | Malvaceae | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 600 |
| **7** | Lamiaceae | Hyptis suaveolens (L.) Poit. | 67 |
| | **Total** | | **12,933** |

*Tabla IV.10. Composición florística del SA (estrato herbáceo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Acanthaceae | 2 | 5,405,738 |
| **2** | Fabaceae | 1 | 2,915,454 |
| **3** | Lamiaceae | 1 | 60,739 |
| **4** | Malvaceae | 1 | 546,648 |
| **5** | Passifloraceae | 1 | 121,477 |
| **6** | Poaceae | 1 | 2,733,239 |
| | **Total** | **7** | **11,783,295** |

*Tabla IV.11. Riqueza y abundancia por familia (estrato herbáceo)*

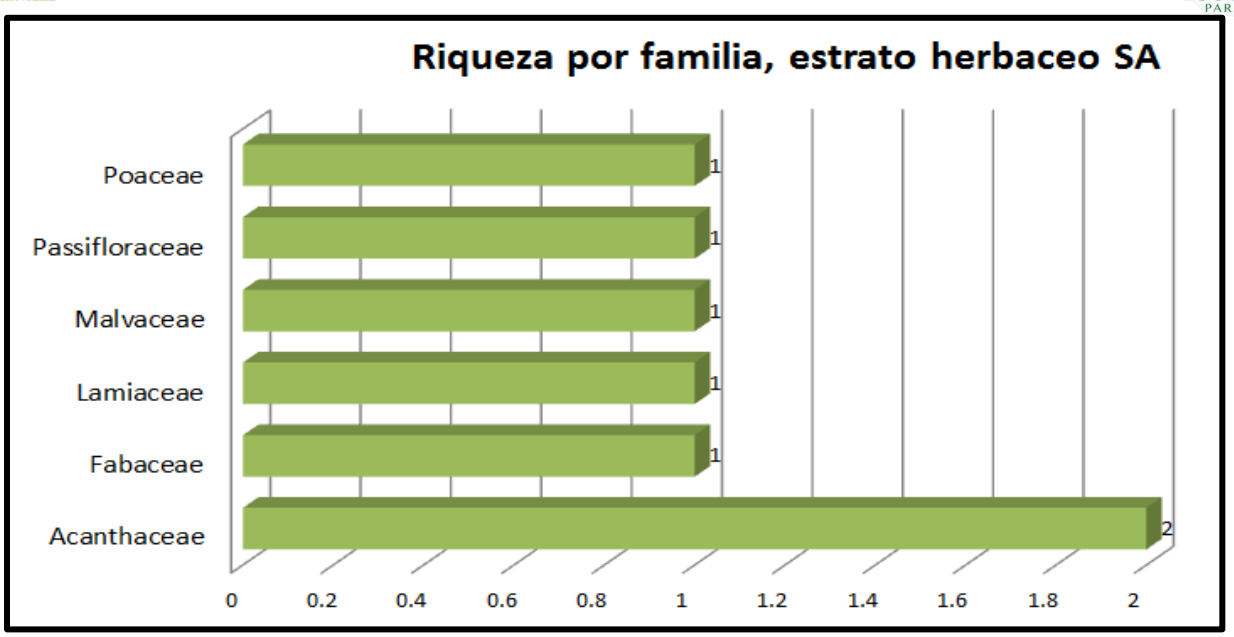



*Figura IV.15. Riqueza por familia (estrato herbáceo)*

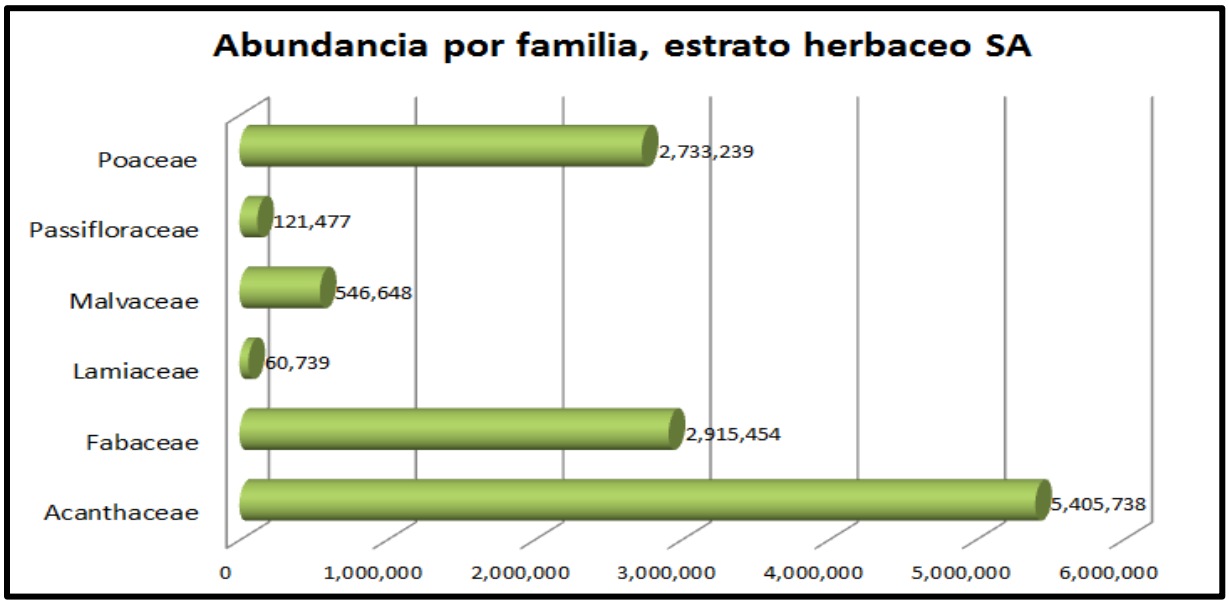



*Figura IV.16. Abundancia por familia (estrato herbáceo)*

| Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. Individuos/ha | Densidad relativa % | Dominancia relativa % | Frecuencia relativa % | Valor de importancia | Abundancia absoluta No. de ind./ha | Abundancia relativa Pi=ni/N | Ln (pi) | (pi) x Ln (pi) |
| ***Elytraria imbricata* (Vahl) Pers.** | 3,467 | 26.80 | 11.32 | 15.79 | 53.91 | 3,467 | 0.2680 | -1.32 | -0.35 |
| **Chamaecrista nictitans (L.) Moench** | 3,200 | 24.74 | 13.21 | 26.32 | 64.27 | 3,200 | 0.2474 | -1.40 | -0.35 |
| **Henrya insularis Nees** | 2,467 | 19.07 | 13.21 | 15.79 | 48.07 | 2,467 | 0.1907 | -1.66 | -0.32 |
| **Passiflora porphyretica Mast.** | 133 | 1.03 | 15.09 | 10.53 | 26.65 | 133 | 0.0103 | -4.57 | -0.05 |
| **Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc.** | 3,000 | 23.20 | 16.98 | 15.79 | 55.97 | 3,000 | 0.2320 | -1.46 | -0.34 |
| **Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr.** | 600 | 4.64 | 15.09 | 10.53 | 30.26 | 600 | 0.0464 | -3.07 | -0.14 |
| **Hyptis suaveolens (L.) Poit.** | 67 | 0.52 | 15.09 | 5.26 | 20.87 | 67 | 0.0052 | -5.27 | -0.03 |
| Total | **12,933** | **100.00** | **100.00** | **100.00** | **300.00** | **12,933** | **1.0000** | **-18.74** | **-1.57** |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 7 |
| H' calculada = | 1.57 |
| H max=Ln S= | 1.95 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.81 |
| H max-H calculada= | 0.38 |

*Tabla IV.12. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato herbáceo)*

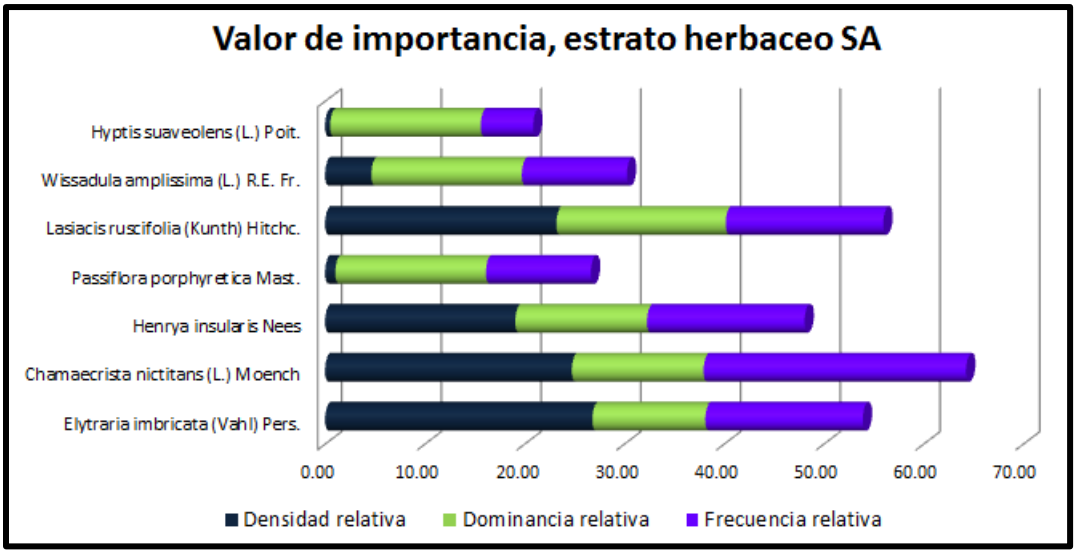



*Figura IV.17. Valor de Importancia (estrato herbáceo)*

- **Composición y diversidad en el área del proyecto**

La composición florística está dominada por la presencia de un estrato arbóreo formado por especies de la familia Fabaceae, mientras que en el estrato arbustivo al igual que el arbóreo existe una dominancia de la familia Fabacea, finalmente en el estrato herbáceo existe un equilibrio de especies que pertenecen a las familias Amaranthaceae, Poaceae y Polygonaceae. Ver tablas IV.29, 32 y 35.

| No. | Familia | Especie | No. Individuos/ha |
|---|---|---|---|
| **1** | Anacardiaceae | Spondias mombin L. | 2 |
| **2** | Apocynaceae | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 6 |
| **3** | Apocynaceae | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 2 |
| **4** | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 4 |
| **5** | Bixaceae | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. | 68 |
| **6** | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 2 |
| **7** | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 52 |
| **8** | Fabaceae | Mimosa costenya McVaugh | 2 |
| **9** | Fabaceae | Lysiloma microphyllum Benth. | 66 |
| **10** | Fabaceae | Bauhinia pauletia Pers. | 26 |
| **11** | Fabaceae | Acacia hindsii Benth. | 2 |
| **12** | Fabaceae | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | 2 |
| **13** | Fabaceae | Albizia occidentalis Brandegee | 4 |
| **14** | Lamiaceae | Vitex pyramidata B.L. Rob. | 36 |
| **15** | Lamiaceae | Vitex mollis Kunth | 2 |
| **16** | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 42 |
| **17** | Malvaceae | Luehea candida (DC.) Mart. | 82 |
| **18** | Malvaceae | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | 4 |
| **19** | Malvaceae | Heliocarpus pallidus Rose | 2 |
| **20** | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 2 |
| **21** | Nyctaginaceae | Pisonia aculeata L. | 6 |
| **22** | Polygonaceae | Coccoloba barbadensis Jacq. | 2 |
| **23** | Rutaceae | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | 2 |
| **24** | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 10 |
| | **Total** | | **428** |

*Tabla IV.13. Composición florística del AP (estrato arbóreo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Anacardiaceae | 1 | 46 |
| **2** | Apocynaceae | 2 | 186 |
| **3** | Arecaceae | 1 | 93 |
| **4** | Bixaceae | 1 | 1,578 |
| **5** | Euphorbiaceae | 1 | 46 |
| **6** | Fabaceae | 7 | 3,573 |
| **7** | Lamiaceae | 2 | 882 |
| **8** | Malvaceae | 4 | 3,016 |
| **9** | Myrtaceae | 1 | 46 |
| **10** | Nyctaginaceae | 1 | 139 |
| **11** | Polygonaceae | 1 | 46 |
| **12** | Rutaceae | 1 | 46 |
| **13** | Salicaceae | 1 | 232 |
| | Total | 24 | 9,931 |

*Tabla IV.14. Riqueza y abundancia (estrato arbóreo)*

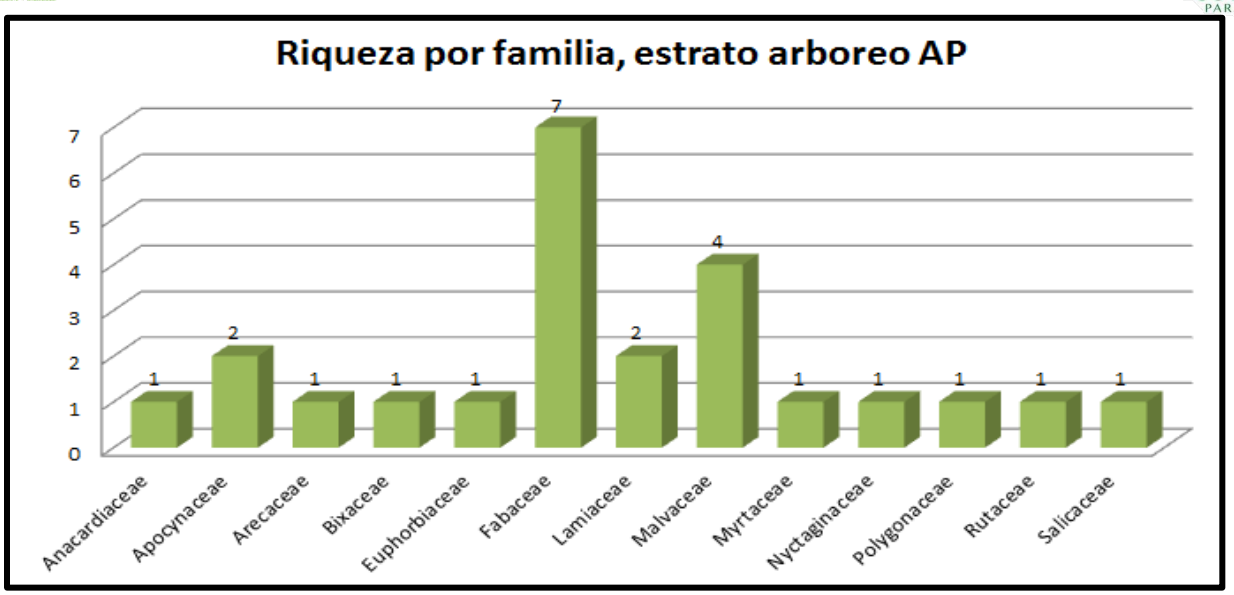



*Figura IV.18. Riqueza por familia (estrato arbóreo)*

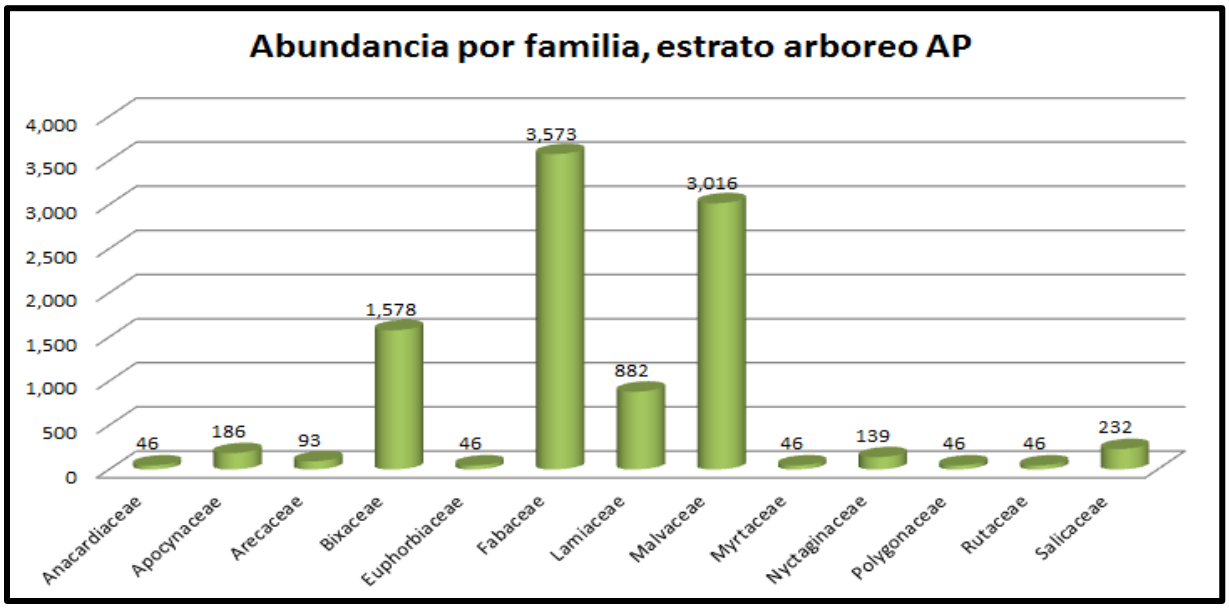



*Figura IV.19. Abundancia por familia (estrato arbóreo)*

| No. | Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **No. Individuos/ ha** | **Densidad relativa %** | **Dominancia relativa %** | **Frecuencia relativa %** | **Valor de importancia** | **Abundancia absoluta No. de ind./ha** | **Abundancia relativa Pi=ni/N** | **Ln (pi)** | **(pi) x Ln (pi)** |
| **1** | Guazuma ulmifolia Lam. | 42 | 9.81 | 4.99 | 7.50 | 22.30 | 42 | 0.0981 | -2.32 | -0.23 |
| **2** | Bauhinia ungulata L. | 52 | 12.15 | 0.17 | 10.00 | 22.32 | 52 | 0.1215 | -2.11 | -0.26 |
| **3** | Coccoloba barbadensis Jacq. | 2 | 0.47 | 0.67 | 2.50 | 3.63 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **4** | Pisonia aculeata L. | 6 | 1.40 | 0.17 | 2.50 | 4.07 | 6 | 0.0140 | -4.27 | -0.06 |
| **5** | Mimosa costenya McVaugh | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **6** | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 4 | 0.93 | 10.15 | 5.00 | 16.08 | 4 | 0.0093 | -4.67 | -0.04 |
| **7** | Vitex pyramidata B.L. Rob. | 36 | 8.41 | 36.61 | 7.50 | 52.52 | 36 | 0.0841 | -2.48 | -0.21 |
| **8** | Luehea candida (DC.) Mart. | 82 | 19.16 | 4.99 | 7.50 | 31.65 | 82 | 0.1916 | -1.65 | -0.32 |
| **9** | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | 4 | 0.93 | 2.83 | 5.00 | 8.76 | 4 | 0.0093 | -4.67 | -0.04 |
| **10** | Cnidoscolus spinosus Lundell | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **11** | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Sprena | 68 | 15.89 | 28.95 | 12.50 | 57.34 | 68 | 0.1589 | -1.84 | -0.29 |
| **12** | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 6 | 1.40 | 1.66 | 2.50 | 5.57 | 6 | 0.0140 | -4.27 | -0.06 |
| **13** | Lysiloma microphyllum Benth. | 66 | 15.42 | 3.00 | 5.00 | 23.42 | 66 | 0.1542 | -1.87 | -0.29 |
| **14** | Spondias mombin L. | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **15** | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **16** | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **17** | Bauhinia pauletia Pers. | 26 | 6.07 | 0.83 | 2.50 | 9.41 | 26 | 0.0607 | -2.80 | -0.17 |
| **18** | Vitex mollis Kunth | 2 | 0.47 | 2.66 | 2.50 | 5.63 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **19** | Heliocarpus pallidus Rose | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **20** | Acacia hindsii Benth. | 2 | 0.47 | 0.67 | 2.50 | 3.63 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **21** | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **22** | Casearia dolichophylla Standl. | 10 | 2.34 | 0.17 | 2.50 | 5.00 | 10 | 0.0234 | -3.76 | -0.09 |
| **23** | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | 2 | 0.47 | 0.17 | 2.50 | 3.13 | 2 | 0.0047 | -5.37 | -0.03 |
| **24** | Albizia occidentalis Brandegee | 4 | 0.93 | 0.17 | 2.50 | 3.60 | 4 | 0.0093 | -4.67 | -0.04 |
| | **Total** | **428** | **100.00** | **100.00** | **100.00** | **300.00** | **428** | **1.0000** | | **-2.37** |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 24 |
| H' calculada = | 2.37 |
| H max=Ln S= | 3.18 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.75 |
| H max-H calculada= | -0.04 |

*Tabla IV.15. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbóreo)*

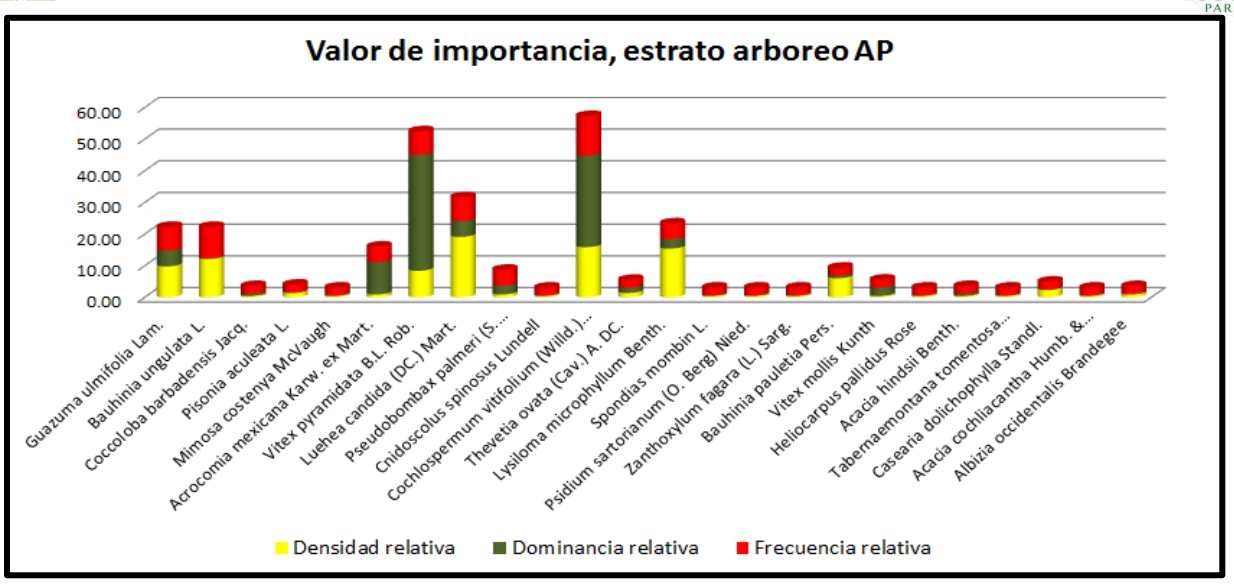



*Figura IV.20. Valor de Importancia (estrato arbóreo)*

| No. | Familia | Especie | No. Individuos/ha |
|---|---|---|---|
| **1** | Amaranthaceae | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | 20 |
| **2** | Apocynaceae | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 40 |
| **3** | Apocynaceae | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 40 |
| **4** | Arecaceae | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 40 |
| **5** | Arecaceae | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | 20 |
| **6** | Asteraceae | Brickellia coulteri A. Gray | 100 |
| **7** | Bixaceae | Bixa orellana L. | 80 |
| **8** | Euphorbiaceae | Cnidoscolus spinosus Lundell | 60 |
| **9** | Fabaceae | Hymenaea courbaril L. | 60 |
| **10** | Fabaceae | Bauhinia ungulata L. | 220 |
| **11** | Fabaceae | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | 20 |
| **12** | Fabaceae | Bauhinia pauletia Pers. | 240 |
| **13** | Fabaceae | Senna alata (L.) Roxb. | 40 |
| **14** | Fabaceae | Mimosa quadrivalvis L. | 180 |
| **15** | Lamiaceae | Vitex mollis Kunth | 40 |
| **16** | Lygodiaceae | Lygodium venustum Sw. | 120 |
| **17** | Malpighiaceae | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | 20 |
| **18** | Malvaceae | Helicteres guazumifolia Kunth | 40 |
| **19** | Malvaceae | Luehea candida (DC.) Mart. | 100 |
| **20** | Malvaceae | Guazuma ulmifolia Lam. | 20 |
| **21** | Myrtaceae | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 20 |
| **22** | Nyctaginaceae | Pisonia aculeata L. | 20 |
| **23** | Primulaceae | Jacquinia macrocarpa Cav. | 20 |
| **24** | Rubiaceae | Randia armata (Sw.) DC. | 60 |
| **25** | Salicaceae | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | 20 |
| **26** | Salicaceae | Casearia dolichophylla Standl. | 340 |
| **27** | Solanaceae | Solanum ferrugineum Jacq. | 20 |
| | **Total** | | **2,000** |

*Tabla IV.16. Composición florística del AP (estrato arbustivo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Amaranthaceae | 1 | 464 |
| **2** | Apocynaceae | 2 | 1,856 |
| **3** | Arecaceae | 2 | 1,392 |
| **4** | Asteraceae | 1 | 2,320 |
| **5** | Bixaceae | 1 | 1,856 |
| **6** | Euphorbiaceae | 1 | 1,392 |
| **7** | Fabaceae | 6 | 17,634 |
| **8** | Lamiaceae | 1 | 928 |
| **9** | Lygodiaceae | 1 | 2,784 |
| **10** | Malpighiaceae | 1 | 464 |
| **11** | Malvaceae | 3 | 3,712 |
| **12** | Myrtaceae | 1 | 464 |
| **13** | Nyctaginaceae | 1 | 464 |
| **14** | Primulaceae | 1 | 464 |
| **15** | Rubiaceae | 1 | 1,392 |
| **16** | Salicaceae | 2 | 8,353 |
| **17** | Solanaceae | 1 | 464 |
| | **Total** | **27** | **46,406** |

*Tabla IV.17. Riqueza y abundancia por familia (estrato arbustivo)*

}

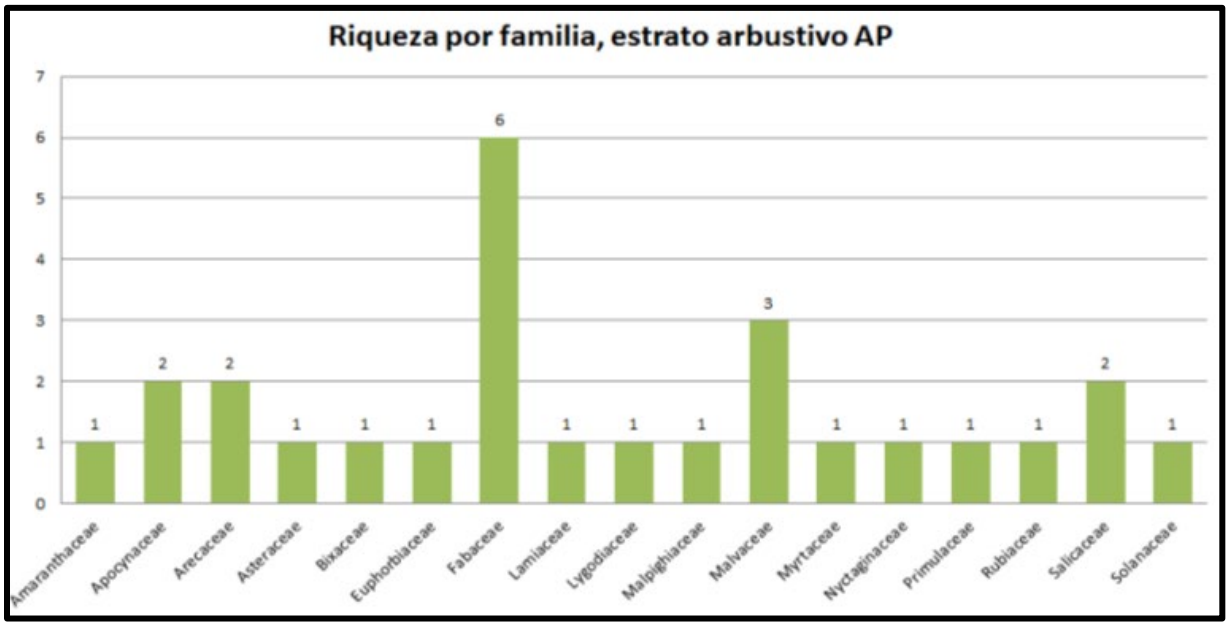



*Figura IV.21. Riqueza por familia (estrato arbustivo)*

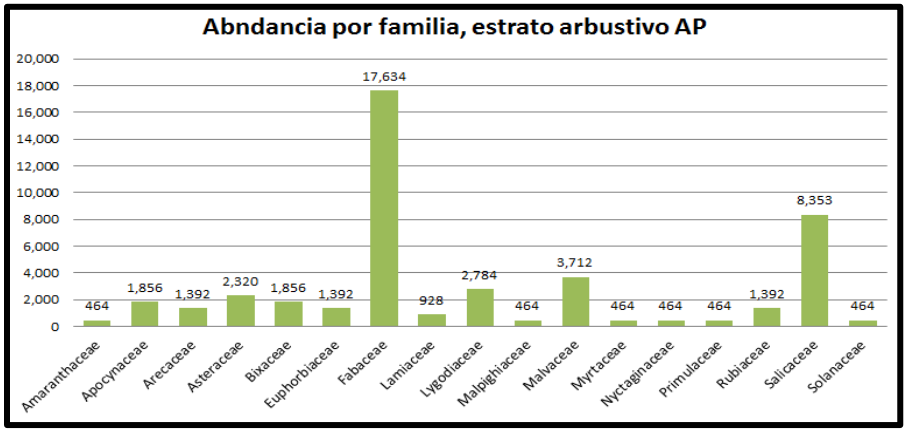



*Figura IV.22. Abundancia por familia (estrato arbustivo)*

| No | Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | No. Individuos/ha | Densidad relativa % | Dominancia relativa % | Frecuencia relativa % | Valor de importancia | Abundancia absoluta No. de ind./ha | Abundancia relativa Pi=ni/N | Ln (pi) | (pi) x Ln (pi) |
| 1 | Hymenaea courbaril L. | 60 | 3.00 | 9.97 | 2.17 | 15.15 | 60 | 0.0300 | -3.51 | -0.11 |
| 2 | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 40 | 2.00 | 3.32 | 4.35 | 9.67 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 3 | Pisonia aculeata L. | 20 | 1.00 | 6.65 | 2.17 | 9.82 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 4 | Bauhinia ungulata L. | 220 | 11.00 | 4.99 | 6.52 | 22.51 | 220 | 0.1100 | -2.21 | -0.24 |
| 5 | Bixa orellana L. | 80 | 4.00 | 4.43 | 4.35 | 12.78 | 80 | 0.0400 | -3.22 | -0.13 |
| 6 | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 7 | Bauhinia pauletia Pers. | 240 | 12.00 | 4.43 | 8.70 | 25.13 | 240 | 0.1200 | -2.12 | -0.25 |
| 8 | Senna alata (L.) Roxb. | 40 | 2.00 | 3.32 | 2.17 | 7.50 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 9 | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 10 | Solanum ferrugineum Jacq. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 11 | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 12 | Mimosa quadrivalvis L. | 180 | 9.00 | 2.22 | 6.52 | 17.74 | 180 | 0.0900 | -2.41 | -0.22 |
| 13 | Jacquinia macrocarpa Cav. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 14 | Helicteres guazumifolia Kunth | 40 | 2.00 | 3.32 | 2.17 | 7.50 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 15 | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 40 | 2.00 | 1.66 | 2.17 | 5.84 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 16 | Cnidoscolus spinosus Lundell | 60 | 3.00 | 1.66 | 2.17 | 6.84 | 60 | 0.0300 | -3.51 | -0.11 |
| 17 | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 18 | Randia armata (Sw.) DC. | 60 | 3.00 | 2.49 | 4.35 | 9.84 | 60 | 0.0300 | -3.51 | -0.11 |
| 19 | Casearia dolichophylla Standl. | 340 | 17.00 | 4.99 | 8.70 | 30.68 | 340 | 0.1700 | -1.77 | -0.30 |
| 20 | Brickellia coulteri A. Gray | 100 | 5.00 | 3.32 | 6.52 | 14.85 | 100 | 0.0500 | -3.00 | -0.15 |
| 21 | Luehea candida (DC.) Mart. | 100 | 5.00 | 3.32 | 6.52 | 14.85 | 100 | 0.0500 | -3.00 | -0.15 |
| 22 | Lygodium venustum Sw. | 120 | 6.00 | 4.99 | 4.35 | 15.33 | 120 | 0.0600 | -2.81 | -0.17 |
| 23 | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 40 | 2.00 | 2.49 | 4.35 | 8.84 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 24 | Vitex mollis Kunth | 40 | 2.00 | 2.49 | 2.17 | 6.67 | 40 | 0.0200 | -3.91 | -0.08 |
| 25 | Guazuma ulmifolia Lam. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 26 | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| 27 | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | 20 | 1.00 | 3.32 | 2.17 | 6.50 | 20 | 0.0100 | -4.61 | -0.05 |
| | **Total** | **2,000** | **100** | **100.00** | **100.00** | **300.00** | **2,000** | **1.0000** | | **-2.86** |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 27 |
| H' calculada = | 2.86 |
| H max=Ln S= | 3.30 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.87 |
| H max-H calculada= | 0.05 |

*Tabla IV.18. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)*

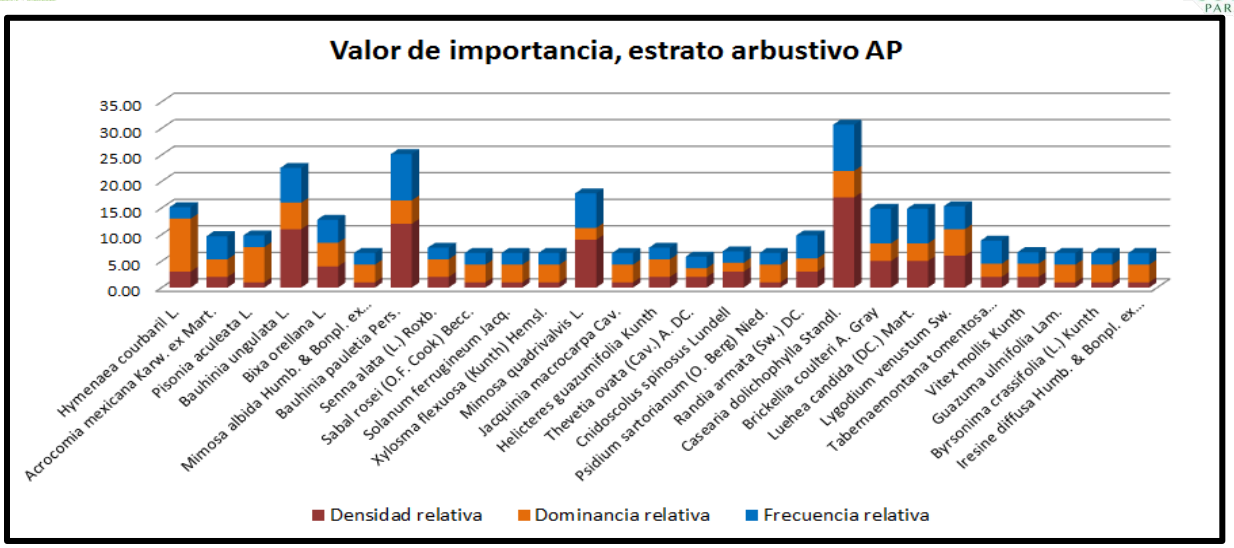



*Figura IV.23. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato arbustivo)*

| No. | Familia | Especie | No. Individuos/ha |
|---|---|---|---|
| **1** | Acanthaceae | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 2,600 |
| **2** | Acanthaceae | Henrya insularis Nees | 800 |
| **3** | Asteraceae | Brickellia coulteri A. Gray | 200 |
| **4** | Convolvulaceae | Ipomoea bracteata Cav. | 200 |
| **5** | Fabaceae | Calopogonium mucunoides Desv. | 267 |
| **6** | Fabaceae | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 1,400 |
| **7** | Fabaceae | Entada polystachya (L.) DC. | 133 |
| **8** | Malvaceae | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 1,067 |
| **9** | Malvaceae | Malachra capitata (L.) L. | 267 |
| **10** | Passifloraceae | Passiflora porphyretica Mast. | 133 |
| **11** | Poaceae | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 667 |
| | **Total** | | **7,733** |

*Tabla IV.19. Composición florística AP (estrato herbáceo)*

| No. | Familia | Riqueza | Abundancia |
|---|---|---|---|
| **1** | Acanthaceae | 2 | 78,891 |
| **2** | Asteraceae | 1 | 4,641 |
| **3** | Convolvulaceae | 1 | 4,641 |
| **4** | Fabaceae | 3 | 41,766 |
| **5** | Malvaceae | 2 | 30,937 |
| **6** | Passifloraceae | 1 | 3,094 |
| **7** | Poaceae | 1 | 15,469 |
| | **Total** | **11** | **179,437** |

*Tabla IV.20. Riqueza y abundancia por familia (estrato herbáceo)*

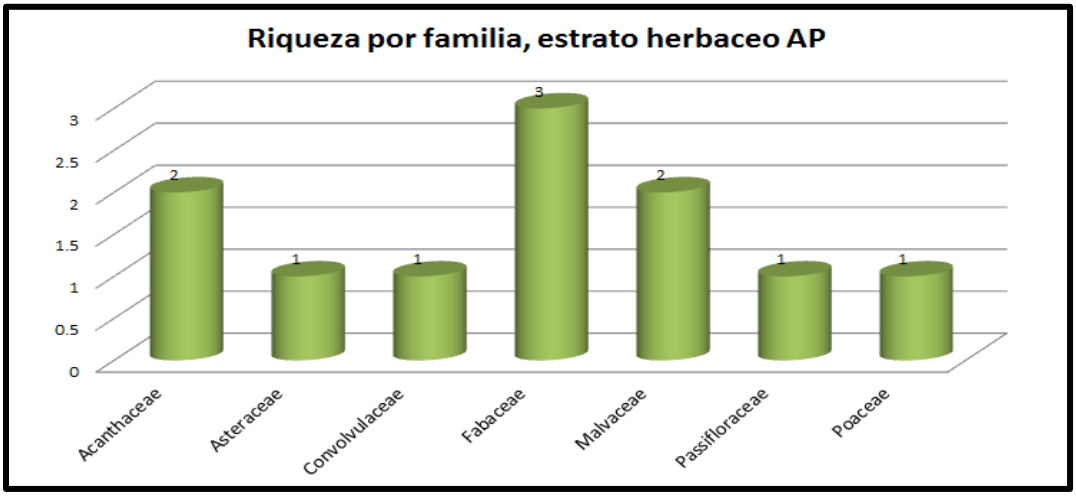



*Figura IV.24. Riqueza por familia (estrato herbáceo)*

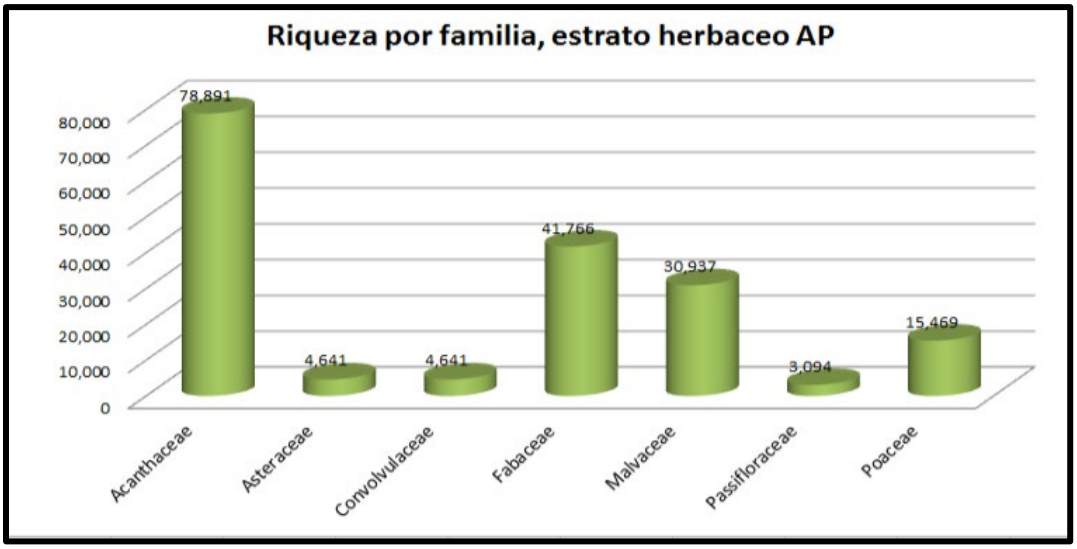



*Figura IV.25. Abundancia por familia (estrato herbáceo)*

| No | Especie | VALOR DE IMPORTANCIA | | | | | INDICE DE SHANNON | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | No. Individuos/ha | Densidad relativa % | Dominancia relativa % | Frecuencia relativa % | Valor de importancia | Abundancia absoluta No. de ind./ha | Abundancia relativa Pi=ni/N | Ln (pi) | (pi) x Ln (pi) |
| 1 | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 2,600 | 33.62 | 6.33 | 20.83 | 60.78 | 2,600 | 0.3362 | -1.09 | -0.37 |
| 2 | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 1,067 | 13.79 | 10.13 | 12.50 | 36.42 | 1,067 | 0.1379 | -1.98 | -0.27 |
| 3 | Calopogonium mucunoides Desv. | 267 | 3.45 | 10.13 | 8.33 | 21.91 | 267 | 0.0345 | -3.37 | -0.12 |
| 4 | Malachra capitata (L.) L. | 267 | 3.45 | 7.59 | 4.17 | 15.21 | 267 | 0.0345 | -3.37 | -0.12 |
| 5 | Henrya insularis Nees | 800 | 10.34 | 7.59 | 8.33 | 26.27 | 800 | 0.1034 | -2.27 | -0.23 |
| 6 | Ipomoea bracteata Cav. | 200 | 2.59 | 8.86 | 4.17 | 15.61 | 200 | 0.0259 | -3.65 | -0.09 |
| 7 | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 667 | 8.62 | 10.13 | 12.50 | 31.25 | 667 | 0.0862 | -2.45 | -0.21 |
| 8 | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 1,400 | 18.10 | 8.86 | 12.50 | 39.46 | 1,400 | 0.1810 | -1.71 | -0.31 |
| 9 | Brickellia coulteri A. Gray | 200 | 2.59 | 10.13 | 4.17 | 16.88 | 200 | 0.0259 | -3.65 | -0.09 |
| 10 | Passiflora porphyretica Mast. | 133 | 1.72 | 10.13 | 8.33 | 20.18 | 133 | 0.0172 | -4.06 | -0.07 |
| 11 | Entada polystachya (L.) DC. | 133 | 1.72 | 10.13 | 4.17 | 16.02 | 133 | 0.0172 | -4.06 | -0.07 |
| | Total | 7,733 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 | 7,733 | 1.0000 | -31.67 | -1.96 |

| | |
|---|---|
| Riqueza S= | 11 |
| H' calculada = | 1.96 |
| H max=Ln S= | 2.40 |
| Equidad (J)=H/Hmax= | 0.82 |
| H max-H calculada= | -0.07 |

*Tabla IV.21. Valor de Importancia e Índice de Shannon-Wiener (estrato herbáceo)*

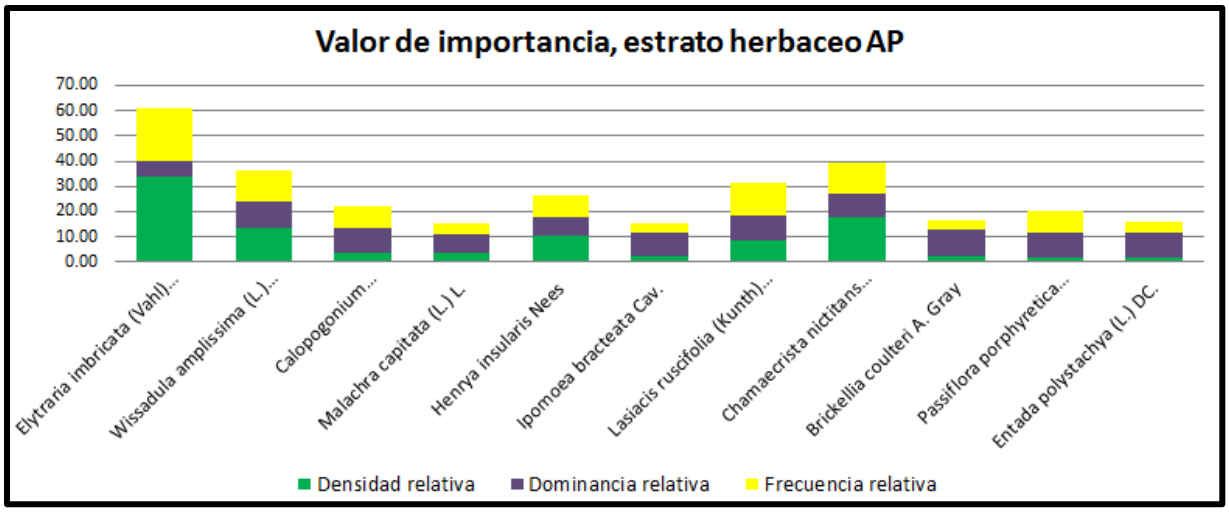



*Figura IV.26. Valor de Importancia (estrato herbáceo)*

**Análisis de la diversidad en el Sistema Ambiental**

La diversidad de la vegetación en el sistema ambiental se encuentra en las siguientes condiciones de acuerdo a los índices de diversidad empleado, como son el Índice de Valor de Importancia (IVI) de Shannon-Wiener y su índice de diversidad que se enfocan a la dominancia de especies.

En el estrato arbóreo, (tabla IV.22), se observa que la especie dominante corresponde a *Enterolobium cyclocarpum* (Fam. Fabaceae) con un IVI de 36.55, valor no muy alto comparado con la especie que le precede que es *Guazuma ulmifolia* con un IVI de 34.76 (fam. Malvaceae). Sin duda, que esta dominancia en el estrato arbóreo corresponde a vegetación primaria en proceso de degradación.

En el estrato arbustivo, (tabla IV.25) la dominancia la condiciona *Bauhinia ungulata* (Fam. Fabaceae) especie que destaca con un IVI de 51.57, cuyo valor es relativamente un poco alto en comparación con *Guazuma ulmifolia* (fam. Malvaceae), especie que le precede con un IVI de 43.68.

En el estrato herbáceo, (tabla IV.28) aparentemente *Chamaecrista nictitans* (fam. Fabaceae) es la especie dominante con un IVI de 64.27, valor no tan sobresaliente sobre *Lasiacis ruscifolia (fam. Poaceae)* con un IVI de 55.97. Como puede observarse en dicha tabla IV.28, hay una mayor homogeneidad en la dominancia, o se podría decir que hay una mayor competencia entre las especies por los recursos.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener. Para la vegetación del sistema ambiental, se indica en la tabla IV.38, el valor para cada estrato señalando a la vez riqueza por familia de especies, así como su abundancia.

| Estrato | Riqueza de familias | Riqueza de especies | Abundancia (N° de individuos) | Índice Shannon-Wiener |
|---|---|---|---|---|
| **Arbóreo** | 20 | 31 | 798,106 | 2.42 |
| **Arbustivo** | 11 | 12 | 1,075,074 | 1.96 |
| **Herbáceo** | 6 | 7 | 11,783,295 | 1.57 |

*Tabla IV.22. Sinopsis de la diversidad en el sistema ambiental*

Como puede observarse en la tabla IV.38, los tres estratos que conforman la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el sistema ambiental, presentan una diversidad moderada según el Índice de Shannon-Wiener, pero destacando más el estrato arbóreo con 2.42. Esta diversidad, sin duda, se debe a que existe, disturbio en el área y esto es un indicio para propiciar el establecimiento de especies secundarías en particular especies de la familia Fabaceae, entre otras.

- **Análisis de la diversidad en el área del proyecto**

La diversidad de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el **área del proyecto** se encuentra en las siguientes condiciones de acuerdo a los índices de diversidad empleados, como son el Índice de Valor de Importancia (IVI) de Shannon-Wiener y su índice de diversidad que se enfocan a la dominancia de especies.

En el estrato arbóreo, (tabla IV.31), se observa que la especie dominante corresponde a *Cochlospermum vitifolium* (Fam. Bixaceae) con un IVI de 57.34, valor no muy alto comparado con la especie que le precede que es *Vitex pyramidata* con una IVI de 52.52 (Fam. Lamiaceae). Sin duda, que esta dominancia a diferencia que en el sistema ambiental, en el estrato arbóreo corresponde a una vegetación secundaria en proceso de degradación.

En el estrato arbustivo, (tabla IV.34) la dominancia la presenta *Casearia dolichophylla* (Fam. Salicaceae) especie que destaca con un IVI de 30.68, cuyo valor es mínimo en comparación con *Bauhinia pauletia* (fam. Fabaceae) especie que le precede con un IVI de 25.13.

En el estrato herbáceo, (tabla IV.37) Elytraria imbricata (Fam. Acanthaceae) es la especie dominante con un IVI de 60.78, valor alto comparado con *Chamaecrista nictitans* (Fam. Fabaceae) con un IVI de 39.46. Como puede observarse en dicha tabla IV.37, hay una mayor homogeneidad en la dominancia, o se podría decir que hay una mayor competencia entre las especies por los recursos.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener. Para la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el área del proyecto, se indica en la tabla IV.39, el valor para cada estrato señalando a la vez riqueza por familia de especies, así como su abundancia.

| Estrato | Riqueza de familias | Riqueza de especies | Abundancia (N° de individuos) | Índice Shannon-Wiener |
|---|---|---|---|---|
| **Arbóreo** | 13 | 24 | 9,931 | 2.37 |
| **Arbustivo** | 17 | 27 | 46,406 | 2.86 |
| **Herbáceo** | 7 | 11 | 179,437 | 1.96 |

*Tabla IV.23. Sinopsis de la diversidad de la selva baja caducifolia en el área del proyecto*

Como puede observarse en la tabla IV.39, los tres estratos que conforman la vegetación en el área del proyecto, presentan una diversidad de media a alta según el Índice de Shannon-Wiener, pero destacando más los estratos arbóreo y arbustivo con 2.37 y 2.86, respectivamente, esta diversidad en ambos estratos, sin duda, se debe a que existe, disturbio en el área y esto es un indicio para propiciar el establecimiento de especies secundarías en los estratos arbustivo y herbáceo.

- **Usos o aprovechamiento de las especies vegetales**

El mayor aprovechamiento de los recursos vegetales presentes en el área de estudio son destinados para cubrir necesidades domésticas como es la leña y postes para circular parcelas agrícolas y pecuarias, sin embargo en la zona se observó aprovechamientos de manera clandestina de algunas especies comerciales como; *Enterolobium cyclocarpum y Tabebuia rosea*. El aprovechamiento de la vegetación que se registra en la zona se detalla en la tabla IV.40.

| Especie | Usos |
|---|---|
| *Bursera simaruba (L.) Sarg.* | Cercos vivos |
| *Lysiloma microphyllum Benth.* | Postes, leñas |
| *Guazuma ulmifolia Pers.* | Postes, leñas |
| *Spondias mombin L.* | Fruto comestible |
| *Acrocomia mexicana Karw. ex Mart.* | Ornato |
| *Tabebuia rosea (Bertol.) DC.* | Madera |
| *Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.* | Madera |
| *Acacia cochliacantha* | Postes, leñas |
| *Vitex mollis* | Fruto comestible |
| Bauhinia ungulata L. | Cercos vivos |
| Bauhinia pauletia Pers. | Cercos vivos |

*Tabla IV.24. Algunos usos que se dan a nivel local a las especies vegetales de la región*

**Nota:** Es muy probable que de muchas otras especies registradas a nivel local y regional se les de algún tipo de aprovechamiento, sin embargo, esta fue la información recabada durante las encuestas en campo y revisión bibliográfica.

- **Especies vegetales bajo algún *status* de conservación**

En los muestreos de vegetación que se realizaron y recorridos de campo, en el área de estudio, no se registraron especies de flora en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, previo a la realización del proyecto se propone ejecutar una serie de medidas de mitigación para la conservación de los recursos forestales que podrían verse afectados por la construcción del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, ver capítulo VII del presente documento.

Como complemento al análisis de la vegetación del lugar, se agrega el **ANEXO IX.IV.13. MEMORIA FOTOGRÁFICA DE FLORA SILVESTRE.**

**b) Fauna terrestre**

El estudio de los elementos que componen los sistemas naturales en los sitios donde se pretende desarrollar el proyecto, permite obtener información para proponer medidas e implementar acciones de mitigación de impactos negativos sobre los sistemas naturales.

El proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** del presente estudio, por su naturaleza y características, demanda un minucioso análisis de los distintos aspectos que pudieran verse afectados, dentro de los que figura la fauna silvestre. El estudio de la fauna, es un aspecto fundamental en los estudios de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo dada la vulnerabilidad que las especies presentan a los cambios en sus hábitats, siendo en muchos de los casos este factor el responsable de la merma en sus poblaciones y algunas veces su extinción.

En este marco se centra el presente estudio, el cual se orienta a obtener información, a través de los vertebrados, que describa la estabilidad (o desequilibrio) ambiental en el área donde se pretende construir el proyecto, basados en esto último podremos, identificar especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional (**NOM-059-SEMARNAT-2010**) y finalmente considerar aquellas especies que pudieran ser afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentran en algún régimen de protección, como aquellas que de acuerdo a sus registros resultan raras, con baja densidad de poblaciones, etc.

La obtención de la información antes citada, permitió lo siguiente:

a) Generar un inventario de la composición de vertebrados presentes en la zona de estudio (SA).
b) Identificar las especies que puedan verse amenazadas.
c) Localizar las áreas sensibles para las especies de interés o protegidas, como son las zonas de anidación, refugio o crianza. El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio, se realizó en tres etapas:

***Metodología***

Durante la primera etapa se recabó información documental sobre la fauna silvestre registrada para la zona estudiada; las fuentes consultadas básicamente fueron bibliográficas y electrónicas. Cabe mencionar que la mayoría de los listados potenciales que aquí se relacionan, se describen a nivel estatal y que el muestreo realizado durante la segunda etapa nos proporciona información de la fauna que incide directamente en el área de estudio.

En la segunda etapa se realizaron trabajos de campo, el objetivo fue verificar la presencia de la fauna silvestre registrada durante la primera etapa como parte de un listado potencial, levantar información sobre el factor hábitat para la fauna (importancia ecológica), datos que nos permitieran analizar y evaluar no solamente la integridad funcional y capacidad de carga de los ecosistemas en el área de estudio, sino también de los diferentes hábitat, los componentes ambientales que realmente son relevantes para mantener el equilibrio ecológico.

Simultáneamente la información que se levantó para fauna, entre otros aspectos será útil para hacer cálculo de índices de diversidad de las especies y con la información generada hacer el análisis del estado que actualmente guarda la biodiversidad en el área.

El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles. Además de constatar la presencia o ausencia de la fauna potencial, como parte de la metodología utilizada, también se registraron los datos del medio físico y biótico (hábitat) donde se encontraron los individuos (ya descritos en el párrafo anterior). Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además de la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

En la tercera etapa se procesó la información recabada en la primera y segunda etapa.

Las coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre se presentan en la tabla IV.41, mientras que en la figura IV.70 se presenta su ubicación. Revisar **ANEXO IX.IV.14.UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTRO DE FAUNA SILVESTRE**

| Sitio de muestreo | Coordenadas UTM, Zona 13N | | Técnica de muestreo |
|---|---|---|---|
| | x | y | |
| 1 | 482,980 | 2,295,282 | Trampeo y Redes |
| 2 | 483,117 | 2,295,490 | Transecto |
| 3 | 483,30 | 2,294,750 | Trampeo y Redes |
| 4 | 483,499 | 2,294,853 | Transecto |
| 5 | 482,863 | 2,295,084 | Transecto |
| 6 | 483,055 | 2,295,331 | Transecto |
| 7 | 483,158 | 2,294,877 | Transecto |
| 8 | 483,993 | 2,295,899 | Trampeo y Redes |
| 9 | 482,581 | 2,294,896 | Trampeo y Redes |
| 10 | 482,413 | 2,294,539 | Trampeo y Redes |
| 11 | 482,660 | 2,294,560 | Transecto |
| 12 | 483,211 | 2,294,564 | Transecto |
| 13 | 483,459 | 2,294,655 | Transecto |
| 14 | 483,313 | 2,294,661 | Fototrampa |
| 15 | 482,982 | 2,295,337 | Fototrampa |

*Tabla IV.25. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre*

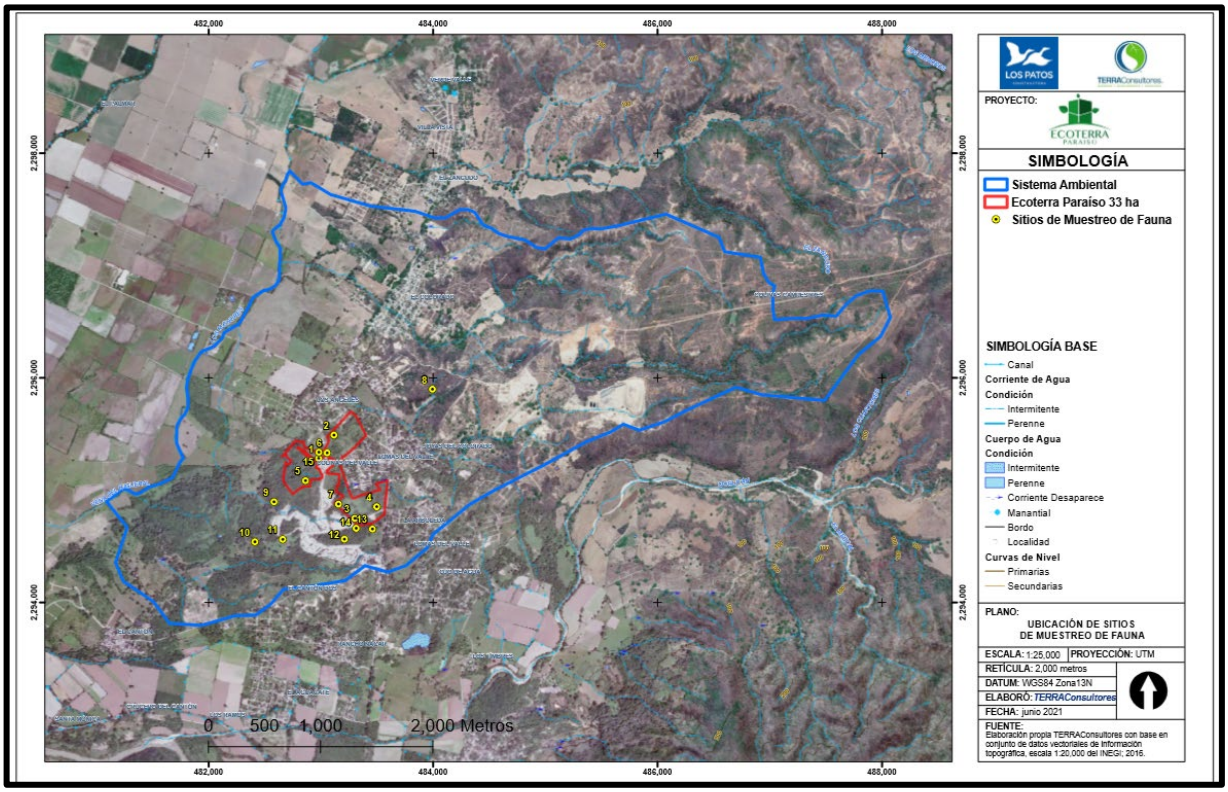



*Figura IV.27. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre*

- **Determinación de los Índices de Diversidad (ID)**

Para conocer la diversidad de especies presente en el SAR, ésta se obtuvo para cada grupo de vertebrados superiores a través del **Índice de Diversidad de Shannon- Wiener**, el cual toma en cuenta la riqueza de especies, así como la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diferentes especies (Krebs, 1985). Calculándose con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum (Pi)(Log2\ Pi)$$

Dónde:

**H'**= índice de Diversidad

**S**= Número de Especies

**Pi**= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

**Log 2**= Logaritmo de base 2.

Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie, y el logaritmo del número de especies, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001), lo que nos indica este índice que cuando los valores son más altos, los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

De igual manera para corroborar la igualdad entre las especies, se calcula el **Índice de Equitatividad**, el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$J' = H' / H'\ máx$$

Dónde:

**J'**= Equitatividad

**H'** = Diversidad observada

**H' máx**= Diversidad Máxima= Log 2 de S

**S** = Número de Especies

Su valor va de 0 a 1, donde 1 indica que la igualdad obtenida es la máxima posible para ese número de especies (Moreno, 2001).

## Aves

### Metodologia

Las aves son esenciales en la naturaleza, pues brindan servicios ambientales importantes para la conservación de los ecosistemas. Dispersan semillas, polinizan flores, ayudan en la descomposición de restos biológicos, consumen insectos y roedores que podrían convertirse en plagas. También tienen usos comestibles, comerciales, ornamentales, religiosos, artísticos, medicinales y de vínculo de la gente con la naturaleza.

Los muestreos se realizaron durante 10 días. Las técnicas utilizadas para el muestreo de aves fueron la captura de individuos utilizando redes de niebla y recorridos de observación directa.

- ***Captura directa de individuos con redes de niebla***

Se utilizaron 3 redes de niebla. La colocación y distribución de las redes se realizó considerando los corredores de vuelo, fuentes de alimentación (considerando los hábitos alimenticios) y accesibilidad a las áreas para su colocación. Se mantuvieron abiertas durante la mañana de 06:00 a 11:00 horas y por la tarde-noche de las 18:00 a 22:00 horas, considerando que son los horarios de mayor actividad de este grupo faunístico (aves de hábitos diurnos y nocturnos). Durante las actividades y una vez que los individuos quedaban atrapados en las redes, se procedía a sacarlos, colocarlos en bolsas de manta y posteriormente realizar el procesado de los registros (identificar la especie de cada individuo, sexado, toma de fotografía) y su liberación.

*Figura IV.28. Colocación de redes de niebla y captura de aves*

- ***Recorridos de observació***

Durante las visitas realizadas a la zona donde se pretende construir el proyecto se llevó a cabo la observación de aves registrándose los avistamientos de los individuos de este grupo; también a la mayoría de las especies se les tomó fotografía, algunas de las tomas sirvieron posteriormente para determinar algunas especies que no fueron identificadas al momento de la observación. Aunado a lo anterior cuando se encontraron nidos y se pudo identificar plenamente a la especie a la que pertenecen, se levantó su registro.

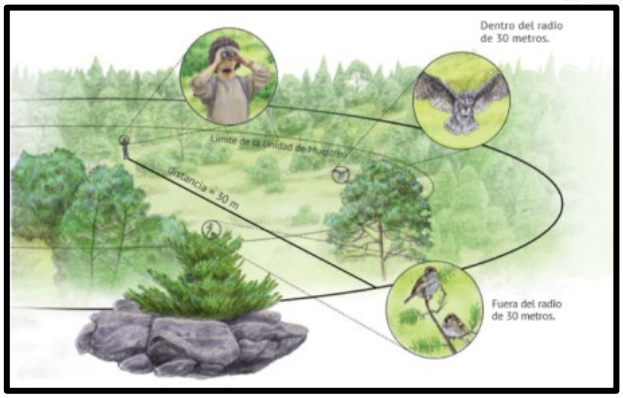


*Figura IV.29. Recorridos de observación directa de aves, nidos y tomas fotográficas*

***Resultado del muestreo de aves***

De acuerdo con el listado de aves para el estado de Jalisco elaborado por el Ing. Oscar Reyna Bustos de la Universidad de Guadalajara y el Biol. Alberto Thomson Gorospe de la Universidad Autónoma de Guadalajara ocurren 428 especies de aves. Durante los días de muestreo en el SA, se registraron 39 especies de aves, de las cuales solo 1 de ellas se encuentra en status, de acuerdo con la NOM- 059-SEMARNAT-2010, y que corresponden a *Eupsittula canicularis*, en categoría de protección especial. Ver tabla IV.42.

| No | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 | Nombre común | Nombre científico | Familia | No. de especies por familia | No. de individuos por familia | Individuos totales | Registro | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | SA | AP |
| 1 | | Pato Pijije Aliblanco | *Dendrocygna autumnalis* | Anatidae | 1 | 104 | 104 | 76 | 28 |
| 2 | | Chachalaca Pechigrís | *Ortalis poliocephala* | Cracidae | 1 | 13 | 13 | 9 | 4 |
| 3 | | Tórtola Turca | *Streptopelia decaocto* | Columbidae | 5 | 29 | 7 | 0 | 7 |
| 4 | | Tortolita Mexicana | *Columbina inca* | Columbidae | | | 3 | 2 | 1 |
| 5 | | Columbina Común | *Columbina passerina* | Columbidae | | | 5 | 2 | 3 |
| 6 | | Columbina Colorada | *Columbina talpacoti* | Columbidae | | | 11 | 0 | 11 |
| 7 | | Paloma Perdiz Común | *Leptotila verreauxi* | Columbidae | | | 3 | 0 | 3 |
| 8 | | Garrapatero Asurcado | *Crotophaga sulcirostris* | Cuculidae | 2 | 14 | 12 | 9 | 3 |
| 9 | | Cuclillo Marrón | *Piaya cayana* | Cuculidae | | | 2 | 2 | 0 |
| 10 | | Amazilia Canela | *Amazilia rutila* | Trochilidae | 1 | 75 | 75 | 13 | 62 |
| 11 | | Chorlitejo Culirrojo | *Charadrius vociferus* | Charadriidae | 1 | 7 | 7 | 3 | 4 |
| 12 | | Zopilote Negro | *Coragyps atratus* | Cathartidae | 2 | 19 | 15 | 4 | 11 |
| 13 | | Aura Común | *Cathartes aura* | Cathartidae | | | 4 | 3 | 1 |
| 14 | | Trogón Citrino | *Trogon citreolus* | Trogonidae | 1 | 7 | 7 | 3 | 4 |
| 15 | | Momoto Mexicano | *Momotus mexicanus* | Momotidae | 1 | 7 | 7 | 2 | 5 |
| 16 | | Carpintero Cariamarillo | *Melanerpes chrysogenys* | Picidae | 1 | 28 | 28 | 24 | 4 |
| 17 | Pr no endémica | Aratinga Frentinaranja | *Eupsittula canicularis* | Psittacidae | 1 | 20 | 20 | 17 | 3 |
| 18 | | Titira Enmascarado | *Tityra semifasciata* | Tityridae | 2 | 22 | 19 | 10 | 9 |
| 19 | | Cabezón Degollado | *Pachyramphus aglaiae* | Tityridae | | | 3 | 1 | 2 |
| 20 | | Copetón Capirotado | *Myiarchus tuberculifer* | Tyrannidae | 5 | 72 | 5 | 4 | 1 |
| 21 | | Copetón Cenizo | *Myiarchus cinerascens* | Tyrannidae | | | 4 | 1 | 3 |
| 22 | | Bienteveo Común | *Pitangus sulphuratus* | Tyrannidae | | | 53 | 19 | 34 |
| 23 | | Luis Gregario | *Myiozetetes similis* | Tyrannidae | | | 6 | 5 | 1 |
| 24 | | Bienteveo Ventriazufrado | *Myiodynastes luteiventris* | Tyrannidae | | | 4 | 2 | 2 |
| 25 | | Vireo Verdiamarillo | *Vireo flavoviridis* | Vireonidae | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 26 | | Golondrina Común | *Hirundo rustica* | Hirundinidae | 1 | 34 | 34 | 23 | 11 |
| 27 | | Zorzal Dorsirrufo | *Turdus rufopalliatus* | Turdidae | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 28 | | Eufonia Matorralera | *Euphonia affinis* | Fringillidae | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 29 | | Tangara Rosada | *Rhodinocichla rosea* | Rhodinocichlidae | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 30 | | Cacique Mexicano | *Cassiculus melanicterus* | Icteridae | 3 | 138 | 49 | 31 | 18 |
| 31 | | Turpial Dorsilistado | *Icterus pustulatus* | Icteridae | | | 41 | 30 | 11 |
| 32 | | Zanate Mexicano | *Quiscalus mexicanus* | Icteridae | | | 48 | 36 | 12 |
| 33 | | Reinita Trepadora | *Mniotilta varia* | Parulidae | 2 | 8 | 3 | 2 | 1 |
| 34 | | Reinita de Manglar | *Setophaga petechia* | Parulidae | | | 5 | 4 | 1 |
| 35 | | Azulillo Grande | *Passerina caerulea* | Cardinalidae | 2 | 6 | 2 | 0 | 2 |
| 36 | | Azulillo Morado | *Passerina versicolor* | Cardinalidae | | | 4 | 2 | 2 |
| 37 | | Semillero Volatinero | *Volatinia jacarina* | Thraupidae | 3 | 50 | 36 | 6 | 30 |
| 38 | | Pepitero Grisáceo | *Saltator coerulescens* | Thraupidae | | | 2 | 1 | 1 |
| 39 | | Semillero Collarejo | *Sporophila torqueola* | Thraupidae | | | 12 | 5 | 7 |
| | | **Total** | | | **39** | **657** | **657** | **353** | **304** |

*Tabla IV.26. Especies de aves registradas en el SA*

De las 22 familias de aves que fueron registradas en el SA**,** Columbidae **y** Tyrannidae son la que presentan mayor riqueza o diversidad con 5 especies cada una; por otro lado, las familias más abundantes son Anatidae e Icteridae con 104 y 138 individuos cada una, seguidas en abundancia por la familia Trochilidae con 75 individuos (Figuras IV.73 y IV.74, así como la Tabla IV.42).

Por otro lado, las especies más abundantes dentro del SA son *Dendrocygna autumnalis, Amazilia rutila, Pitangus sulphuratus, Cassiculus melanicterus* y *Quiscalus mexicanus*. La abundancia de estas especies obedece que durante los muestreos se observaron en pequeños grupos alimentándose o en conducta de cortejo; así como a su hábito alimenticio, por lo que es común su abundancia durante las mañanas y tardes (Tabla IV.42 y Figura IV.75).

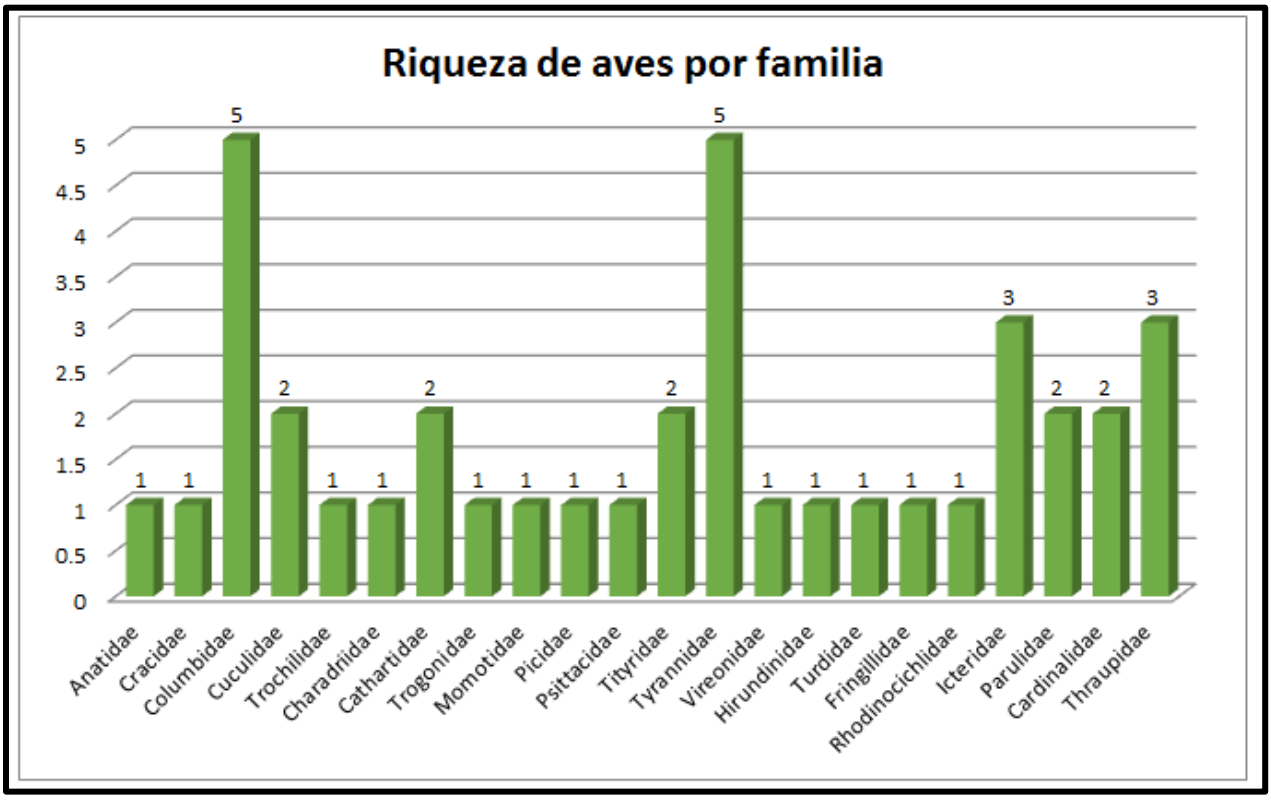



*Figura IV.30. Riqueza de aves por familia*

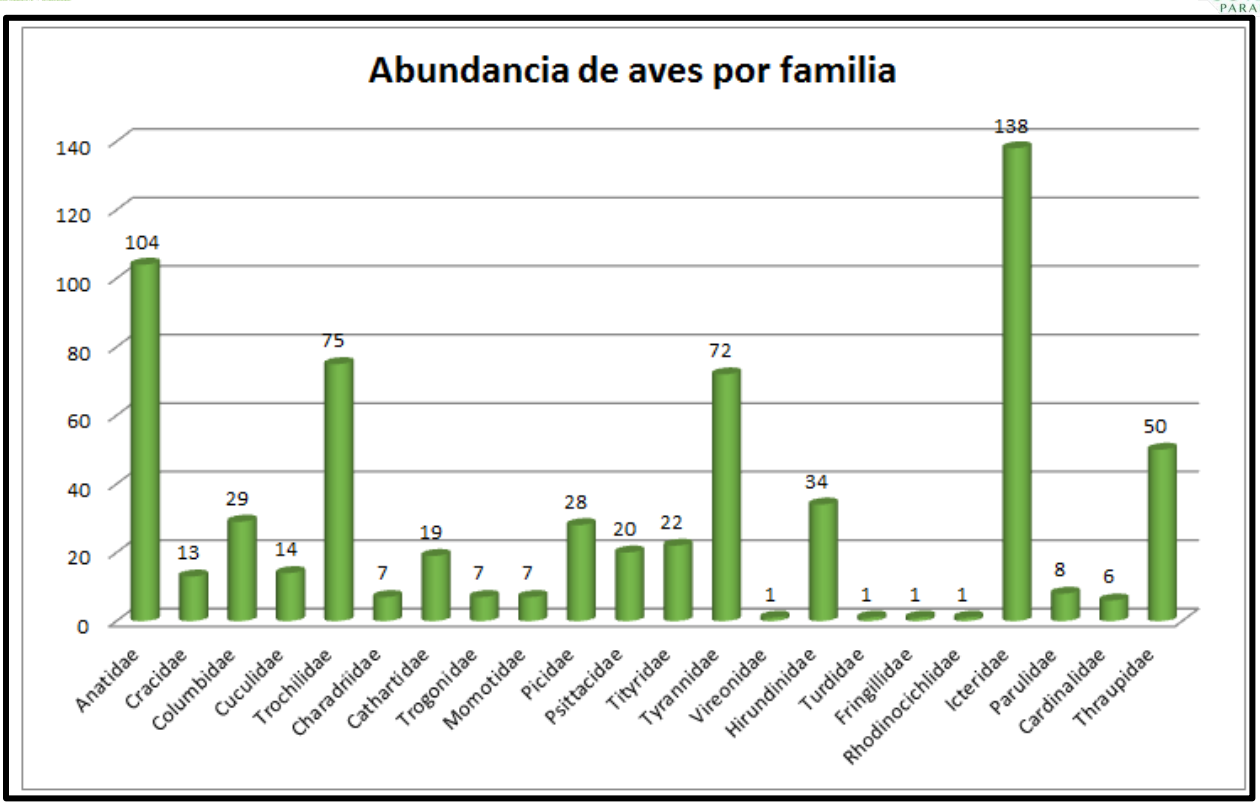



*Figura IV.31. Abundancia de aves por familia*

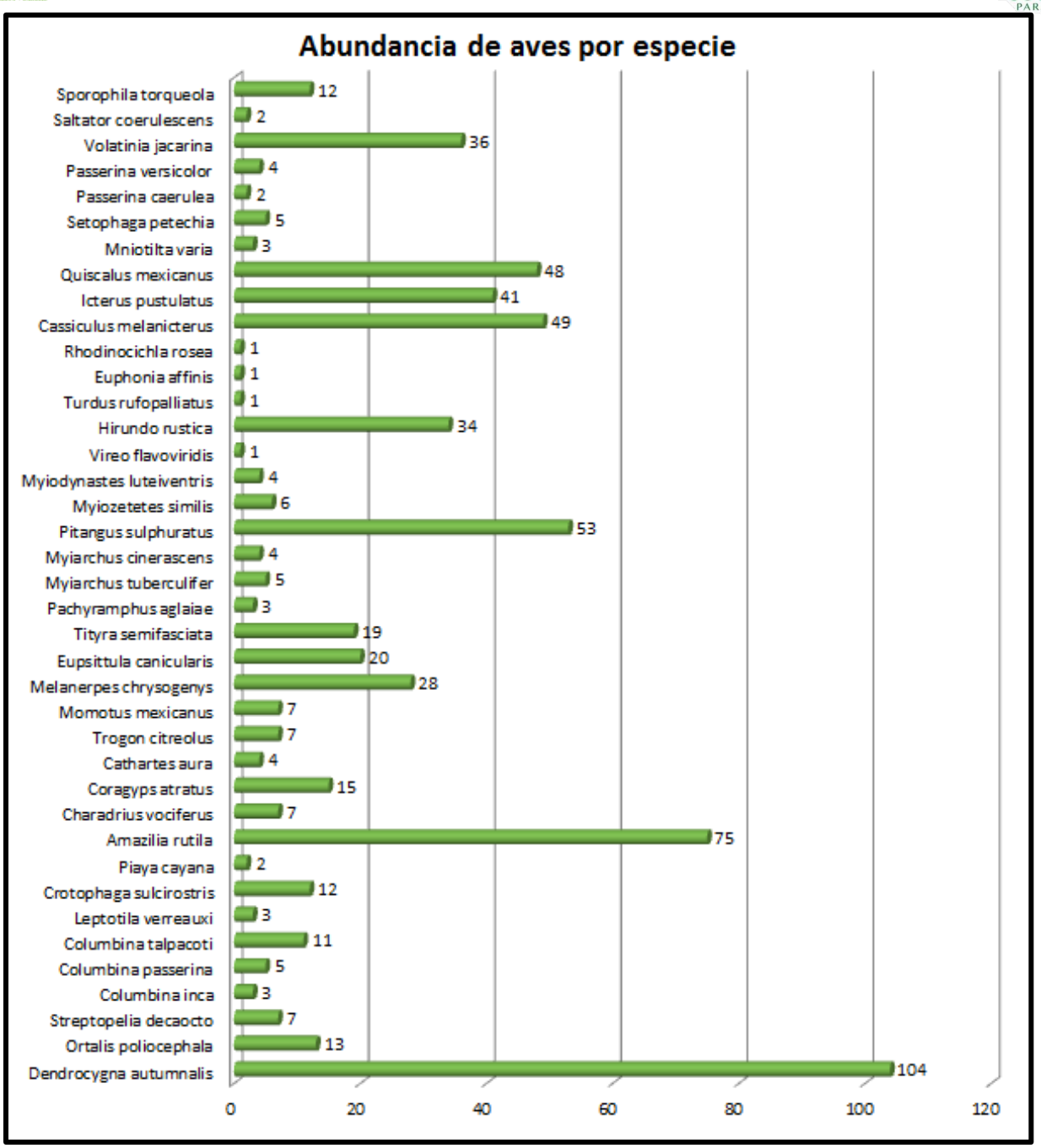



*Figura IV.32. Abundancia de aves por especie*

**Diversidad.** En el SA se obtiene una alta diversidad de aves (4.32) (Tabla IV.43**)**, debido a la riqueza de especies registradas, aunque se presenta una dominancia de *Dendrocygna autumnalis* y *Amazilia rutila* con 104 y 75 individuos respectivamente, observados en los sitios de muestreo.

Esta diversidad también se explica porque existe una alta igualdad entre la abundancia de las especies, exceptuando a las 2 especies que dominan en abundancia; ésta igualdad entre las especies se corroboró con el Índice de Equitatividad mostrando un valor de 0.82 (Tabla IV.44).

| No. | Especie | Individuos | Pi | Log2 Pi | Pi (Log2Pi) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Dendrocygna autumnalis* | 104 | 0.158 | -2.659 | -0.42 |
| 2 | *Ortalis poliocephala* | 13 | 0.020 | -5.659 | -0.11 |
| 3 | *Streptopelia decaocto* | 7 | 0.011 | -6.552 | -0.07 |
| 4 | *Columbina inca* | 3 | 0.005 | -7.775 | -0.04 |
| 5 | *Columbina passerina* | 5 | 0.008 | -7.038 | -0.05 |
| 6 | *Columbina talpacoti* | 11 | 0.017 | -5.900 | -0.10 |
| 7 | *Leptotila verreauxi* | 3 | 0.005 | -7.775 | -0.04 |
| 8 | *Crotophaga sulcirostris* | 12 | 0.018 | -5.775 | -0.11 |
| 9 | *Piaya cayana* | 2 | 0.003 | -8.360 | -0.03 |
| 10 | *Amazilia rutila* | 75 | 0.114 | -3.131 | -0.36 |
| 11 | *Charadrius vociferus* | 7 | 0.011 | -6.552 | -0.07 |
| 12 | *Coragyps atratus* | 15 | 0.023 | -5.453 | -0.12 |
| 13 | *Cathartes aura* | 4 | 0.006 | -7.360 | -0.04 |
| 14 | *Trogon citreolus* | 7 | 0.011 | -6.552 | -0.07 |
| 15 | *Momotus mexicanus* | 7 | 0.011 | -6.552 | -0.07 |
| 16 | *Melanerpes chrysogenys* | 28 | 0.043 | -4.552 | -0.19 |
| 17 | *Eupsittula canicularis* | 20 | 0.030 | -5.038 | -0.15 |
| 18 | *Tityra semifasciata* | 19 | 0.029 | -5.112 | -0.15 |
| 19 | *Pachyramphus aglaiae* | 3 | 0.005 | -7.775 | -0.04 |
| 20 | *Myiarchus tuberculifer* | 5 | 0.008 | -7.038 | -0.05 |
| 21 | *Myiarchus cinerascens* | 4 | 0.006 | -7.360 | -0.04 |
| 22 | *Pitangus sulphuratus* | 53 | 0.081 | -3.632 | -0.29 |
| 23 | *Myiozetetes similis* | 6 | 0.009 | -6.775 | -0.06 |
| 24 | *Myiodynastes luteiventris* | 4 | 0.006 | -7.360 | -0.04 |
| 25 | *Vireo flavoviridis* | 1 | 0.002 | -9.360 | -0.01 |
| 26 | *Hirundo rustica* | 34 | 0.052 | -4.272 | -0.22 |
| 27 | *Turdus rufopalliatus* | 1 | 0.002 | -9.360 | -0.01 |
| 28 | *Euphonia affinis* | 1 | 0.002 | -9.360 | -0.01 |
| 29 | *Rhodinocichla rosea* | 1 | 0.002 | -9.360 | -0.01 |
| 30 | *Cassiculus melanicterus* | 49 | 0.075 | -3.745 | -0.28 |
| 31 | *Icterus pustulatus* | 41 | 0.062 | -4.002 | -0.25 |
| 32 | *Quiscalus mexicanus* | 48 | 0.073 | -3.775 | -0.28 |
| 33 | *Mniotilta varia* | 3 | 0.005 | -7.775 | -0.04 |
| 34 | *Setophaga petechia* | 5 | 0.008 | -7.038 | -0.05 |
| 35 | *Passerina caerulea* | 2 | 0.003 | -8.360 | -0.03 |
| 36 | *Passerina versicolor* | 4 | 0.006 | -7.360 | -0.04 |
| 37 | *Volatinia jacarina* | 36 | 0.055 | -4.190 | -0.23 |
| 38 | *Saltator coerulescens* | 2 | 0.003 | -8.360 | -0.03 |
| 39 | *Sporophila torqueola* | 12 | 0.018 | -5.775 | -0.11 |
| | *Total* | 657 | | | -4.32 |

*Tabla IV.27. Cálculo del índice de Diversidad de las especies de aves*

| Índice de Equitatividad | | | |
|---|---|---|---|
| **J'=H'/H' Max** | | | |
| **Riqueza S=** | No de especies | 39 | **0.82** |
| **H' calculada =** | Índice de diversidad obtenido | 4.32 | |
| **H max=** | Log2 de S | 5.29 | |
| **Equidad (J)=** | H/Hmax | 0.82 | |

*Tabla IV.28. Equitatividad entre la abundancia de las especies de aves*

## Mamíferos

### Metodología

Durante el muestreo se utilizaron varias técnicas para identificar a los individuos de mamíferos que ocurren en el área de estudio: redes de niebla, trampas Tomahawk, trampas Sherman, cámara de infrarrojo (foto trampeo), búsqueda de huellas y rastros, así como recorridos de observación.

- ***Captura con redes de niebla***

Durante el muestreo de quirópteros se utilizaron 3 redes de niebla, 2 de ellas con dimensiones de 10 x 4 m y 1 de 8 x 3 m, mismas que se mantuvieron abiertas durante la mañana de 06:00 a 11:00 horas y por la tarde de las 18:00 a 22:00 horas. Las redes se revisaron cada treinta minutos mientras se mantuvieron abiertas o cada 15 minutos en localidades con mayor actividad.

*Figura IV.33. Ilustra la colocación de redes de niebla para captura de quirópteros*

- ***Captura con trampas Tomahawk***

Para el muestreo sistemático de mamíferos pequeños y medianos se utilizaron 2 trampas Tomahawk, colocadas en los senderos próximos a cada uno de los sitios de muestreo, se instalaron a las 18:00 horas y se revisaron temprano por la mañana entre las 8:00 y las 9:00 horas.

*Figura IV.34. Preparación e instalación de cebos para trampas tomahawk*

- ***Captura con trampas Sherman***

Para el muestreo de roedores se utilizaron 8 trampas tipo Sherman (Figura IV.78), distribuidas cada 10 metros en línea recta. Las trampas se colocaron a las 18.00 horas y se revisaban a las 8 de la mañana del día siguiente (Gallina, *et.al*. 2008).

*Figura IV.35. Instalación de trampas Sherman en sitios de muestreo*

- ***Captura de imágenes a través de cámara con infrarrojo (foto trampeo)***

Se colocaron 2 trampas de infrarrojo, marca Tasco (visión nocturna) las cuales realizan la función de capturar todo lo que presenta movimiento por medio de un infrarrojo, mismas que fueron colocadas en sitios dentro del área de estudio por un periodo de 4 días y 3 noches.

*Figura IV.36. Fototrampa colocada en el área de estudio*

- ***Búsqueda de huellas y otros rastros***

Se realizaron recorridos en cada uno de los sitios de muestreo para detectar la presencia de huellas a las cuales se les tomó fotografías para posteriormente compararlas con la bibliografía guía de huellas de mamíferos.

*Figura IV.37. Huellas y otros registros en el área de estudio*

- ***Recorridos de observación***

Se llevaron a cabo recorridos, por los diferentes senderos en el área de cada uno de los sitios de muestreo para registrar el masto fauna, realizando además toma de fotografía cuando fue posible.

*Figura IV.38. Durante los recorridos de observación de mamíferos*

**Resultados de muestreo de mamíferos**

De acuerdo a Villa y Cervantes (2003) la mastofauna potencialmente, está compuesta por 146 especies de mamíferos, 1 en protección especial, 8 amenazadas y 3 en peligro de extinción. Sin embargo, para constatar su presencia, en el muestreo realizado en el SA se registraron 12 especies de mamíferos), de las cuales ninguna se encuentra en categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV.45).

| No. | Orden | Familia | Especie | Registro | | Forma de registro | | | | Total de individuos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SA | AP | O | C | FT | H | |
| 1 | Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis virginiana* | 2 | 1 | X | X | | | 3 |
| 2 | Xenarthra | Dasypodidae | *Dasypus novemcinctus* | 1 | | X | | | X | 1 |
| 3 | Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus jamaicensis* | 4 | 1 | | X | | | 5 |
| 4 | | | *Desmodus rotundus* | 4 | 3 | | X | | | 7 |
| 5 | Carnivora | Canidae | *Canis latrans* | 6 | 2 | X | | | | 8 |
| 6 | | | *Urocyon cinereoargenteus* | 3 | 4 | X | | | X | 7 |
| 7 | | Mustelidae | *Mephitis macroura* | 1 | 1 | X | | | | 2 |
| 8 | | | *Conepatus leuconotus* | 1 | | X | | | | 1 |
| 9 | | Procyonidae | *Nasua narica* | 5 | 2 | X | | | | 7 |
| 10 | | | *Procyon lotor* | 1 | | X | | | | 1 |
| 11 | Artiodactyla | Cervidae | *Odocoileus virginianus* | 1 | | X | | | | 1 |
| 12 | Rodentia | Sciuridae | *Sciurus colliaei* | 2 | 3 | X | | | | 5 |
| | **Total** | | | **31** | **17** | | | | | **48** |
| | **Simbología** O= observado, C= capturado, FT= Fototrampa, H= huella, excreta, otro. | | | | | | | | | |

*Tabla IV.29. Registro de mamíferos en el sistema ambiental*

De acuerdo con los resultados del muestreo de campo en el SA, se registró a las familias Phyllostomidae, Canidae, Mustelidae y Procyonidae como las más diversas con 2 especies cada una (Figuras IV.82); por otro lado, la especie más abundante en el SA corresponde a *Canis latrans* con 8 individuos, seguida de *Nasua narica, Desmodus rotundus y Urocyon cinereoargenteus* con 7 individuos cada una (Figura IV.84). En lo relativo a la abundancia de la mastofauna por familia, se tiene que la familia canidae es la más abundante, con registros de 15 individuos (Figura IV.83).

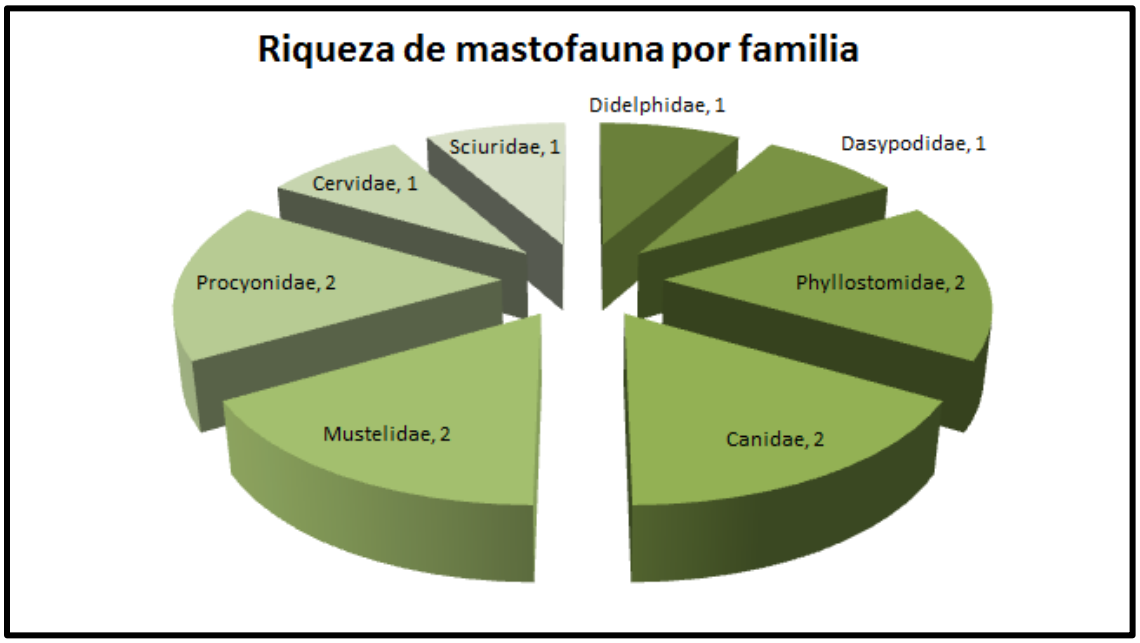



*Figura IV.39. Riqueza de mamíferos por familia en el SA*

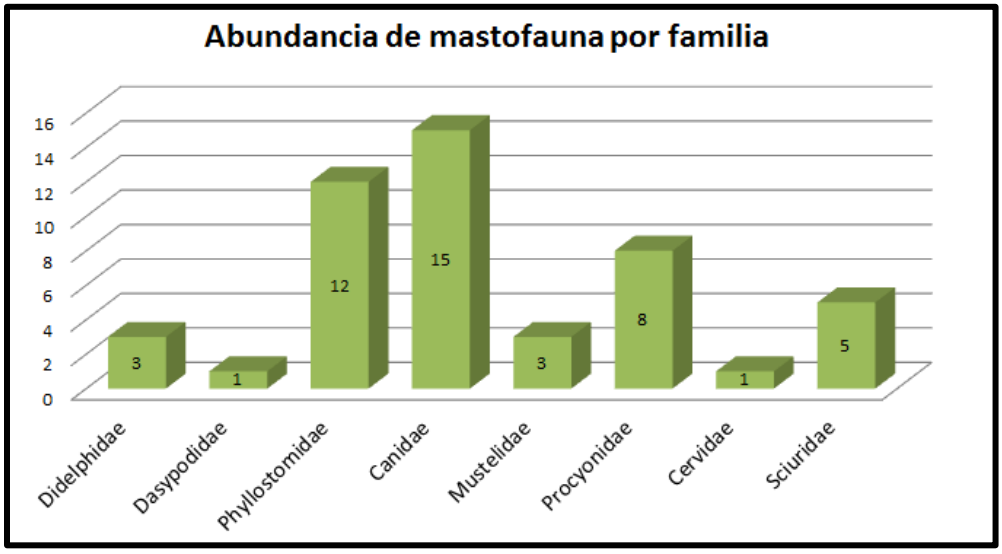



*Figura IV.40. Abundancia de la mastofauna por familia en el SA*

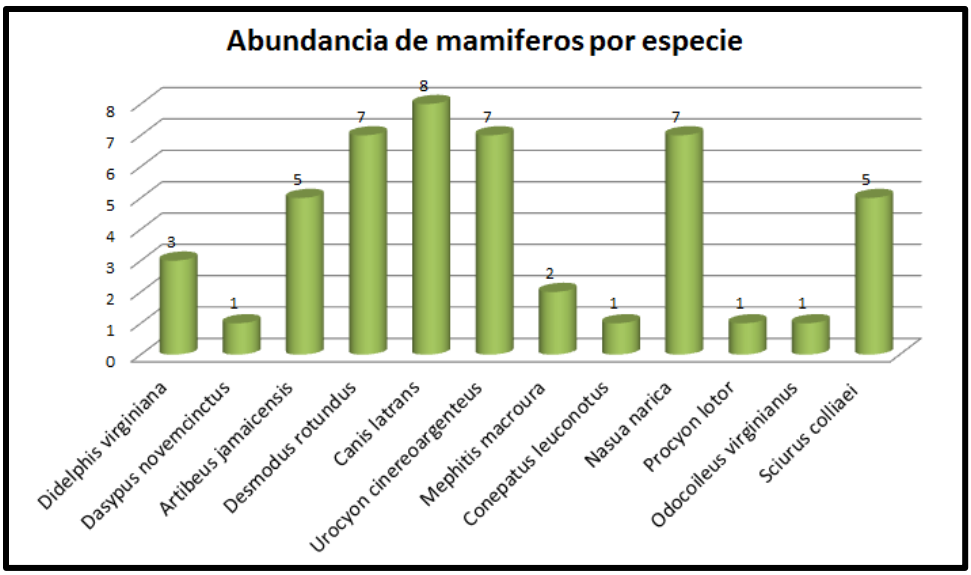



*Figura IV.41. Abundancia de mamíferos por especie en el SA*

La diversidad de Mamíferos en el SA resultó media con un valor de 3.23 (Tabla IV.46**)**, debido a que la mayoría de las especies presenta una abundancia de 1 a 5 individuos a excepción de *Canis latrans* que se registraron 8 individuos lo que provoca que la diversidad sea poco uniforme; sin embargo los valores de equitatividad son altos al igual que el grupo de las aves derivado a que existe unauniformidad de las especies en cuanto al número de individuos y a la diversidad máxima esperada (Tabla IV.47).

| No. | Especie | Individuos | Pi | Log2 Pi | Pi (Log2Pi) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | *Didelphis virginiana* | 3 | 0.063 | -4.000 | -0.25 |
| **2** | *Dasypus novemcinctus* | 1 | 0.021 | -5.585 | -0.12 |
| **3** | *Artibeus jamaicensis* | 5 | 0.104 | -3.263 | -0.34 |
| **4** | *Desmodus rotundus* | 7 | 0.146 | -2.778 | -0.41 |
| **5** | *Canis latrans* | 8 | 0.167 | -2.585 | -0.43 |
| **6** | *Urocyon cinereoargenteus* | 7 | 0.146 | -2.778 | -0.41 |
| **7** | *Mephitis macroura* | 2 | 0.042 | -4.585 | -0.19 |
| **8** | *Conepatus leuconotus* | 1 | 0.021 | -5.585 | -0.12 |
| **9** | *Nasua narica* | 7 | 0.146 | -2.778 | -0.41 |
| **10** | *Procyon lotor* | 1 | 0.021 | -5.585 | -0.12 |
| **11** | *Odocoileus virginianus* | 1 | 0.021 | -5.585 | -0.12 |
| **12** | *Sciurus colliaei* | 5 | 0.104 | -3.263 | -0.34 |
| | **Total** | **48** | | | **-3.23** |

*Tabla IV.30. Cálculo del índice de diversidad de las especies de mamíferos*

| **Índice de Equitatividad** | | | |
|---|---|---|---|
| **J'=H'/H' Max** | | | |
| **Riqueza S=** | No de especies | 12 | **0.90** |
| **H' calculada =** | Índice de diversidad obtenido | 3.23 | |
| **H max=** | Log2 de S | 3.58 | |
| **Equidad (J)=** | H/Hmax | 0.90 | |

*Tabla IV.31. Índice de equitatividad entre los mamíferos*

## Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles se han agrupado para su estudio en una sola área del conocimiento la Herpetología, por lo que se trabajan en conjunto utilizando los métodos estandarizados para realizar inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips *et al* (2001), llamado "Transectos para Inspección de encuentro Visual", consiste en que dos o más personas caminan lentamente por lo largo de un transecto y cuidadosamente buscan a los organismos, registrando la información obtenida en fichas herpetológicas. Para este proyecto los reconocimientos de campo se realizaron durante el día y la noche y se incluyeron las condiciones del hábitat de los sitios donde se registran las especies.

**Metodología**

En cada sitio de muestreo se realizaron transectos aleatorios de longitud y ancho variable dependiendo de la accesibilidad del terreno. Se revisaron los micro hábitats potenciales en los cuales se pudieran encontrar los organismos, como bajo las rocas y troncos, en el suelo, bajo la hojarasca, encima de los árboles, cavidades húmedas, orilla de charcas y cuerpos de agua y bajo corteza vegetal suelta; todo esto con la ayuda de ganchos herpetológicos, pinzas herpetológicas, pequeñas redes para captura de tortugas y ranas y bolsas de manta y plástico para su resguardo temporal. Los organismos encontrados y que pudieron ser capturados se les levantó una ficha herpetológica donde se anotó las medidas, sus características taxonómicas y los datos del medio físico-biológico donde se encontró, también se les tomó fotografías que para algunos individuos fueron usadas para realizar una determinación más exacta, posteriormente fueron liberados.

Los muestreos fueron realizados durante 10 días, En el día se comenzó la búsqueda a las 8:00 horas y se terminaba a las 11:00 horas.; y por la tarde noche de 18:00 hr a 20:00 horas.

*Figura IV.42. Recorridos para la observación de anfibios y reptiles*

***Resultados del muestreo de reptiles***

De acuerdo con el listado potencial tomado del Ordenamiento Ecológico del estado de Jalisco (2006), en la entidad se presentan 152 especies de reptiles (Chávez Ávila 2015); sin embargo, en el SA, durante los muestreos de campo, se registraron 8 especies, comprendidas en 2 órdenes y 7 familias; de las cuales 1 especie se encuentra en la categoría de protección especial y seis amenazada, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT 2010 (Tabla IV.48).

| No. | Orden | Familia | Especie | Registro | | Forma de Registro | | NOM-059 | Total de individuos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SA | AP | Capturado | Observado | | |
| 1 | Squamata | Iguanidae | *Ctenosaura pectinata* | 3 | 2 | | X | Amenazada/E | 5 |
| 2 | | | *Iguana iguana* | 6 | 2 | | X | Amenazada/E | 8 |
| 3 | | Gekkonidae | *Gehyra mutilata* | 1 | 1 | | X | | 2 |
| 4 | | Dactyloidae | *Anolis nebulosus* | 5 | 3 | X | X | Sin registro/ E | 8 |
| 5 | | Teiidae | *Aspidoscelis communis* | 15 | 4 | | X | Protección especial/E | 19 |
| 6 | | Boidae | *Boa constrictor* | 1 | | | X | Amenazada/No E | 1 |
| 7 | | Colubridae | *Masticophys flagellum* | 2 | 1 | | X | Amenazada/No E | 3 |
| 8 | Testudines | Geoemydidae | *Rhinoclemmys pulcherrima* | 1 | | X | X | Amenazada/No E | 1 |
| Total | | | | **34** | **13** | | | | **47** |

*Tabla IV.32. Reptiles registrados en el SA*

De los registros levantados, el mayor porcentaje de diversidad se presenta en las familias Iguanidae con dos especies (Figura IV.86); por otro lado, la familia más abundante en el SA corresponde a Teiidae, seguida de Iguanidae (Figura IV.87). Con respecto a la abundancia por especie, se registró como la más abundante a *Aspidoscelis communis* con 19 individuos, seguida de *Anolis nebulous e Iguana iguana* con 8 individuos cada una (Figura IV.88); este hecho se debe a que éstas especies son muy comunes y frecuentes en esa región.

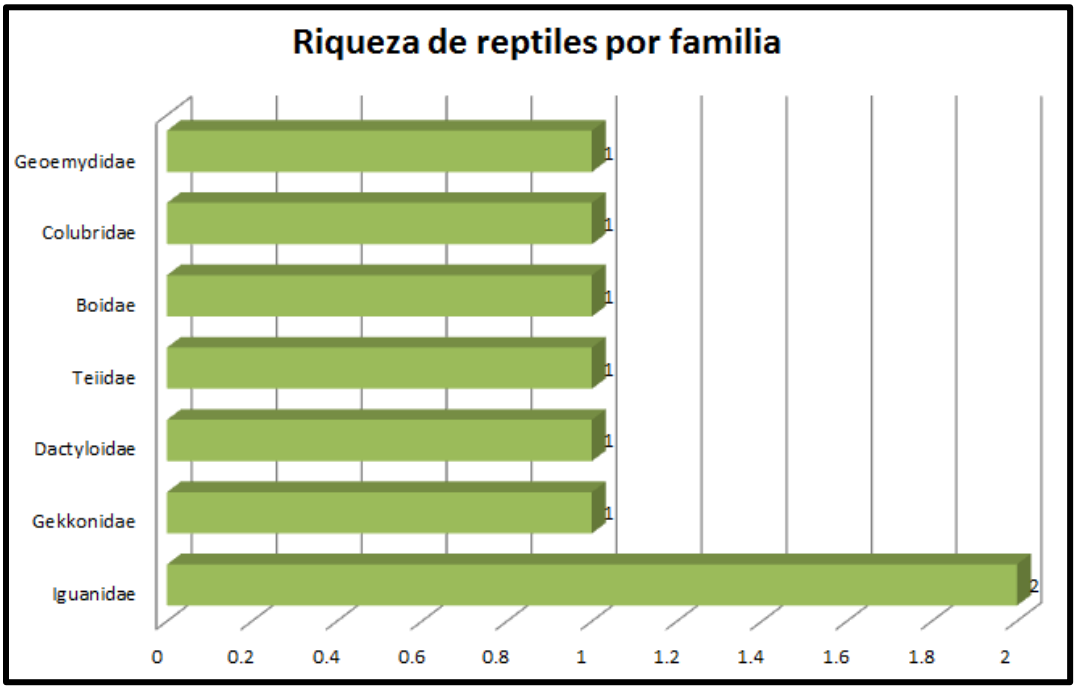



*Figura IV.43. Riqueza de reptiles por familia en el SA*

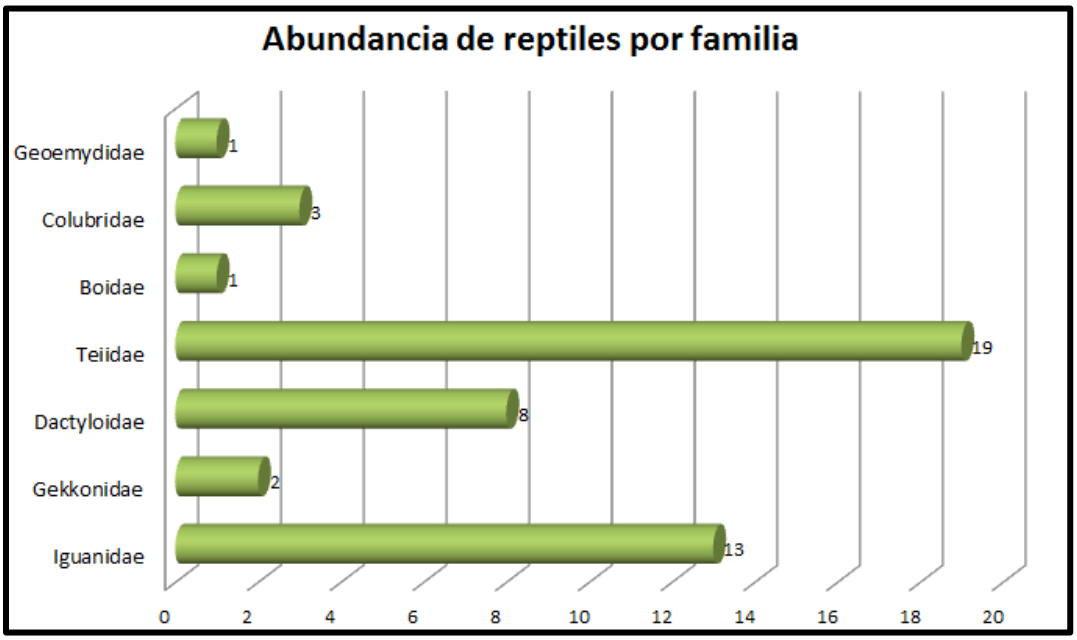



*Figura IV.44. Abundancia de reptiles en el SA por familia*

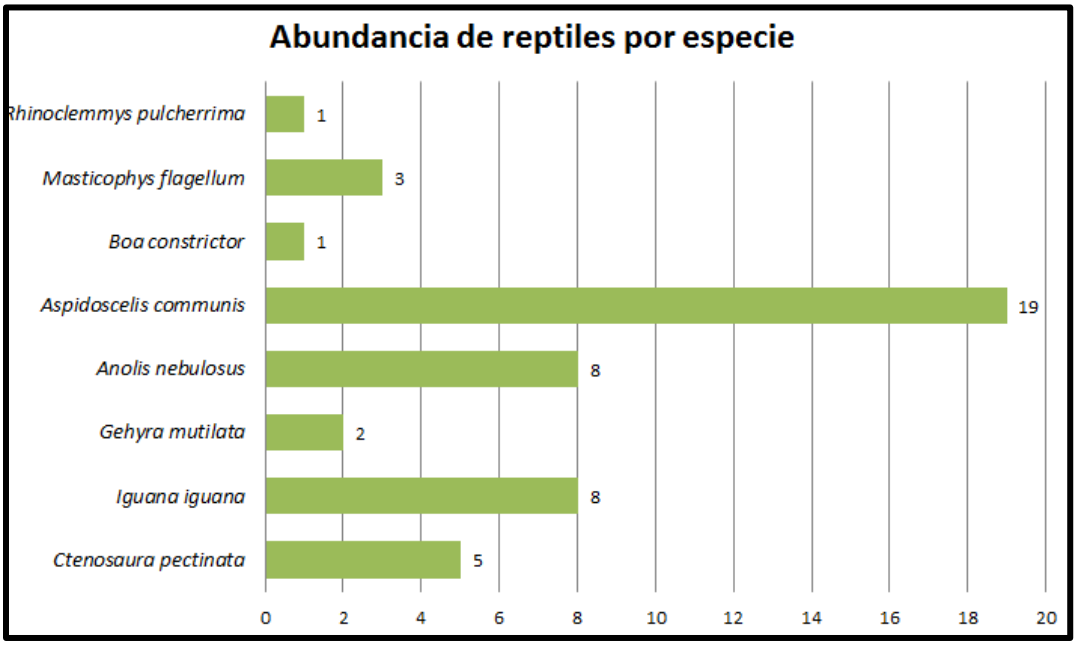



*Figura IV.45. Abundancia de reptiles por especie en el SA*

La diversidad de reptiles en el SA, es considerada como una diversidad media (2.43) (Tabla IV.49), debido a que existe una dominancia de 1 especie en este grupo *Aspidoscelis communis*. Esta diversidad se ve reflejada en la equitatividad entre especies que resulta con un valor de 0.81, es decir, el resto de las especies mantienen una igualdad entre ellas a pesar de la dominancia de una de ellas (Tabla IV.50).

| No. | Especie | individuos | Pi | Log2 Pi | Pi (Log2Pi) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | *Ctenosaura pectinata* | 5 | 0.106 | -3.233 | -0.34 |
| **2** | *Iguana iguana* | 8 | 0.170 | -2.555 | -0.43 |
| **3** | *Gehyra mutilata* | 2 | 0.043 | -4.555 | -0.19 |
| **4** | *Anolis nebulosus* | 8 | 0.170 | -2.555 | -0.43 |
| **5** | *Aspidoscelis communis* | 19 | 0.404 | -1.307 | -0.53 |
| **6** | *Boa constrictor* | 1 | 0.021 | -5.555 | -0.12 |
| **7** | *Masticophys flagellum* | 3 | 0.064 | -3.970 | -0.25 |
| **8** | *Rhinoclemmys pulcherrima* | 1 | 0.021 | -5.555 | -0.12 |
| **34** | | **47** | | | **-2.43** |

*Tabla IV.33. Diversidad de reptiles en el SA*

| **Índice de Equitatividad** | | | |
|---|---|---|---|
| **J'=H'/H' Max** | | | |
| **Riqueza S=** | No de especies | 8 | **0.81** |
| **H' calculada =** | Índice de diversidad obtenido | 2.43 | |
| **H max=** | Log2 de S | 3.00 | |
| **Equidad (J)=** | H/Hmax | 0.81 | |

*Tabla IV.34. Equitatividad entre los reptiles*

### *Resultados del muestreo de anfibios*

Con base en el listado potencial tomado del Ordenamiento Ecológico del estado de Jalisco (2006), en la entidad se presentan 46 especies de anfibios (Chávez Ávila 2015); Sin embargo, en el SA, durante los muestreos de campo, se registraron sólo 3 especies integradas en dos familias; de las cuales *Lithobates forreri* se encuentra bajo Protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010 (Tabla IV.51).

| No. | Orden | Familia | Especie | Registro | | Forma de Registro | | NOM-059 | Total de individuos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **SA** | **AP** | **Capturado** | **Observado** | | |
| **1** | Anura | Ranidae | *Lithobates forreri* | 5 | 2 | | X | Protección especial/No. E | 7 |
| **2** | | Bufonidae | *Rhinella marina* | 4 | 1 | X | X | | 5 |
| **3** | | | *Incilius mazatlanensis* | 2 | 1 | X | X | | 3 |
| TOTAL | | | | **11** | **4** | | | | **15** |

*Tabla IV.35. Anfibios registrados en el SA*

Como se puede apreciar en las figuras IV.89, IV.90 y IV.91, el grupo de los anfibios en el SA está representado por una diversidad de 3 especies, integradas en 2 familias, de las cuales la familia con mayor diversidad es Bufonidae con 2 especies, al igual que la abundancia que la domina dicha familia con 8 individuos, siendo la especie de *Lithobates forreri* la que presenta mayor número de individuos (7). Estos resultados se debe sin duda al periodo de ejecución de los muestreos (abril/junio) periodo en el cual la temperatura en el SA aumenta, razón por la cual los anfibios no pueden realizar sus funciones vitales básicas y su cuerpo se aletarga (brumación) para poder sobrevivir.

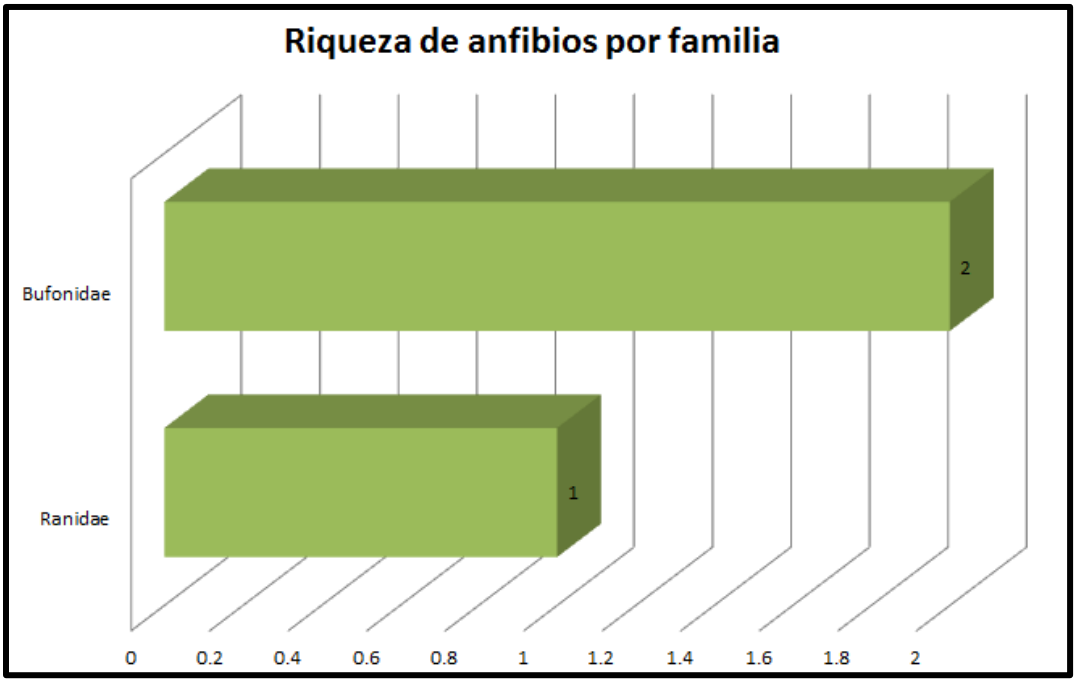



*Figura IV.46. Riqueza de anfibios por familia*

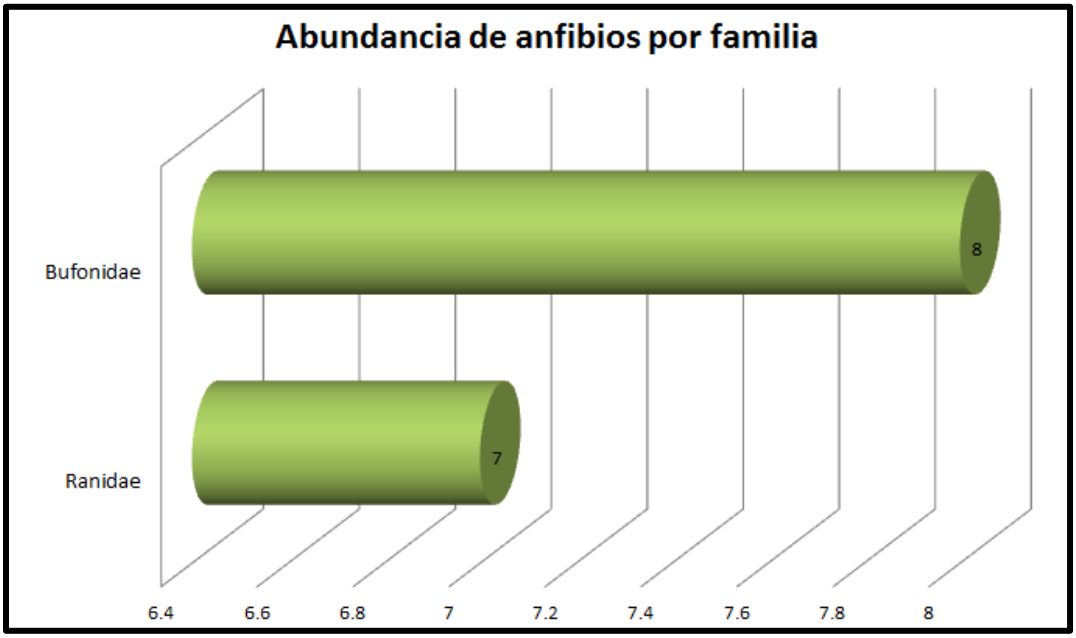



*Figura IV.47. Abundancia de anfibios por familia*

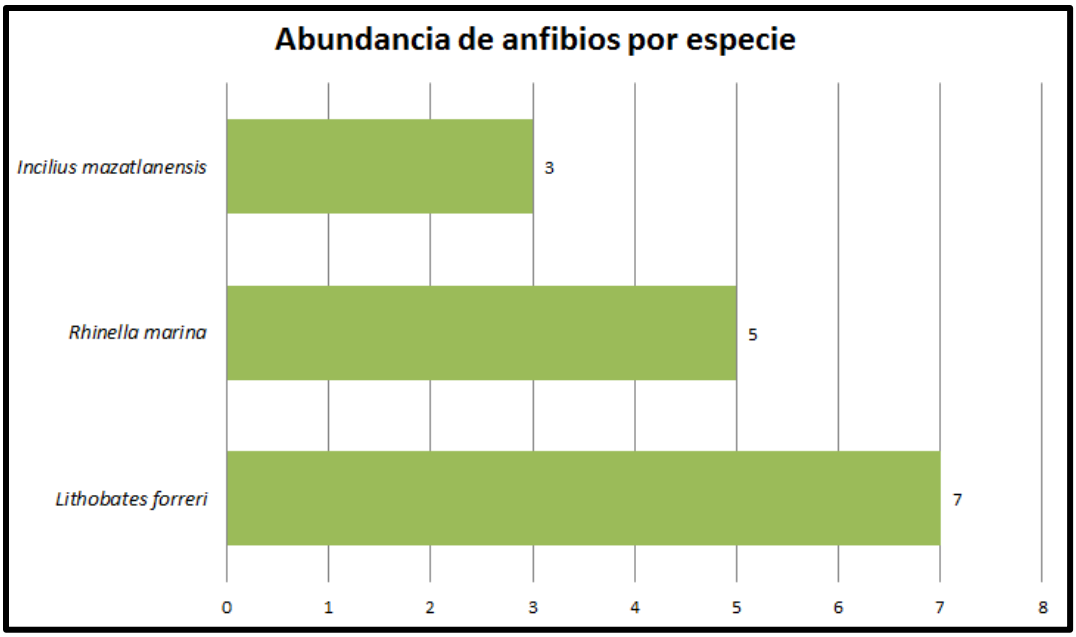



*Figura IV.48. Abundancia por especie de anfibios*

En el SA se obtuvo una diversidad más allá de la unidad (1.51) pero muy baja (Tabla IV.52) debido a que solo se registraron 3 especies con la dominancia de una de ellas con 7 individuos (*Lithobates forreri*), lo que provoca a su vez que exista una diversidad baja. Por otro lado la equitatividad de las especies del grupo de los anfibios resulto de 0.95, considerada de media a alta, mostrando que dichas especies se encuentran registradas de manera homogénea en el SA en cuanto al número de ejemplares (Tabla IV.53).

| No. | Especie | Individuos | Pi | Log2 Pi | Pi (Log2Pi) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | *Lithobates forreri* | 7 | 0.467 | -1.100 | -0.51 |
| **2** | *Rhinella marina* | 5 | 0.333 | -1.585 | -0.53 |
| **3** | *Incilius mazatlanensis* | 3 | 0.200 | -2.322 | -0.46 |
| | ***Total*** | | | | ***-1.51*** |

*Tabla IV.36. Diversidad de anfibios en el SA*

| **Índice de Equitatividad** | | | |
|---|---|---|---|
| **J'=H'/H' Max** | | | |
| **Riqueza S=** | No de especies | 3 | **0.95** |
| **H' calculada =** | Índice de diversidad obtenido | 1.51 | |
| **H max=** | Log2 de S | 1.58 | |
| **Equidad (J)=** | H/Hmax | 0.95 | |

*Tabla IV.37. Equitatividad entre los anfibios registrados en el SA*

- **Análisis Integral de la Fauna presente en el sistema ambiental y proyecto**

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna silvestre realizado entre los meses de abril a junio; en el área de estudio ocurren 39 especies de aves, 12 de mamíferos, 3 de anfibios y 8 de reptiles, lo que da un total de 62 especies de fauna silvestre registradas en el sistema ambiental y área del proyecto.

| Grupo | No. de Especies | Especie más Abundante | No. de Familias | Familia más Abundante | Índice de Diversidad | Índice de Equitatividad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aves** | 39 | *Dendrocygna autumnalis* | 22 | *Icteridae* | 4.32 | 0.82 |
| **Mamíferos** | 12 | *Canis latrans* | 8 | *Canidae* | 3.23 | 0.90 |
| **Anfibios** | 3 | Lithobates forreri | 2 | *Bufonidae* | 1.51 | 0.95 |
| **Reptiles** | 8 | *Aspidoscelis communis* | 7 | *Teiidae* | 2.43 | 0.81 |
| Total | **62** | | **39** | | | |

*Tabla IV.38. Resultados de los registros de fauna en el SA y área del proyecto*

Como resultado del trabajo de campo y revisiones bibliográficas, para el área de estudio del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, en el periodo comprendido entre los meses de abril, mayo y junio, se registraron 767 individuos de fauna silvestre (tabla IV.55), de las cuales el 86% está representado por aves, seguido los mamíferos y reptiles con el 6% y finalmente los anfibios con el 2%. Ver figura IV.92.

| Grupo | Abundancia |
|---|---|
| Aves | 657 |
| Mamíferos | 48 |
| Anfibios | 15 |
| Reptiles | 47 |
| **Total** | **767** |

*Tabla IV.39. Abundancia por grupo faunístico*

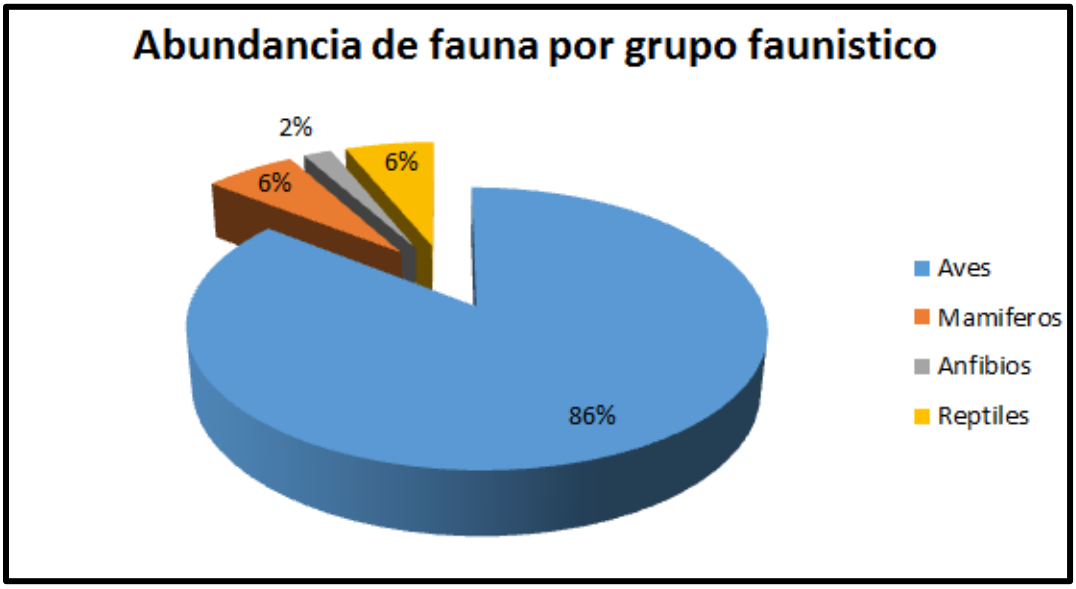



*Figura IV.49. Abundancia por grupo faunístico*

| No. | Especie | Categoría |
|---|---|---|
| **1** | *Ctenosaura pectinata* | Amenazada y Endémica |
| **2** | *Iguana iguana* | Amenazada y Endémica |
| **3** | *Aspidoscelis communis* | Protección especial y Endémica |
| **4** | *Boa constrictor* | Amenazada |
| **5** | *Masticophys flagellum* | Amenazada |
| **6** | *Rhinoclemmys pulcherrima* | Amenazada |
| **7** | *Lithobates forreri* | Protección especial |
| **8** | *Eupsittula canicularis* | Protección especial |

*Tabla IV.40. Relación de los registros de fauna silvestre en la NOM- 059- SEMARNAT- 2010*

Como complemento al análisis de la fauna, se agrega **ANEXO IX.IV.15. MEMORÍA FOTOGRÁFICA DE LA FAUNA SILVESTRE.**

## IV.2.2.3. Medio socioeconómico

- **NIVEL ESTATAL**

**Demografía**

La población total de Jalisco es de 8, 348,151 personas de las cuales el 50.9% son mujeres y el 49.1% hombres, según el censo y conteo de la población y vivienda de CONAPO, (2010). La composición poblacional por edad y sexo se puede observar en la siguiente figura, mientras que la edad mediana de la población es de 29 años.

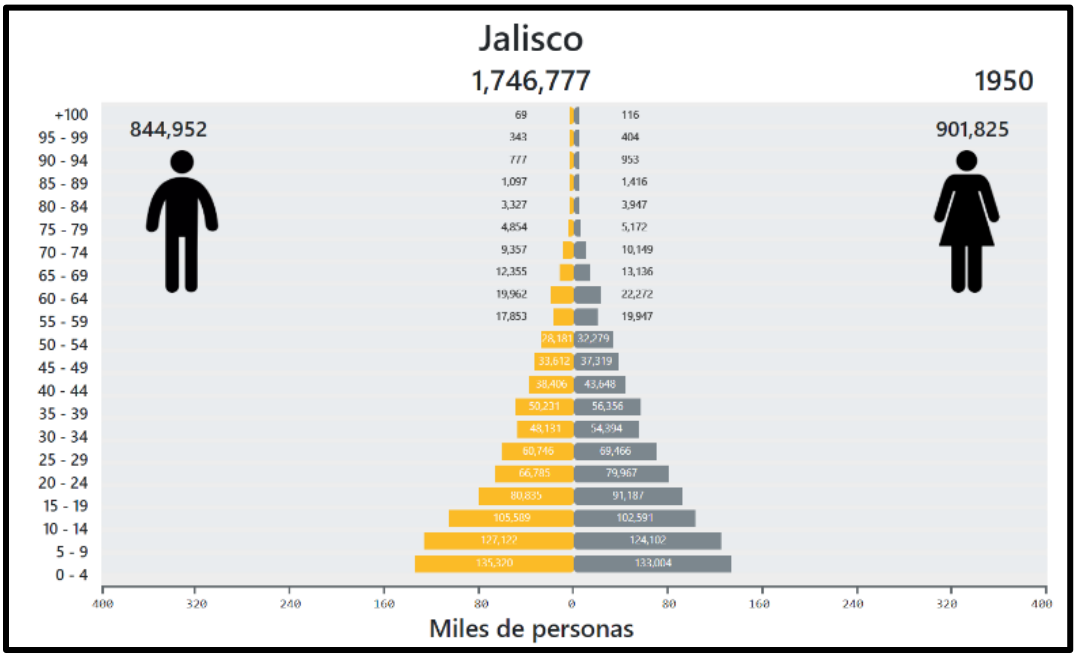



*Figura IV.1. Pirámide poblacional Jalisco. Elaborado por IIEG, censos y conteos de población y vivienda; CONAPO, proyecciones de Población 2010-2030.*

De acuerdo con Censos de Población y Vivienda de INEGI (2020), desde 1900 a 1921, la cantidad de habitantes en Jalisco se mantuvo casi sin cambios y a partir de 1960 se presentó un crecimiento poblacional constante, con una tasa de crecimiento de 8.3 %.

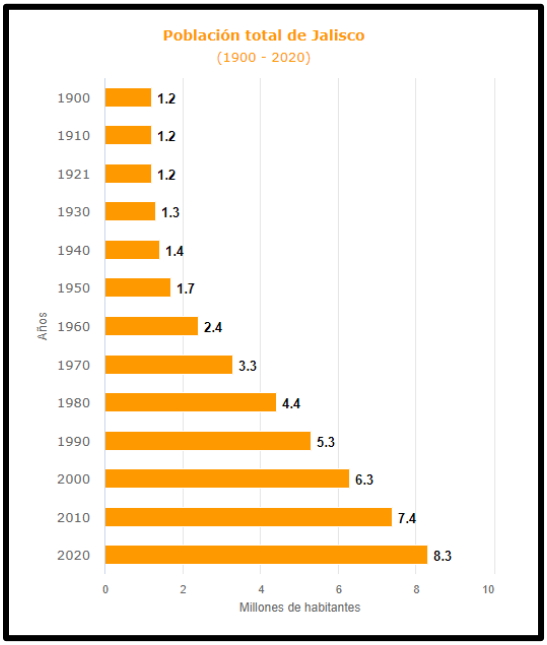



*Figura IV.2. Censos de Población y Vivienda. Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 1900-2020.*

Dentro de la entidad, Zapopan es el municipio más poblado con 1, 476,491 habitantes, seguido de Guadalajara con 1, 383,692 habitantes, en tercer lugar, Tlajomulco de Zúñiga con 727,750, cuarto y quinto a San Pedro Tlaquepaque con 687,127 y Tonalá con 569,913 habitantes.

La esperanza de vida en Jalisco es de 75.5 años, para México es de 75.2 años. Al igual que sucede en otras entidades, las mujeres en Jalisco viven, en promedio, más que los hombres.

La tasa de crecimiento de la población para esta Entidad es de 0.98% anual, determinado por una tasa anual de crecimiento natural del 1.09%, resultado de los nacimientos y defunciones; así como de una tasa de crecimiento social anual de -0.12% producto de la migración interestatal e internacional.

La fecundad es uno de los principales componentes del crecimiento de la población y del cambio de estructura por edad. Desde 1995, a nivel nacional, se mantiene una disminución en la velocidad de la fecundidad, se proyecta esta tendencia hasta 2050. Jalisco presenta una disminución paulatina en la tasa de fecundidad, al igual que a nivel nacional, pasando de 2.53 hijos promedio por mujer en 2010 a 2.05 para 2020.

**Vivienda**

Conforme el censo de población y vivienda de INEGI (2020), en el año 2020, el 78.8% de las viviendas en el estado se encontraban habitadas, el 15.2% deshabitadas y el 6.0% eran de uso temporal (Figura IV.95). En el periodo 2010-2020, las viviendas habitadas en el estado se incrementaron en un 27.3%, las deshabitadas un 26.0% y 38.5% las de uso temporal. Seis municipios tuvieron incrementos considerables en viviendas deshabitadas, como es el caso de Juanacatlán, que ocupa el primer lugar con casi 4 veces el número de viviendas en esta.

*Figura IV.3. Ocupación de las viviendas en Jalisco, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.*

En el periodo 2010 a 2020, la proporción de viviendas particulares habitadas con piso de cemento o firme disminuyó en un 6.2%; mientras que la de piso de tierra bajó en un 49.2%. Por su parte, la proporción de viviendas con piso de mosaico, madera u otro recubrimiento se incrementó en 4.4%, la de agua entubada subió 2,4% y la de servicio de energía eléctrica se mantuvo prácticamente sin cambios.

En el período 2010-2020, la proporción de viviendas con internet se incrementó 128.4%, al pasar de 27.0% a 61.8%, respectivamente; el porcentaje de las que disponían de computadora se incrementó 22.8%, con teléfono celular 21.6% y refrigerador 2.3%. En contraste, la proporción de viviendas con televisor disminuyó 2.4%, con radio 14.3% y con automóvil bajó 1.9%.

## Educación

De acuerdo con la ficha informativa del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, elaborada en 2020, en Jalisco el grado promedio de escolaridad de la población mayores de 15 años es de 9.9 años escolares, lo que equivale a casi el primer año de bachillerato. A nivel nacional, la población mayor a 15 años tiene 9.7 de escolaridad en promedio.

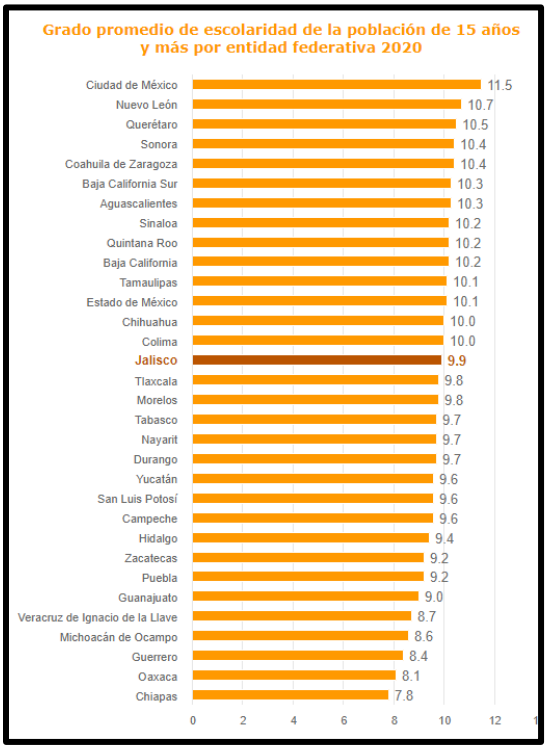



*Figura IV.4. Grado de escolaridad de la población de más de 15 años por población federativa. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020. Elaborado por cuéntame.inegi.org.mx.*

De cada 100 personas de 15 años y más; 3 no tienen grado de escolaridad, 50 tienen educación básica terminada, 24 finalizaron la educación media superior y 22 concluyeron la educación superior.

El mayor porcentaje de población analfabeta en Jalisco se encuentra entre las personas de 75 años y más con un 18.7%.

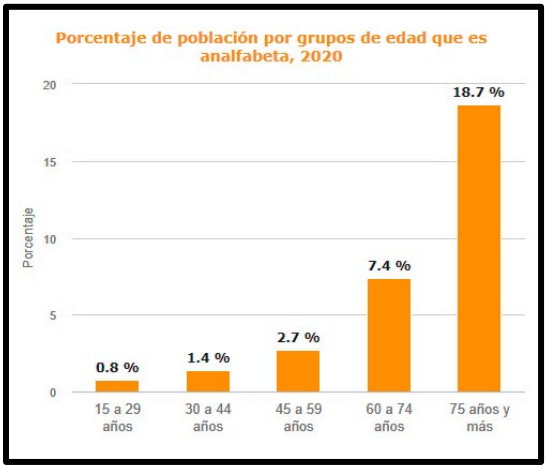



*Figura IV.5. Porcentaje de población por grupos de edad que es analfabeta, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020. Elaborado por cuéntame.inegi.org.mx.*

En 2020, en Jalisco el 93% de las niñas y niños entre 6 a 14 años de edad asisten a la escuela.

## Economía

El Producto Interno Bruto (PIB) de Jalisco en 2016 representó el 6.9% con respecto al total nacional. El PIB en Jalisco está representado por el 5.7 % en actividades primarias, 32% actividades secundarias y 62.4% en actividades terciarias (Ver figura IV.98).

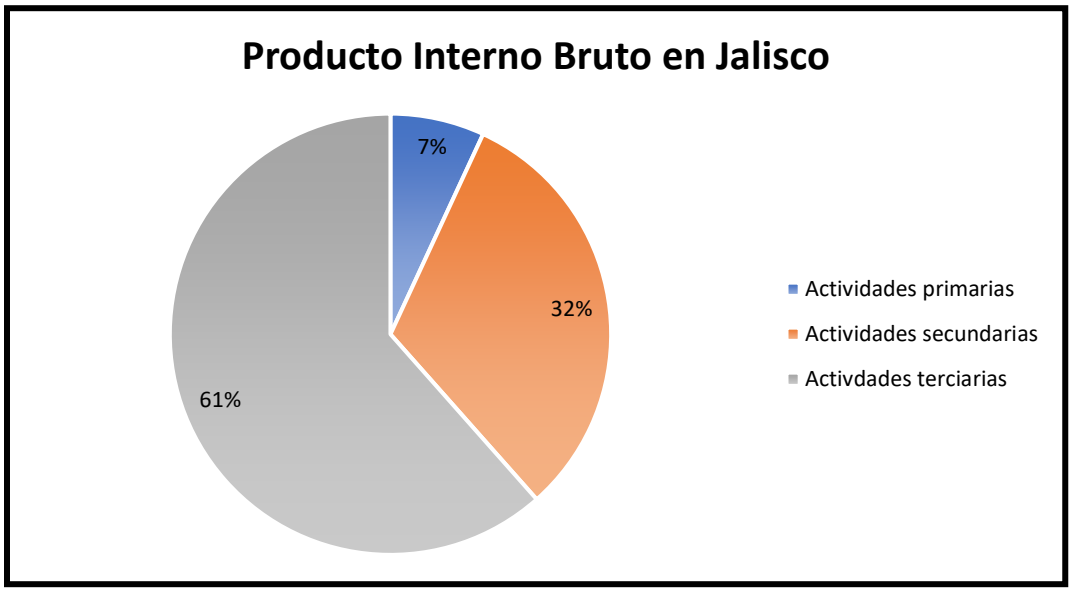



*Figura IV.6. PIB, por actividad en Jalisco. Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales, 2016.*

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE, 2020), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2020, Jalisco registró descenso de 2.6% en su índice de actividad económica con respecto al mismo periodo del año anterior. De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades, esta entidad federativa cuenta con 377,777 Unidades Económicas, lo que representa el 5.9% del total en nuestro país.

Entre las principales actividades se encuentran: otros servicios (32%), transporte y comercio (19.93%), industria manufacturera (16.32%), actividades agropecuarias (12.52%), construcción (8.01%), transportes y comunicaciones (5.13%), gobierno y organismos internacionales (4.77%), industria extractiva y electricidad (0.69%) y el último 0.54% no se encuentra especificado.

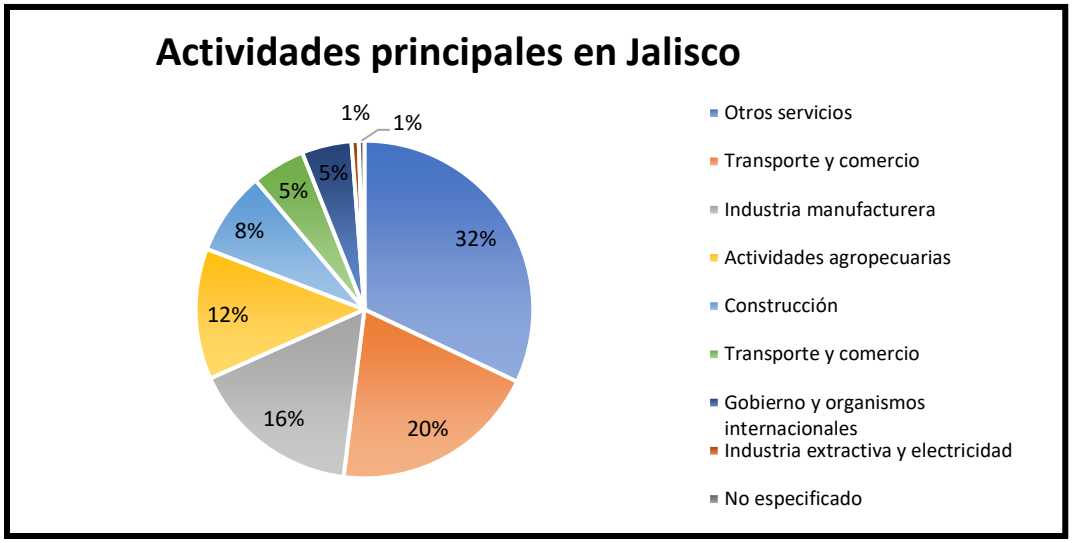



*Figura IV.7. Gráfica de principales actividades principales en Jalisco. Fuente: ITAEE, 2020.*

**Participación económica**

En el cuarto trimestre de 2020, la tasa de participación laboral en Jalisco fue de 59.7%, lo que implicó un aumento de 0.64 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior y una disminución de 2.40 puntos porcentuales respecto al mismo periodo del año anterior (62.1%).

La tasa de desocupación fue 4.10% (156,000 personas) lo que implicó una disminución de 0.90 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (5.01%) y un aumento de 0.95 puntos porcentuales respecto al mismo periodo del año anterior (3.15%).

La población ocupada de la entidad en el cuarto trimestre de 2020 fue de 3.65 millones de personas, siendo superior 21.19% al trimestre anterior e inferior en 3.13% respecto al mismo periodo del año anterior.

El salario mínimo mensual en el cuarto trimestre de 2020 fue de $5,500 MX siendo superior en $76.5 MX respecto al trimestre anterior ($5,440 MX) y superior en $832 MX respecto al mismo periodo del año anterior ($4,690 MX).

**Salud**

En Jalisco, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2015 fueron IMSS (Seguro social) 2.9 millones, Centro de Salud y Hospital de la SSA, Seguro Popular 2.48 millones y Consultorio, clínica y hospital privado 1,22 millones (Ver Figura IV.100).

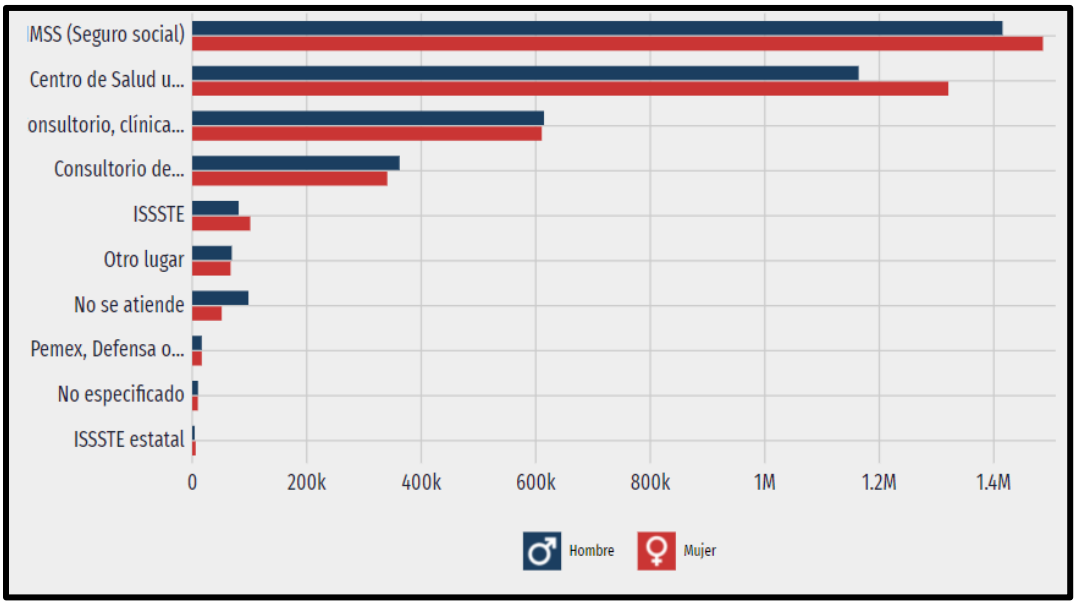



*Figura IV.8. Distribución de opciones de atención de salud por género y cantidad de atendidos en 2015. Fuente: Censo de Población y Vivienda (2020). Elaborado por: datamexicobeta.com*

Según CONAPO (2013), las principales causas de mortalidad general, para el estado de Jalisco se encuentran las enfermedades isquémicas del corazón con el 13.75%, diabetes mellitus con 13.60%, enfermedades pulmonares con el 5.04% en cuarto lugar las infecciones respiratorias agudas con 4.62% y en quinto lugar las enfermedades cerebrovasculares con 4.62%.

**Desigualdad social**

En 2018, en Jalisco, los municipios con menor desigualdad social, de acuerdo con el Índice de GINI, fueron: El Salto (0.41), Casimiro Castillo (0.42) Tonila (0.4), Puerto Vallarta (0.42) y Gómez Farías (0.42).

El 3.24% de la población entre 2010-2015 se encuentra en extrema pobreza, 31.5% en pobreza moderada. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 28.7%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 9.03%. Las principales carencias sociales en Jalisco en 2015 fueron carencia por acceso a la seguridad social, rezago educativo y carencia por acceso a los servicios de salud.

En 2015, 1.21% de la población en Jalisco no tenía acceso a sistemas de alcantarillado (94.9 mil personas), 1.71% no contaba con red de suministro de agua (134 mil personas), 1.43% no tenía baño (112 mil personas) y 0.37% no poseían energía eléctrica (28.9 mil personas).

**Procesos migratorios**

*Emigración interna*

Entre 2015 y 2020, salieron de Jalisco 162,721 personas para radicar en otra entidad. De cada 100 personas 123 se fueron a vivir a Nayarit, 7 a Colima, 7 a Michoacán de Ocampo, 7 Baja California y 6 a Aguascalientes.

*Inmigración interna*

Entre 2015 y 2020, llegaron a vivir 198,654 personas a Jalisco, procedentes del resto de las entidades del país. De cada 100 personas: 9 provienen de Michoacán de Ocampo, 8 de Ciudad de México, 8 del Estado de México, 7 de Nayarit y 7 de Guerrero.

*Emigración internacional*

En Jalisco 2020, salieron 60,587 personas para vivir en otro país, 79 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. A nivel nacional se registraron 802,807, de ellos 77 de cada 199 se fueron a Estados Unidos de América.

Las principales causas de migración de las personas en Jalisco se muestran en la siguiente gráfica.

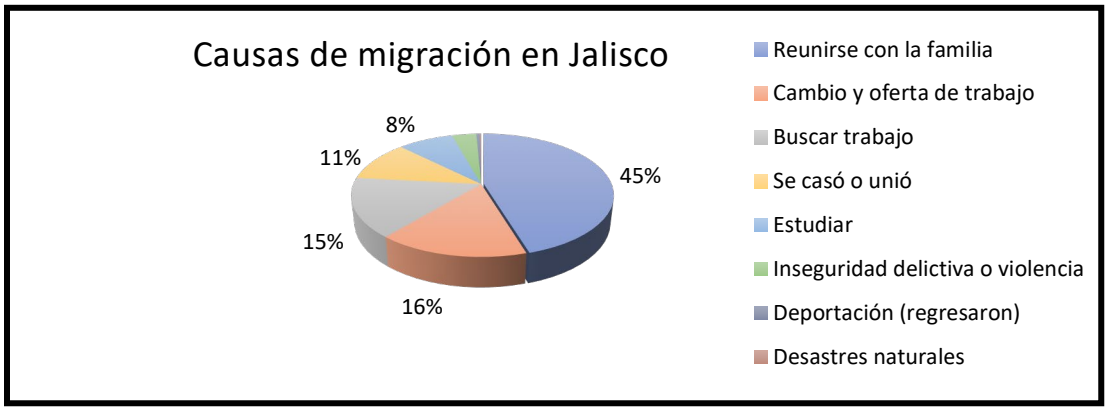



*Figura IV.9. Principales causas de migración en Jalisco. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020.*

**Comunicación y Transporte**

De acuerdo con el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013 (INEGI, 2013), el estado de Jalisco contaba en 2013 con una longitud carretera de 1,959.80 km, entre las carreteras más importantes podemos mencionar Guadalajara-Nogales que permite el transporte con los estados norte del país y con la frontera con Estados Unidos, la carretea Barra de Navidad, que permite la comunicación con los estados del sur y Puerto Vallarta y Manzanillo y, en el centro del territorio se comunican con la carretera Guadalajara-México, conectando al sur y sureste de México. La entidad cuenta con 1,110.2 km de vías férreas, que une regiones del norte de la república y hasta la frontera de Estados Unidos de Norte América, al sur por Ciudad Guzmán que permite la comunicación con el Puerto de Manzanillo y, en el centro la línea Guadalajara México. Jalisco cuenta con un Puerto Marino: Puerto Vallarta, considerado tanto pesquero turístico como de tráfico de altura, tiene importancia comercial, sin embargo, los mercados exteriores se mueven a través del Puerto de Manzanillo. Además, Jalisco cuenta con dos aeropuertos internacionales uno en Guadalajara, el Aeropuerto Miguel Hidalgo y Costilla y el aeropuerto de Puerto Vallarta.

**Factores socioculturales**

*Religión*

En Jalisco, según el censo 2020 de INEGI, la mayoría de la población se define como católica con el 89.2%, el 4.7% de la población se considera protestante y únicamente el 4.6% de la población de la entidad no se identifica con alguna religión.

*Lenguas*

En lo que respecta a lenguas autóctonas, en Jalisco se registran 66,963 persones mayores de tres años que hablan alguna lengua indígena. Las lenguas indígenas más habladas son el Huichol, Náhuatl y Purépecha, respectivamente, como se muestra en la siguiente tabla.

| Lengua indígena | Número de habitantes |
|---|---|
| **Huichol** | 24,256 |
| **Náhuatl** | 18,362 |
| **Purépecha** | 4,759 |
| **Mixteco** | 4,048 |

*Tabla IV.1. Número de habitantes hablantes de las lenguas más habladas en Jalisco.*

*Etnias*

Cabe señalar que en Jalisco 139,676 personas se autoreconocen afromexicano o afreodescendiente, entre ellos el 50.3% se compone por hombres y 49.7% de mujeres.

- **NIVEL MUNICIPAL**

**Demografía**

El municipio de Puerto Vallarta pertenece a la Región Costa-Sierra Occidental, su población en 2020, que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) es de 295 mil 839 personas, 50.3% hombres y 49.7% mujeres. La población municipal del municipio aumentó 7.8% en cinco años. El índice de fecundidad para el Municipio de Puerto Vallarta es de 1.91 hijos.

La composición poblacional por edad y sexo para el 2015, se muestra en la siguiente figura (pirámide poblacional). La edad mediana de la población para el municipio es de 29 años (INEGI, 2015).

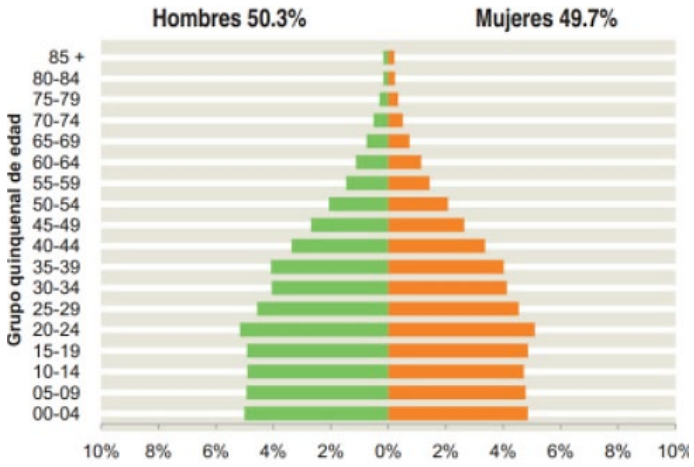



*Figura IV.10. Pirámide de la población por edad y sexo en el municipio de Jalisco. Fuente: INEGI (2015). Encuesta Intercensal 2015.*

Se estimaba que para el 2020 esta población aumentará a 299 mil 434 habitantes, donde 151 mil 524 son hombres y 147 mil 910 mujeres, representando el 3.56 por ciento de la población total del estado.

En el municipio en 2010 contaba con 104 localidades, de las cuales, 13 eran de dos viviendas y 35 de una. La cabecera municipal de Puerto Vallarta es la localidad más poblada con 203 mil 342 personas, y representaba el 79.5% de la población, le sigue Ixtapa con el 11.4%, Las Juntas con el 3.5%, Las Palmas de Arriba con el 1.6% y Banus Vallarta con el 0.5% por ciento del total municipal, en la tabla siguiente se muestra la población de las cuatro localidades más pobladas en el municipio.

| Clave | No. | Municipio/localidad | Población total 2000 |
|---|---|---|---|
| 0001 | 1 | Puerto Vallarta | 151,432 |
| 0028 | 2 | Ixtapa | 17,785 |
| 0031 | 3 | Las Juntas | 5,947 |
| 0243 | 4 | Las Palmas | 3,326 |

*Tabla IV.2. Localidades con mayor densidad poblacional en el Municipio de Puerto Vallarta. FUENTE: IIEG, educación en Puerto Vallarta Diagnóstico Municipal diciembre 2021.*

## Vivienda

De acuerdo con la Encuesta Intercensal del 2015, Puerto Vallarta contaba con un total de 79,622 viviendas particulares habitadas, representando un total de 3.9% del total del Estado de Jalisco. El 95% de las viviendas de Puerto Vallarta se encuentran en la cabecera municipal, mientras que el resto se distribuye en 4 localidades principalmente. Existe un promedio de ocupantes por vivienda de 3.5 y un promedio de ocupantes por cuarto de 1.1.

Según el Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en el año 2019, el municipio de Puerto Vallarta registró 112 viviendas ejecutadas a partir del programa de desarrolladores de FOVISSSTE de las cuales 80 parten del esquema tradicional, 4 más como pensionados, 25 en el esquema de Alia2+ y solo 3 como FOVISSSTE Infonavit conyugal. El 51.3% de las viviendas fueron catalogadas como propias, 31.7% alquilada y 15.9% era prestada.

Según la encuesta de INEGI, 2015, el 42.8% de las viviendas cuentan con dos dormitorios, el 33.3% de las viviendas cuentan con tres cuartos y el 31.2% las viviendas con un dormitorio.

En el Inventario Nacional de Vivienda de 2016, mostraba un alto porcentaje de viviendas con acceso a servicios básicos, 93.3% de las viviendas contaban con agua entubada, 98.7% para drenaje y 99.5% para electricidad, superando el promedio estatal.

De acuerdo con el IIEG, en 2015, el 49.8% de las viviendas de Puerto Vallarta tuvieron acceso a internet, es decir, 39,624 viviendas, 95.9% poseían al menos un televisor (76,330 viviendas), 44,7% aseguraron contar con un computador (35,620 viviendas) y 92.0% adquirió al menos un teléfono móvil (73,235 viviendas).

## Educación

En el municipio de Puerto Vallarta, el grado promedio de escolaridad para la población de 15 o más años en el 2010, es de 9.4, superando el 8.8 para Jalisco.

La población analfabeta en el municipio de Puerto Vallarta se compone del 2.6%. Mientras que para la población que sí cuenta con escolaridad se calcula que el 88.13% de población (60,437) de la localidad, entre los 3 y los 14 años asistía a la escuela, así como el 77.22% de la población (15,028) entre los 15 a los 17 años, el 23.23% de la población (59,950) entre los 18 a 29 y por último el 1.83% (126,633) de los 30 años a más.

**Economía**

Los tres subsectores de valor agregado censal bruto fueron los servicios de alojamiento temporal: comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales y comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco. Que generaron en conjunto el 29.3% del total del valor agregado en el 2014.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingreso y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2016 se estima que el ingreso mensual promedio por hogar a nivel de zonas urbanas es de 17,405 pesos.

El 80.8% de las viviendas en cuentan con agua entubada, 87.1% de las viviendas habitadas cuentan con drenaje y 95% de las viviendas cuentan con luz eléctrica.

En el municipio de Puerto Vallarta, conforme a la encuesta Intercensal 2015, (INEGI, 2015) el 81.08% de la población es derechohabiente a servicios de salud, el 60.65% corresponde al IMSS, 4.23% al ISSSTE, 25.55% al seguro popular, 3.86% en PEMEX, Defensa o Marina y el 3.60 en otras instituciones el 18.53% de la población no cuenta con servicios de salud, como se muestra en la siguiente tabla.

| | Municipio de Puerto Vallarta | Estado de Jalisco | Nacional |
|---|---|---|---|
| **Derechohabientes** | 81.08 | 80.77 | 82.18 |
| **IMSS** | 60.65 | 52.26 | 39.18 |
| **ISSSTE** | 4.23 | 3.44 | 7.71 |
| **PÉMEX, Marina** | 3.86 | 0.54 | 1.15 |
| **Seguro Popular** | 25.22 | 40.78 | 49.9 |
| **Instituciones privadas** | 4.65 | 3.73 | 3.27 |
| **Otras instituciones** | 3.6 | 1.58 | 1.55 |
| **No derechohabientes** | 10.53 | 18.83 | 17.25 |
| **No especificado** | 0.39 | 0.4 | 0.57 |

*Tabla IV.3. Población en Puerto Vallarta por condiciones de derechohabiencia a servicios de salud, 2015. FUENTE: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.Tabulados Jalisco. Servicios de salud, México. 2015.*

**Marginación**

Con base en CONAPO (2010), la marginación considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: falta de acceso a la educación (población analfabeta de 15 años o más y población sin primaria completa de más de 15 años), residencia de viviendas inadecuadas (sin disponibilidad de agua entubada, drenaje servicio sanitario, piso de tierra, energía eléctrica o algún nivel de hacinamiento), percepción de ingresos monetarios insuficientes (hasta 2 salarios mínimos) y residir en localidades pequeñas con menos de 5 mil habitantes.

Puerto Vallarta cuenta con un grado de marginación muy bajo y la mayoría de sus carencias están por debajo del promedio estatal; según la SEDESOL en 2010, las personas que no contaban con las condiciones de vivienda adecuadas era el 3.1%, es decir para 7,333 personas, se destaca también, que la población de 15 años o más sin primaria completa asciende al 10.6% y, el 24.6% de la población gana a lo mucho, dos salarios mínimos. En cuanto a la educación, el rezago educativo afectó a 15.1% de la población, es decir a 35,584 personas. El 28.2% equivalente a 66,383 personas no contaron con servicios de salud y la carencia de seguridad social afectó al 40.9% de la población del municipio, lo que equivale a 117,539 personas.

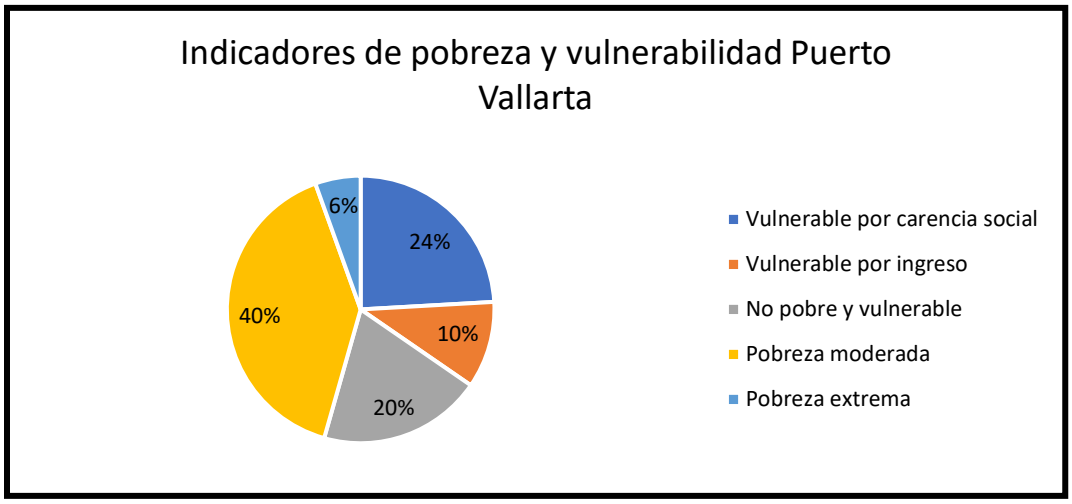



*Figura IV.11. Indicadores de pobreza y vulnerabilidad en Puerto Vallarta. Fuente: SEDESOL, 2010.*

**Procesos migratorios**

De acuerdo con el censo 2020, de Población y Vivienda de INEGI, se calculó que 200,681 personas nacieron en el municipio de Puerto Vallarta, mientras que 84925, nacieron en otras entidades.

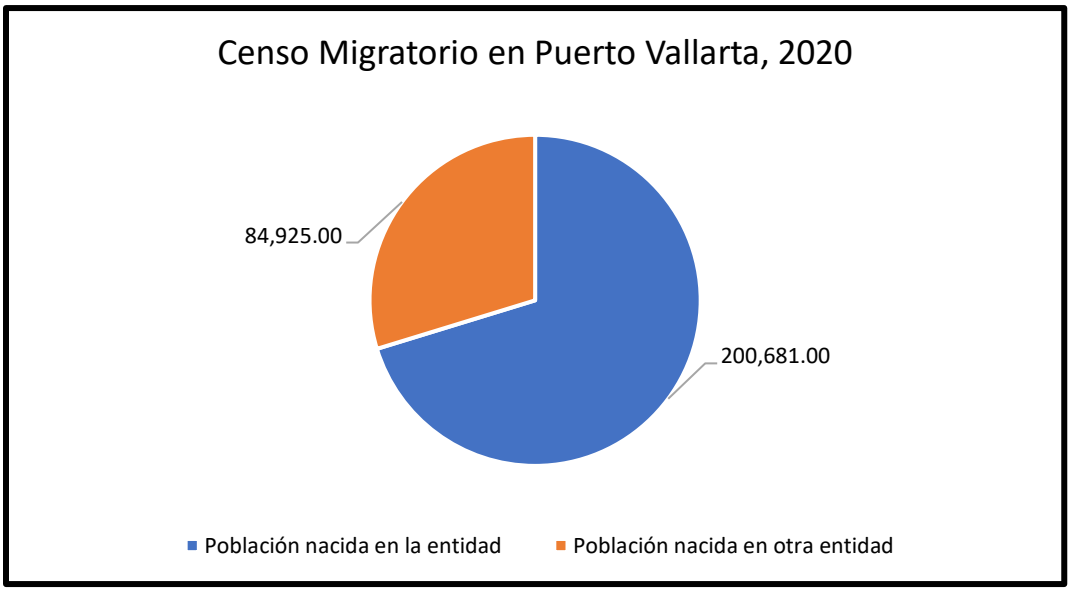



*Figura IV.12. Procesos migratorios en Puerto Vallarta. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.*

Con base en CONAPO (2010) en Puerto Vallarta el 2.32% de las viviendas del municipio reciben remesas, para el 2010, el grado de intensidad migratoria es bajo (como se muestra en la Figura IV.105). El 0.93% de las viviendas tienen algún familiar directo en Estados Unidos, así como el 2.41% de las viviendas contaban con migrantes de retorno.

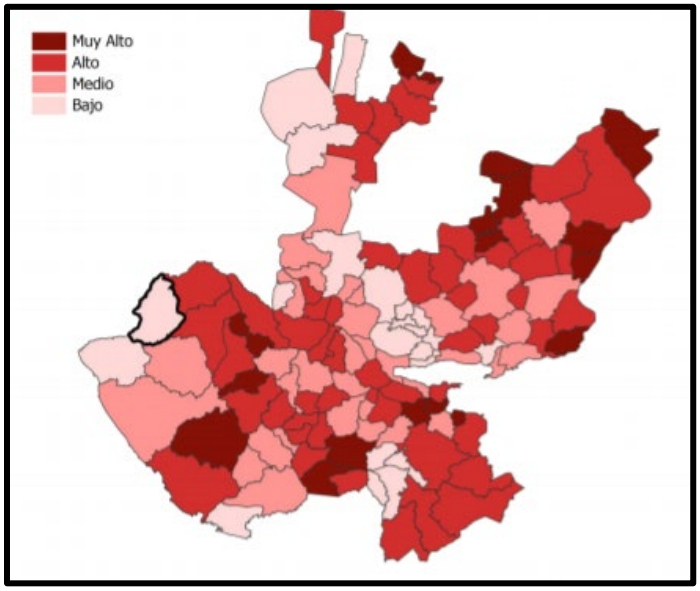



*Figura IV.13. Grado de intensidad migratoria a Estados Unidos. FUENTE: IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco con base en estimaciones del CONAPO, 2010.*

**Comunicación y Transporte**

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza de Puerto Vallarta 2018 a 2021, el municipio de Puerto Vallarta cuenta con una red de más de 30 kilómetros de carreteras federales y estatales, entre ellos destacan, la carretera que conecta principalmente con Bahía de Banderas y la de Mascota al norte del municipio y al sur la que conecta con el municipio de cabo corrientes, su estado físico se encuentra en condiciones de uso normal según la SCT, la infraestructura actual le permite estar conectado con mercados para comercialización. Los caminos superan los 73km en el municipio.

En el municipio, 44.1% de los hogares tienen acceso a servicio telefónico, se aproxima que el 16.3% de las viviendas tienen acceso a internet, se cuenta con 50 oficinas postales y 4 oficinas de la red telegráfica, se identifican 5 periódicos para el municipio.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) para el municipio de Puerto Vallarta, 42,404 viviendas cuentan con automóvil o camioneta, 9,088 viviendas cuentan con motocicleta, 13,679 cuentan con bicicleta.

El servicio de transportes foráneo de pasajeros se otorga mediante autobuses. Existe un total de 9 empresas que conectan al municipio con el resto de la República con alrededor de 40 rutas. Por lo menos 2 empresas autotransportes ofrecen corridas a Guadalajara y a Tepic cada hora.

**Factores socioculturales**

Puerto Vallarta que desde mediados del siglo XX., se caracteriza por su bahía y el turismo hotelero, la construcción de la infraestructura turística y el fortalecimiento de la economía de servicios generaron empleos y atrajeron una gran cantidad de turistas.

Uno de los retos en el desarrollo globalizado de Puerto Vallarta es la dependencia a la economía turística, ya que impera en la preocupación por la "imagen de la ciudad" postergando problemas sociales que quedan subordinados a las metas económicas.

El crecimiento demográfico y la tendencia a ocupar nuevos espacios para el desarrollo del turismo han creado un escenario con problemas ecológicos, sociales y económicos. Los colonos pobres principalmente en Ixtapa y Pitillal, exigen a las autoridades servicios urbanos, principalmente vías de comunicación, transporte, drenaje, alumbrado, agua potable, seguridad pública y recolección de basura (Marín, 2009).

**Religión**

Las personas católicas en el municipio de Puerto Vallarta son representadas por el 76.27% de la población, mientras que el 13.39% se consideró sin religión, 9.89% son protestantes y únicamente el 0.20% se consideró de otra religión (INEGI, 2020).

**Etnicidad**

En el Área Metropolitana de Puerto Vallarta, según IIEG (2020), reportan 4,844 personas de 3 o más años que hablan alguna lengua indígena, en comparación con 2010, el número de lengua indígena se incrementó un 43.7%, es decir, 1,427 personas más.

**Situación conyugal**

De acuerdo con los resultados del Censo, del total de la población de 12 años y más que viven en el Área Metropolitana de Puerto Vallarta- Bahía de Banderas, en 2020, el 28.8% de la población se encuentra casado, 34.3% es soltero, 24.8 % viven en una unión libre, el 7% se encontró separado, el 1.9% se encontró divorciado y, el 3.2% se registró viudo.

**Turismo**

Asimismo, en la región ha comenzado a manifestarse un proceso de diversificación del turismo, lo que en la actualidad representa una inmejorable estrategia para lograr el crecimiento económico y la consolidación de un modelo mixto y competitivo, entre ellos figuran:

*La industria de cruceros*, que, en 2005, contabilizó 259 arribos y la llegada de más de 542 mil pasajeros (Administración Portuaria Integral Puerto Vallarta, 2005). Esta rama es poco apreciada por los empresarios de la localidad, dado que para el municipio representa mucha inversión y ofrece pocos dividendos para la economía local.

*El turismo de elite* ofrece servicios de lujo y alta exclusividad mediante la edificación de infraestructura sofisticada, por ejemplo, complejos hoteleros con marina, campo de golf, spas, hospitales y centros comerciales. En particular los golfistas representan un segmento del mercado de viajes de placer con gran potencial (Plan Municipal de Desarrollo Puerto Vallarta, 2004, 2006).

*El turismo de actividades naturalistas*, como los paseos marítimos, buceo, pesca deportiva, prácticas y clases de surfing, visitas a reservas ecológicas, localidades rurales o avistamiento de ballenas. Estas modalidades presentan una mayor participación para las localidades costeras.

*Las galerías del arte* constituyen un ramo de la economía turística que ha crecido notablemente, en la ciudad proliferan los establecimientos de todo tipo, se ofrece pintura, escultura, fotografía, pero no son particularmente notables las galerías dedicadas a vender arte huichol.

*El turismo de negocios y actividades especiales*, se considera que el 4% del turismo total que llega a Puerto Vallarta arriba para hacer negocios (Fonatur, 2002).

*El turismo gay*, es quizá el nicho de mercado que más éxito ha logrado en los últimos años. Se ha constituido mediante una compleja red de agencias de viajes, hoteles, restaurantes y centros nocturnos, encaminados a facilitar la estancia y satisfacer las demandas de un grupo que requiere atención especializada. Un sector que parece tener bastante éxito, alrededor del 35% del hotelería local en Puerto Vallarta está destinada para el turismo gay (Fregoso, 2005).

### IV.2.2.4. Paisaje

En el Sistema Ambiental se manifiestan tres unidades fisiográficas: Al Oeste la porción plana del valle denominada Llanura costera; al centro el Lomerío transitivo y al Este y al Sur, la Sierra Compleja de San Sebastián y Puerto Vallarta.

La topografía en el Sistema Ambiental manifiesta un nivel altitudinal que va desde el sureste con 20 metros hasta el este, con 160 m s.n.m. con pendientes en su mayoría entre 0% y 35%. El sistema de escurrimientos temporales se presenta al sureste hacia Colinas del Valle y suroeste del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO**" **33 Ha** en la parte alta de la ladera. El Sistema Ambiental se caracteriza por una vegetación nativa de Selva Mediana subcaducifolia y dos regiones de pastizal inducido, uno en el sureste y otro en el noreste. "**ECOTERRA PARAÍSO**" **33 Ha** colinda al Norte con la Colonia Los Ángeles, al sur con el asentamiento La Desembocada y al oeste con El Cantón.

A manera de contexto, se anexan imágenes (ver figura IV.106) tomadas en los recorridos de campo del entorno del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO" 33 Ha**.

*Figura IV.1. Fotografías del paisaje.*

**Metodología**

Para el estudio del Paisaje de este proyecto denominado "**ECOTERRA PARAÍSO**" **33 Ha.** se analizará de manera indirecta, partiendo de los elementos que lo integran y descomponiéndolos. Según Bosque Sendra (1997) resulta la mejor forma de evitar interpretaciones subjetivas ya que se evalúan las variables de manera cuantitativa. Por lo que, se analizará la calidad del paisaje, resultante de combinación de elementos bióticos y abióticos que corresponden a la determinación de la visibilidad y, la fragilidad, de acuerdo con la metodología desarrollada por MOPU (1989).

Para la zona de estudio se utilizarán las Unidades Visuales de Paisaje (UVP), colocando 16 puntos al azar como número de muestra del Sistema Ambiental, estos son las unidades territoriales sobre las que se hagan los análisis paisajísticos y puede definirse como "la zona interconectada visualmente dentro de la cual un espectador es capaz de ver la mayor parte de esa porción del territorio y no el de las zonas circundantes" (de Aragón, 2007). Esta técnica pretende disponer de unas unidades a una escala de detalle cómo es la que nos ocupa, 1:25,000. En el área de estudio, el relieve es el principal factor que define nuestro horizonte escénico, por lo que, el relieve es determinante para las UVP, sin embargo, la caracterización se apoya de la vegetación y del uso de suelo (Franch y Cáncer, 2017).

***Visibilidad***

La visibilidad del territorio supone un factor determinante, tanto para analizar la calidad visual como para determinar la fragilidad (Gobierno de Aragón, 2007, 2013) y funge un papel importante en el modelo de impacto que puede producir una alteración en el medio (Otero *et al.*, 2009).

Los mapas de visualidad permiten conocer cuál es el acceso visual a determinadas zonas y los panoramas observables desde ciertos puntos (UVP). La visibilidad intrínseca es un atributo que alude a los campos visuales disponibles lo cual depende de numerosas variables, como la propia curvatura de la tierra o en superficies planas o incluso, la distancia. Sin embargo, en zonas montañosas, la variable principal es la orografía, ya que la elevación funge como barrera visual (Franch y Cáncer, 2016).

Con base en la propuesta de Otero y colaboradores (2009), se creó un área de trabajo en el Sistema Ambiental en el cual se elaboró una malla cuadriculada de 1000 $m^2$, colocando 16 puntos al azar en el Sistema Ambiental y se elaboró un modelo digital de elevación (MDE), con curvas de nivel a cada cinco metros a partir de elaboración propia. Sobre el MDE y con las herramientas de visibilidad de ArcGis 10.8 se evaluó la visibilidad de UVP. El programa crea una capa ráster donde identifica cuáles son los pixeles observables desde ese punto y cuáles no. Haciendo esta operación punto por punto, la resultante es el mapa de visibilidad intrínseca. Los pixeles con datos más altos representan aquellos

lugares que más veces son observados en comparación con aquellos sitios que son valores más bajos y resultan menos visibles.

A continuación, se muestra el mapa resultante de la visibilidad (Figura IV.107), en el cual se observa que en el 91.53% de la superficie del Sistema Ambiental se tiene una visibilidad baja y 8.47% de visibilidad media. En la superficie del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO" 33 Ha.**, se encontró en más del 95% de la superficie una visibilidad baja, es decir, existe menos del 5% de probabilidad de observar la zona. La visibilidad del paisaje no resulta un factor que promueva el sitio de estudio o que se desarrolle con fines de conservación.

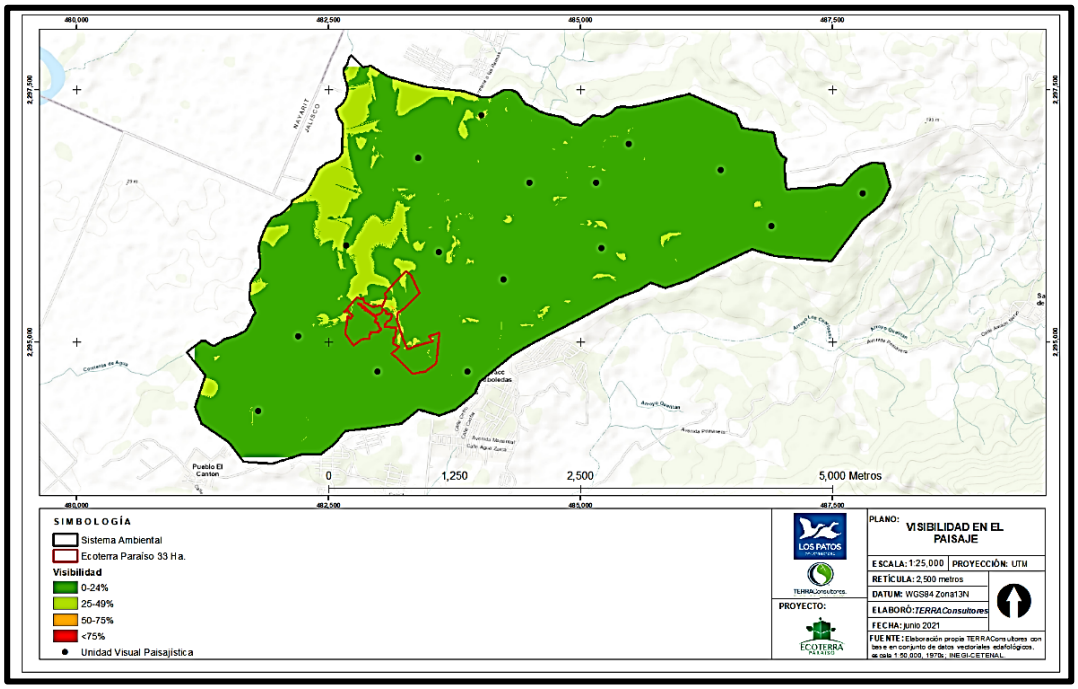



*Figura IV.2. Visibilidad del paisaje.*

## ***Calidad paisajística***

La calidad del paisaje se entiende como el grado de excelencia de sus caracteres constitutivos, lo cual desde una perspectiva del análisis territorial puede identificarse como el "mérito para ser alterado o destruido" (Cifuentes *et al., 1993).* La evaluación de la calidad de cualquier elemento del paisaje es compleja ya que intervienen factores de percepción social (Boersema, 2009), por lo que Bosque Sendra (1997) propone la estimación objetivable de los parámetros del paisaje.

El análisis de la calidad paisajística consistió en la evaluación de la visibilidad por medio de la herramienta Zonal Statitics de ArcGis 10.4, que de acuerdo con la metodología de Otero y colaboradores (2009), es uno de los factores más importantes a considerar, al cual acabamos de hacer referencia en el apartado anterior. Posterior, se realizó un análisis de superposición ponderada con la herramienta Weighted Overlay en ArcGis 10.8, en donde se analizaron los parámetros de cromatismo, que se entiende como la heterogeneidad del paisaje con base en el uso de suelo y, la distancia a un cuerpo de agua, los tres parámetros se clasificaron del 1 al 4, en donde 4 es el valor más alto de aptitud y fueron clasificados conforme la metodología de Franch y Cancer (2017). A continuación, se muestra la tabla de valores para los factores analizados.

| Factor | Característica | Valor de la Calidad Paisajística | |
|---|---|---|---|
| | | **Nominal** | **Numérico** |
| **Cromatismo** | Urbano | Bajo | 1 |
| | Agrícola | Medio | 2 |
| | Vegetación nativa perenne | Medio-Alto | 3 |
| | Selva baja caducifolia | Alto | 4 |
| **Distancia cuerpo de agua** | | | |
| | 0-24% | Bajo | 1 |
| | 25-49% | Medio | 2 |
| | 50-75% | Medio-Alto | 3 |
| | >75% | Alto | 4 |
| **Visibilidad** | | | |
| | 0-24% | Muy bajo | 0 |
| | 25-49% | Medio | 1 |
| | 50-75% | Medio-alto | 2 |
| | >75% | Alto | 3 |

*Tabla IV.1. Factores para evaluar la calidad paisajística del Sistema Ambiental.*

Para el Sistema Ambiental del proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO**" **33 Ha**. se encontró que en el 71.27% de la superficie se reconoce con una calidad paisajística Media, 14.85% de la superficie con una calidad Baja, 13.77% con una calidad Alta y únicamente el 0.4% con una calidad Muy Alta (Figura IV.108), por lo que, de acuerdo con Cifuentes y colaboradores (1993) la calidad paisajística no es de gran riqueza, respecto a los atributos analizados.

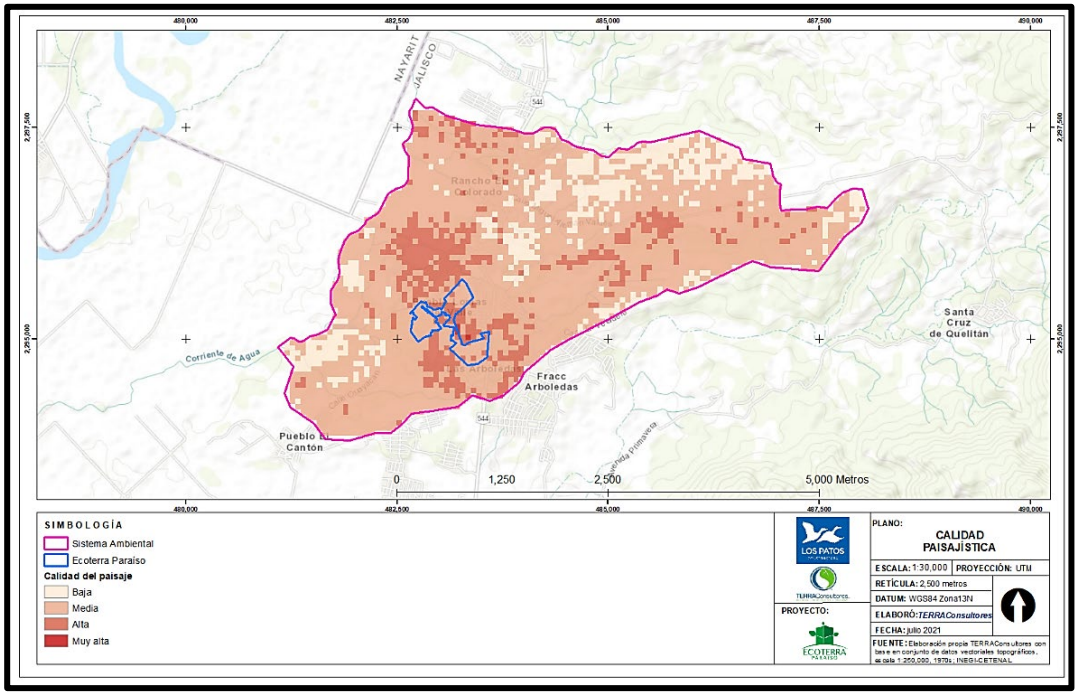



*Figura IV.3. Calidad paisajística del Sistema Ambiental.*

## ***Fragilidad***

La fragilidad del paisaje desde su apreciación ambiental, se ha entendido como la capacidad de absorción de los impactos. A menor fragilidad, mayor capacidad de absorción y viceversa (Cancer-Pomar, 1999). Respecto a la fragilidad visual, considera la capacidad del paisaje para absorber la actuación humana o llegar a ser visualmente perturbado (Villarino, 1985), lo cual manifiesta el grado de deterioro que el paisaje experimenta ante determinadas afectuaciones (Cifuentes, 1975), por lo que, se evalúa la capacidad intrínseca de una unidad territorial, ecosistema o comunidad para enfrentar agentes de cambio, basado en la fortaleza de sus propios componentes.

Para determinar la fragilidad del paisaje, se toman en cuenta las características propias del sistema, como fue la caracterización de la vegetación de acuerdo con la carta vectorial de Uso de Suelo y Vegetación de CONABIO, 2015, 1:50,000, el MDE anteriormente ya mencionado y, la evaluación de la *Visibilidad*. Los valores de las variables fueron sujetas a un análisis de superposición ponderada, con ayuda de la herramientoa Weighted Overlay en ArcGIS 10.8, en el que se les asignaron valores, conforme la metología a los valores asignados por Montoya y colaboradores (1999) y, por MOPT (1993) (Tabla IV.61).

| Factor | Característica | Valor de fragilidad | |
|---|---|---|---|
| | | **Nominal** | **Numérico** |
| **Pendiente** | 0-25% | Bajo | 1 |
| | 25-55% | Medio | 2 |
| | >55% | Alto | 3 |
| **Vegetación** | | | |
| | Vegetación dominante perennifolia | Bajo | 1 |
| | Vegetación mixta | Medio | 2 |
| | Vegetación dominante caducifolia | Alto | 3 |
| **Visibilidad** | | | |
| | 0-24% | Muy bajo | 0 |
| | 25-49% | Medio | 1 |
| | 50-75% | Medio-alto | 2 |
| | >75% | Alto | 3 |

*Tabla IV.2. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje del Sistema Ambiental.*

En el polígono de "**ECOTERRA PARAÍSO**" **33 Ha**, no se registró ningún valor de fragilidad alta, mientras que en el rango de la fragilidad media se tiene una predominancia del 8%, y por último, en el rango de la fragilidad baja se registró un 92% (Figura IV.109)

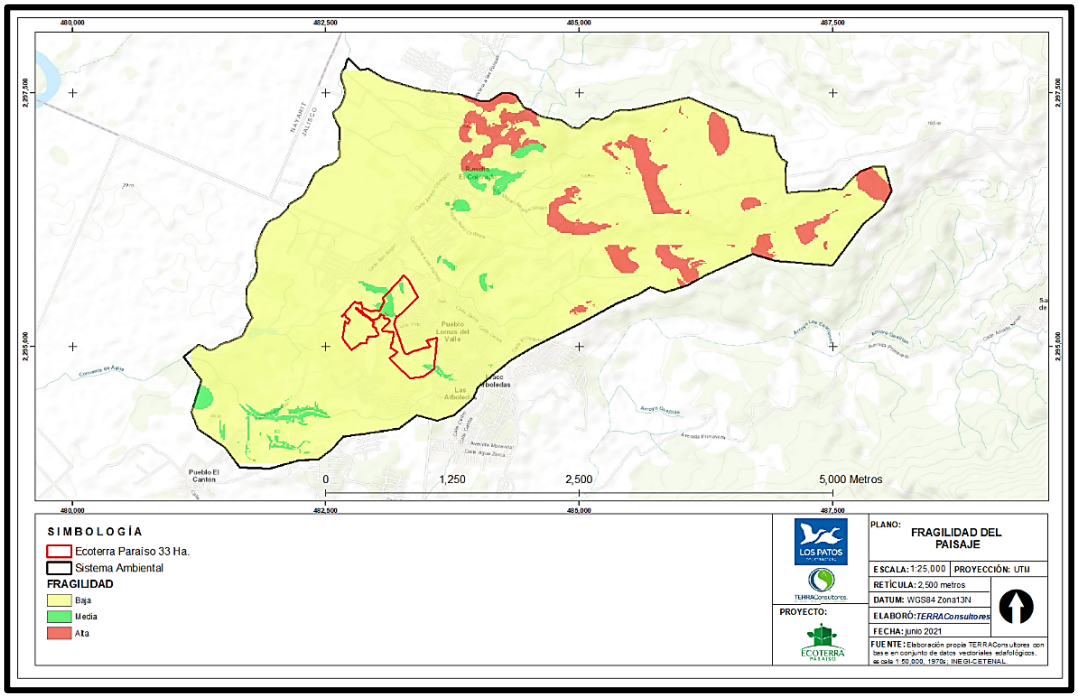



*Figura IV.4. Fragilidad del paisaje del Sistema Ambiental.*

La fragilidad alta propuesta por Muñoz-Pedreros (2004) la considera con una capacidad de uso de "*conservación",* sin embargo, los sitios con una fragilidad media se consideran para *"turismo o recreación*" y la calidad baja se consideran para sitios localizados para *"actividades de alto impacto visual".*

En conclusión, el paisaje del sistema Ambiental cuenta con características topográficas, vegetación nativa que nutren la calidad del paisaje, sin embargo, el proyecto "**ECOTERRA PARAÍSO" 33 Ha**. no repercute negativamente en él ya que la fragilidad del paisaje no presenta riesgo, al presentar un 92% de fragilidad baja, respecto a los atributos analizados para la evaluación del paisaje.

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

La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable** en adelante denominado: **LGDFS**, establece como servicios ambientales 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.
- La captura de contaminantes.
- Componentes naturales.
- Generación de oxígeno.
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- Modulación o regulación climática.
- Protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida.
- Protección y recuperación de suelos.
- Paisaje y recreación.

Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades; tales como las especies de importancia comercial, cinegético, pesquero, ganadero, agrícola o forestal, etc. Igualmente, a través de su funcionamiento proporcionan servicios como el abastecimiento de agua, la asimilación de residuos, la fertilidad del suelo, la polinización, el placer estético y emocional de los paisajes, etc.

Estos flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, sin embargo las transformaciones producidas que alteran la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, también afectan el suministro de bienes y servicios que éstos nos proporcionan.
De manera más específica, dependiendo de los bienes y servicios que ofrecen, los servicios ambientales pueden ser agrupados como: servicios de soporte, de provisión, de regulación y culturales.

Los servicios de soporte son aquellos que conservan los procesos de los ecosistemas que mantienen y permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre

el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el sostén de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, y la producción primaria.

En tanto los servicios de provisión son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además, pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la provisión de productos como la madera y la producción de comida.
Correspondiente a los servicios de regulación son aquellos que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano. Entre ellos encontramos la regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, el control de la erosión o de las inundaciones. También la protección contra el impacto de los huracanes es un servicio de regulación.

Por último, los servicios culturales pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas.
Muchos de estos servicios ambientales están relacionados entre sí (la provisión de ciertos bienes se relaciona con la producción primaria y los ciclos biogeoquímicos).

Algunos servicios pueden caer en más de una categoría, debido a estas interrelaciones, la modificación de un servicio repercute en los demás componentes del ecosistema, y por lo tanto, modifica otros servicios.

Los servicios ambientales están relacionados, dependiendo del tipo de ecosistema:

| SERVICIO AMBIENTAL / TIPO DE VEGETACIÓN | SELVA HÚMEDA | BOSQUE MESÓFILO | SELVA BAJA O MEDIANA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA | BOSQUE DE CONÍFERAS Y ENCINOS | ENCINAR TROPICAL | BOSQUE DE GALERÍA | VEG. DE DUNAS COSTERAS | MANGLAR | HUMEDAL (TULAR Y POPAL) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Captura de agua | XX | XXX | X | XX | XX | | | | |
| Conservación de la calidad de agua | X | X | | X | X | XX | | XX | XX |
| Captura de carbono | XX | XXX | X | XX | XX | X | | X | X |
| Sumidero de carbono | X | XX | X | XX | X | X | | XX | XXX |
| Conservación física del suelo | XX | XX | X | XX | X | XX | XX | XX | |
| Conservación de la biodiversidad | XXX | XXX | XX | XX | X | X | X | XX | XX |
| Medio para ecoturismo | XX | XX | X | XX | X | X | | XX | XX |
| Amortiguar eventos hidrometeorológicos | X | X | | X | X | X | XX | XX | XX |
| Protección de riberas | X | X | X | X | X | XXX | | X | XX |
| Conservación de acervos genéticos | XX | XX | XX | XX | X | XX | X | XX | X |
| Belleza paisajística | XX | XX | X | XX | XX | XX | X | XX | XX |
| Conservación de la fertilidad del suelo | XXX | XX | X | | XXX | X | | | |
| Formación y recuperación de suelos | X | XX | X | XX | XX | X | | XX | |
| Filtración de contaminantes del aire, del suelo y del agua | XX | XX | X | XX | XX | XXX | | XXX | X |
| Regulación clima | XX | XX | X | XX | XX | | | | |
| Mantenimiento de ciclos minerales, de gases y del agua | XX | XX | XX | XX | XX | XX | | XX | |
| Protección de litorales | | | | | | | XXX | XXX | |
| Provisión de hábitats para especies silvestre de valor comercial o ecológico | XX | XX | XX | XX | X | X | | XXX | |

X=Bajo XXX= Alto

XX=Medio Tipos de Vegetación en el área sujeta a CUSTF

*Tabla IV.62. Servicios Ambientales ofrecidos por tipo de vegetación*

Conforme a lo anterior, se pretende caracterizar y analizar de manera cualitativa y/o cuantitativa los servicios ambientales ofrecidos por el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), donde se ubica el proyecto Ecoterra Paraíso.

### IV.3.1. Captación de agua

La precipitación puede seguir dos caminos, ya sea infiltrarse, o bien llenar las depresiones y posteriormente escurrir sobre el terreno, esto dependiendo de la intensidad de la lluvia, pues si no excede la capacidad del suelo para absorber el agua, no habrá posibilidad de escurrimiento.

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida, recibe el nombre de "pérdidas". En general, las pérdidas están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones o charcos (que posteriormente se evapora o infiltra), la evaporación y la infiltración. Además de que en la práctica es difícil separar estos cuatro componentes, la porción más considerable de las pérdidas está dada por la infiltración, por lo que es costumbre calcularlas conjuntamente bajo este nombre.

Conforme a lo anterior se entiende que la captación de agua (servicio ambiental) es la capacidad que tiene el ecosistema en cuestión (incluyente de: Cobertura vegetal, tipo de suelo, relieve, precipitación, etc.) de retención de agua (infiltración), la cual está determinada en primera instancia por la cantidad de lluvia que cae (precipitación pluvial), en un segundo plano por la evapotranspiración y posteriormente el escurrimiento.

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales se desarrolla siguiendo modelos de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de factores como la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y la geomorfología del área, entre otros.

La **infiltración** fue **calculada** a través del **siguiente balance hídrico**:

$$\boldsymbol{Infiltración = Precipitación(P) - Evapotranspiración\ (EVC) - Escurrimiento(Q)}$$

Y por consiguiente el volumen de infiltración y el volumen de escurrimiento que son obtenidos, se calculan por la superficie del terreno.

Es importante resaltar que, de acuerdo al balance hídrico mencionado anteriormente, el concepto de evapotranspiración estará incluido en el escurrimiento.

Lo anterior derivado a la metodología utilizada para el cálculo del escurrimiento (descrita en el **ANEXO IX.1V.16**), que menciona considerar la evapotranspiración dentro de sus constantes.

Sucesivo a esto, se procedió a calcular las variables específicas para el área sujeta a CUSTF presentados en la Tabla IV.63, para posteriormente derivar a la estimación del escurrimiento medio (tanto para el escenario 1 y 2) y consecuentemente la infiltración del área de CUSTF en cada uno de los escenarios previstos:

- Condición actual.
- Con proyecto y sin medidas de mitigación.

| NO. | PROYECTO | VARIABLES METEOROLOGICAS | | | SUELO | | | PENDIENTE MEDIA (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTACION MET. | TEMPERATURA MEDIA | PRECIPITACIÓN (mm) | CLAVE | TIPO | TEXTURA | |
| 1 | Ecoterra Paraíso | 14081 | 26.10 | 1073.10 | Hh+Re/2 | Feozem háplico + Regosol Éutrico | Media | 12.52 |
| | | | | | Hh+Je/2 | Feozem háplico + Fluvisol Éutrico | Media | |
| | | | | | Be/2 | Cambisol Éutrico | Media | |

*Tabla IV.1. Variables del área de CUSTF para el cálculo de Infiltración*

### IV.3.1.1. Precipitación

En general, la lluvia que hay en un sitio dado, difiere de las que hay en los alrededores aunque sea en sitios cercanos. Los aparatos registran la lluvia puntual, es decir, la que se produce en el punto en que está instalado el aparato y, para los cálculos, es necesario conocer la lluvia media en una zona dada.

La precipitación media en una zona o en una cuenca es motivo de considerable interés en el diseño hidrológico y su correcta evaluación es muy importante en la modelación de los procesos de lluvia y escorrentía, tanto en modelos de pronóstico como en diseño.

Para realizar una adecuada interpretación de los registros de precipitación se debe tomar en cuenta la lámina, es decir el total de la lluvia caída en determinado tiempo (1 hora-24 horas -1 mes- 1 año, etc.), en un punto (lluvia puntual) o sobre una área (lamina media); se expresa en milímetros (mm), así 1 mm de lámina sobre un área de 1 hectárea equivale a un volumen de 10 $m^3$.

La precipitación media calculada depende, en general, del número de estaciones meteorológicas que se usan en el análisis.

**Metodología**

Para el cálculo la lluvia media, se realizó conforme a la metodología de Polígono de Thiessen (descrita en el **ANEXO IX.IV.17. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA MEDIA**) con respecto al área de CUSTF del proyecto, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente del programa ArcGis 10.

Esta metodología considera la distribución de las estaciones en el área de influencia, pero no los factores topográficos y de otro tipo que afectan a la distribución de la lluvia; este método es, sin embargo, más conveniente que el de las isoyetas desde el punto de vista práctico, particularmente para cálculos repetitivos, como cuando se analiza una gran cantidad fenómenos, pues los polígonos no cambian a menos que se agregan o se eliminen estaciones.

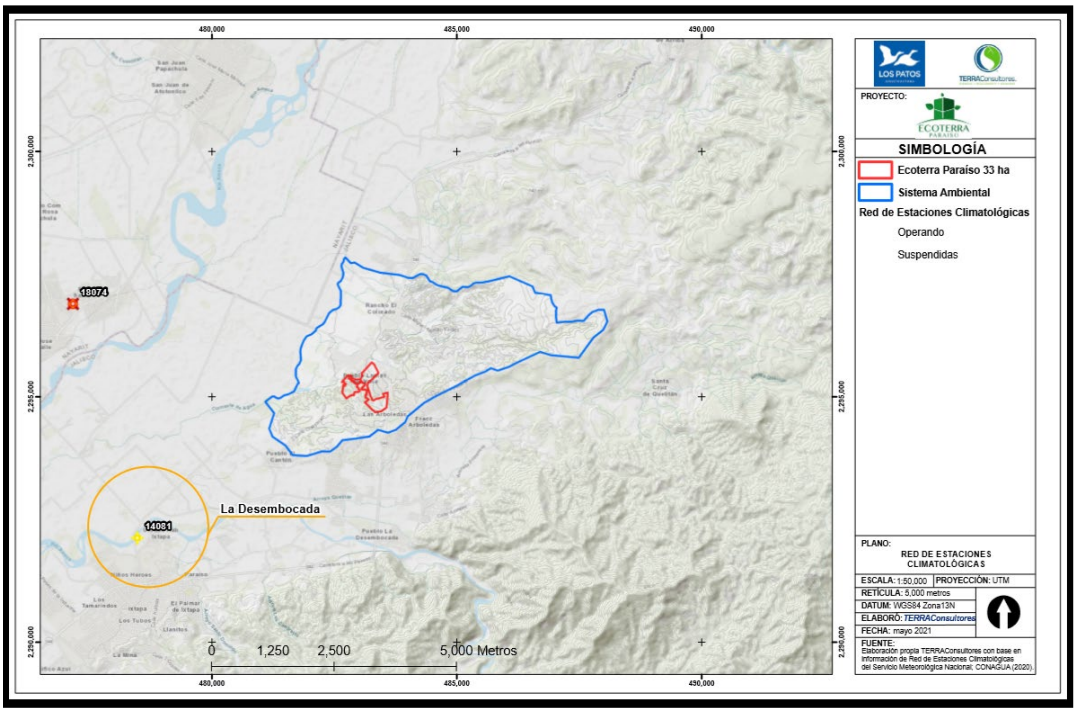



*Figura IV.1.* Estación meteorológica cercana al área de CUSTF

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial, los valores "normales" corresponden a los promedios calculados para un período uniforme y relativamente largo, el cual debe tener como mínimo 30 años de datos, lo que se considera como un período climatológico mínimo representativo, y que inicie el 1º de un año que termine en uno y finalice el 31 de diciembre de un año que termine en cero.

Los valores normales calculados, cumplen con el periodo climatológico mínimo representativo de 30 años de datos; ya que fueron tomados de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la estación 14081 denominada La Desembocada, con una representatividad de 59, 29 y 29 años respectivamente (de 1951 al 2010, de 1971 al 2000 y 1981 a 2010).

### IV.3.2. Escurrimiento

El escurrimiento natural se define como el volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica, siendo esta la cantidad de agua que no es infiltrada.

El agua de escurrimiento representa un porcentaje bajo del total de la precipitación. Este monto no se puede considerar como parte del servicio ambiental, dado que es el volumen que no puede capturar el bosque.

La determinación del volumen de escurrimiento (precipitación efectiva) como resultado de una precipitación caída en un área dada, es función de numerosas variables: tipo y uso del suelo, vegetación, porcentaje de cobertura, etc.

El concepto de escurrimiento fue calculado para los escenarios: 1.- Condición Actual y 2.- Proyecto sin medidas de mitigación.

**Metodología**

$$\boldsymbol{ESCURRIMIENTO = PRECIPITACIÓN\ (m) * ÁREA\ DE\ LA\ CUENCA\ (km^2) * COEF.ESC.}$$

El cálculo de escurrimientos superficiales, se basa por un lado en el análisis de la lluvia, la escorrentía, la infiltración y por otro lado las características del hidrograma típico de una tormenta.

Dado que la mayor parte de las cuencas del país no están aforadas (no se cuenta con mediciones de gastos de salida al mismo tiempo que precipitaciones), por lo que es necesario tener métodos con los que se pueda estimar la altura de lluvia efectiva a partir de la total y las características de la cuenca.

Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural se aplicó el método indirecto denominado: precipitación-escurrimiento; el cual es propuesto por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se encuentra en el apéndice A de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 y su correspondiente actualización NOM-011-CONAGUA-2015 (Ver **ANEXO IX.IV.16. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE ESCURRIMIENTO MEDIO**).

Para calcular el escurrimiento medio o volumen medio en cuencas pequeñas o áreas de drenaje reducidas, es necesario conocer el valor de la precipitación media (calculado atrás en el apartado de Precipitación), el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

El criterio del coeficiente de escurrimiento es dependiente del parámetro K, el cual es factor de condición hidrológica; y su representatividad esta determina en función del tipo, uso y cobertura del suelo, de la cuenca o área de estudio (como se detalla en el **ANEXO IX.IV.16- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE ESCURRIMIENTO MEDIO**).

**Resultados**

- **Suelo**

Para el área sujeta a CUSTF, se encontraron suelos de tipo Feozem y Cambisol con subunidades de suelo de tipo háplico y éutrico de textura media. Ver Tabla IV.64.

La clasificación de los suelos presentes en el área sujeta a CUSTF, corresponden al grupo de suelo A, esto conforme a la textura de los suelos (media) y a la fenología propia de estos, de igual manera para el escenario: 2.-"proyecto sin medidas", Tabla IV.64.

| No. | Proyecto | SUELO | | TIPO DE SUELO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TIPO | TEXTURA | COND. ACTUAL | COND. COBERT. (PROY. SIN MED.) |
| 1 | Ecoterra Paraíso | Feozem háplico + Regosol Éutrico | Media | A | A |
| | | Feozem háplico + Fluvisol Éutrico | Media | | |
| | | Cambisol Éutrico | Media | | |

*Tabla IV.64. Clasificación del tipo de suelo presente el área de CUSTF*

- **Cobertura vegetal del terreno**

Para el área que requiere CUSTF, el porcentaje de cobertura vegetal fue determinada conforme a la fotointerpretación y la información obtenida de campo; posterior a la clasificación de la cubierta vegetal actual (Tabla IV.65) en el área que requiere CUSTF, estos fueron reclasificados según las condiciones que pudiera reflejar el escenario previsto 2.-"proyecto sin medidas" teniendo así que:

Para el escenario 2.-"proyecto sin medidas", se determinó reclasificarlo como Zonas Urbanas (Tabla IV.65); debido a que si se realizará el proyecto sin las medidas de mitigación, las áreas quedarían sin ningún tipo de cobertura vegetal, condición que refleja la tabla del valor K en su apartado de Zonas Urbanas.

| No. | Proyecto | TIPO DE SUELO | COND. COBERT.(COND. ACTUAL) | COND. COBERT.(PROY. SIN MED.) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | Feozem háplico + Regosol Éutrico | ENTRE 50 Y 75% | CAMBIA A ZONA URBANA VER DESIGNACIÓN DE K |
| | | Feozem háplico + Fluvisol Éutrico | | |
| | | Cambisol Éutrico | | |

*Tabla IV.2. Clasificación de la cobertura vegetal en el área de CUSTF*

- **Condición hidrológica (valor de K)**

Una vez clasificado tanto el tipo de suelo como la cobertura vegetal del área que requiere CUSTF, se derivó la determinación de la condición hidrológica expresada en el valor de la "variable K"; que teniendo en cuenta que a medida que el uso o el tratamiento del suelo aumentan, se incrementa la retención y se disminuye la producción de avenidas por el escurrimiento, se han clasificado dichos usos desde el punto de vista de los efectos hidrológicos, obteniendo los resultados que se específica, en las Tablas IV.66 y IV.67.

A continuación, se presentan los resultados de la determinación de la condición hidrológica (valor de K), que constituye el resultado de la clasificación de los tipos y usos de suelo, así como la cobertura vegetal presente en el área de CUSTF para los dos primeros escenarios previstos (escenario 1.- condición actual, escenario 2.- proyecto sin medidas).

- **Escenario 1 (Condición Actual)**

| No. | Superficie (ha) | SUELO | | TIPO DE SUELO | | USO DE SUELO | COBERTURA | VALOR K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIPO | TEXTURA | COND. ACTUAL | COND. COBERT. (PROY. SIN MED.) | | | |
| 1 | 23.2031 | Feozem háplico + Regosol Éutrico | Media | A | A | BOSQUE | ENTRE 50 Y 75% | 0.12 |
| | | Feozem háplico + Fluvisol Éutrico | Media | | | | | |
| | | Cambisol Éutrico | Media | | | | | |

*Tabla IV.3. Valor de K asignado a la condición actual*

- **Escenario 2 (Proyecto y sin medidas de mitigación)**

| No. | Superficie (ha) | SUELO | | TIPO DE SUELO | | USO DE SUELO | COBERTURA | VALOR K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIPO | TEXTURA | COND. ACTUAL | COND. COBERT. (PROY. SIN MED.) | | | |
| 1 | 23.2031 | Feozem háplico + Regosol Éutrico | Media | A | A | ZONAS URBANAS | ---------- | 0.26 |
| | | Feozem háplico + Fluvisol Éutrico | Media | | | | | |
| | | Cambisol Éutrico | Media | | | | | |

*Tabla IV.4. Valor de K asignado a la condición de proyecto y sin medidas*

El valor de K en el área de CUSTF en la situación actual es menor de 0.15, sin embargo en el escenario 2 con proyecto y sin medidas de mitigación es mayor a 0.15 en ambos escenarios, se procedió a calcular el coeficiente de escurrimiento con las fórmulas siguientes:

$$\mathbf{Ce = K\,(P - 250)/2000 + (K - 0.15)/1.5}$$

$$\mathbf{Ce = K\,(P - 250)/2000}$$

Esto de acuerdo a la metodología descrita en el **ANEXO IX.IV.16. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE ESCURRIMIENTO MEDIO.**

El cálculo del coeficiente de escurrimiento así como el volumen de escurrimiento en el área de CUSTF, se presentan en conjunto con los del volumen de infiltración.

### IV.3.3. Infiltración

**Metodología**

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales se desarrolla siguiendo modelos de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento.

La infiltración es calculada en base a los datos anteriores, a través del siguiente balance hídrico:

$$\boldsymbol{Infiltración = Precipitación(P) - Escurrimiento(Q)} *$$

***La **evapotranspiración** está **incluida** en el **coeficiente de escurrimiento.**

En este sentido y considerando que los resultados son en mm, el cálculo del volumen de infiltración y el volumen de escurrimiento, se calcula multiplicando por la superficie del terreno ($m^2$) y dividiéndolo entre mil para su conversión a $m^3$.

La infiltración es dependiente de la capacidad que tiene el terreno para retener agua; a continuación, se presenta la capacidad que tiene el área de CUSTF para retener agua e infiltrar (tabla IV.68) para posteriormente calcular el déficit de infiltración que se produciría en el sentido de llevar a cabo el proyecto, y la determinación del tipo y número de obras a realizar, para mitigar dicho impacto.

## Resultados

- **Escenario 1 (Situación Actual)**

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 1073.1 | 1.07 | 0.12 | 0.0494 | 12.297 | 248,980.169 |
| | **Total** | **23.2031** | | | | | | | **12.297** | **248,980.169** |

**P=**Precipitación **K=**Condición hidrológica **Ce=** Coeficiente de escurrimiento. **Q=** Escurrimiento

*Tabla IV.5. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF*

**Nota.** La evapotranspiración no es considerada como una variable independiente, ya que este factor es considerado en el cálculo del coeficiente de escurrimiento-

De manera general en el **escenario 1**, el **agua** que es **captada** en el área de **CUSTF, corresponde a 248,980.169 $m^3$**. ver Tabla IV.69.

- **Escenario 2 (Con proyecto y sin medidas de mitigación)**

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 1073.1 | 1.07 | 0.26 | 0.1803 | 44.902 | 248,947.564 |
| | **Total** | **23.2031** | | | | | | | **44.902** | **248,947.169** |

**P=**Precipitación **K=**Condición hidrológica **Ce=** Coeficiente de escurrimiento.
**Q=** Escurrimiento

*Tabla IV.6. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF con proyecto y sin medidas de mitigación*

En el escenario 2, la captación de agua es afectada moderadamente por la realización del proyecto sin las medidas de mitigación pertinentes, puesto que se presenta una infiltración de 248,947.169 $m^3$ en la captación de agua en el área de CUSTF; que significa un decremento del 32.606 $m^3$ de agua no captada, en relación con la situación actual.

- **Escenario 3 (Con proyecto y con medidas de mitigación)**

En este escenario se da solución estratégica a la problemática que se suscitaría de realizarse el proyecto sin medidas de mitigación.

Primeramente, se determinó el déficit de infiltración (Tabla IV.70): la situación actual (escenario 1), con respecto a la realización del proyecto sin medidas de mitigación (escenario 2); para posteriormente estimar la eficiencia de la captación de agua por la medida de mitigación propuesta (terrazas individuales) para cubrir dicho déficit.

| No. | Proyecto | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Déficit de infiltración ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 32.606 |
| | **Total** | | **23.2031** | **32.606** |

*Tabla IV.70. Estimación del agua que deben de capturar las medidas de mitigación propuestas*

En el entendido del agua que se dejaría de capturar, por la realización del proyecto sin medidas de mitigación; se propone la realización de obras para el control de la erosión laminar y captación de agua, como son las terrazas individuales.
A continuación, se presenta las características de las obras, posteriormente el cálculo de captación de agua en las obras y por último la ubicación de las mismas.

- **Características de las terrazas individuales**

Consiste en un terraplén en contrapendiente y de forma circular que se construye alrededor de alguna especie vegetal (forestal o frutal), a manera de diques pequeños de tierra en forma de semicírculo, cuyos extremos terminan sobre una curva de nivel.

Este tipo de obras permite frenar la erosión y captar agua de escurrimientos superficiales; es una práctica de conservación de suelos y aguas que sirve para conservar y retener la humedad, incrementa la supervivencia de árboles en la reforestación y acelera el desarrollo de especies

vegetales evitando que el agua de la escorrentía tenga una sola dirección; es considerada una obra prometedora para recargar los mantos acuíferos.

Para el caso que nos ocupa se formarán primeramente los terraplenes circulares de 1.5 m de diámetro y 10 cm de profundidad, alineadas con la curva de nivel para plantación de árboles de la zona; la tierra extraída se colocará junto a la cepa, hacia abajo, formando un ligero arco que retenga el agua de lluvia que escurra y la concentre en la cepa para captar agua, tal como se muestra en la figura IV.94. La especie plantada no quedará en la parte más baja, ya que en el periodo de lluvias el agua almacenada en abundancia puede causar problemas de exceso de agua a las plantas.

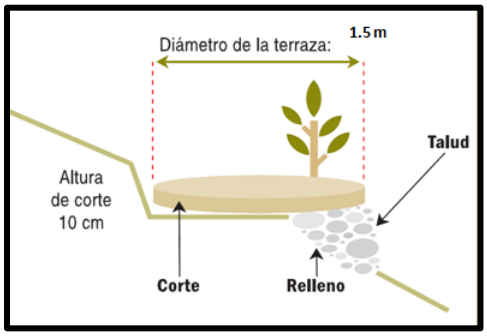



*Figura IV.111. Terrazas individuales*

La hilera de terrazas aguas abajo se distribuirán diagonalmente, lo cual permitirá interceptar los escurrimientos de las cotas altas; su distribución será a tresbolillo, con un distanciamiento entre terrazas de 3 m (Figura IV.112). Este tipo de terrazas son una alternativa económica que evita el movimiento de grandes cantidades de tierra y maximiza la captación de la lluvia y el escurrimiento superficial.

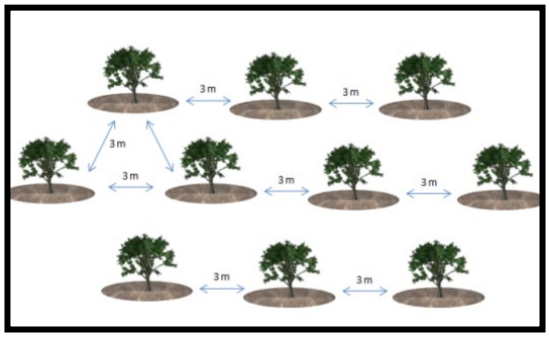



*Figura IV.112. Diseño de obras a tres bolillo*

- **Estimación de la eficiencia de las terrazas individuales**

Una vez caracterizada la obra a implementar, se procedió a la estimación de la eficiencia de captación de agua por terrazas individuales, conforme a lo descrito en el Manual de Obras y Prácticas "Protección, restauración y conservación de suelos forestales" de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el cual se encuentra detallado en el **ANEXO IX.IV.19. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS** del presente estudio; de tal manera que se procedió a realizar lo siguiente, en el orden escrito:

- ✓ Cálculo del escurrimiento medio, en base a un periodo de retorno de 5 años.
- ✓ Cálculo de la lámina de captación de las obras.
- ✓ Determinación del número de obras a implementar, para solventar el déficit de infiltración.

- ○ Cálculo del Escurrimiento Medio, en base a un periodo de retorno de 5 años

La metodología descrita en el **ANEXO IX.IV.19. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS** detalla que es necesario determinar un escurrimiento medio a partir de una lluvia máxima dada por un período de retorno de cinco años.
La estimación del período de retorno se muestra a continuación (tabla IV.71).

| AÑO ORDENADO | LLUVIA MÁX. 24 HRS. ORDENADA (mm) | NÚMERO DE ORDEN | PROBABILIDAD (%) | PERÍODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---|---|---|---|---|
| **1998** | 171 | 1 | 4.00 | 25.00 |
| **1985** | 161.5 | 2 | 8.00 | 12.50 |
| **2000** | 160 | 3 | 12.00 | 8.33 |
| **1988** | 147.5 | 4 | 16.00 | 6.25 |
| **1991** | 123.5 | 5 | 20.00 | 5.00 |
| **1993** | 108.5 | 6 | 24.00 | 4.17 |
| **2002** | 91.5 | 7 | 28.00 | 3.57 |
| **1992** | 88.5 | 8 | 32.00 | 3.13 |
| **1996** | 84.5 | 9 | 36.00 | 2.78 |
| **1994** | 83 | 10 | 40.00 | 2.50 |
| **1989** | 83 | 11 | 44.00 | 2.27 |
| **1990** | 80 | 12 | 48.00 | 2.08 |
| **1995** | 72.5 | 13 | 52.00 | 1.92 |
| **1984** | 71.5 | 14 | 56.00 | 1.79 |
| **1980** | 71.5 | 15 | 60.00 | 1.67 |
| **2001** | 70 | 16 | 64.00 | 1.56 |
| **1999** | 69 | 17 | 68.00 | 1.47 |
| **1983** | 69 | 18 | 72.00 | 1.39 |
| **1981** | 63.5 | 19 | 76.00 | 1.32 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1987** | 63 | 20 | 80.00 | 1.25 |
| **1997** | 60.5 | 21 | 84.00 | 1.19 |
| **1982** | 55.5 | 22 | 88.00 | 1.14 |
| **1986** | 44 | 23 | 92.00 | 1.09 |
| **2003** | 42.5 | 24 | 96.00 | 1.04 |

**Período de retorno considerado**

*Tabla IV.71. Período de retorno de 5 años para la estimación de escurrimiento medio de la Estación Meteorológica La Desembocada (14081).*

Posterior a este se procedió, a determinar el escurrimiento medio que se presenta para dicha tormenta, antes mencionada:

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | LAMINA DE CAPTACIÓN/ OBRA ($m^3$) | DEFICIT DE INFILTRACIÓN ($m^3$) | N° DE OBRAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 123.50 | 0.12 | 0.27 | 0.0629 | 1.803 | 0.902 | 32.606 | 36 |
| | | **23.2031** | | | | | | | **1.803** | | **32.606** | **36** |

*Tabla IV.72. Escurrimiento medio para el período de retorno de 5 años*

Una vez determinado el escurrimiento medio para la tormenta considera en el período de retorno de 5 años, se estima la lámina de captación/obra ($m^3$), conforme lo dicta la metodología descrita en el **ANEXO IX.IV.19. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS**; que suscribe que la lámina de captación, es considerada solo la mitad del escurrimiento superficial, obteniendo así la eficiencia de infiltración neta por obra (Tabla IV.73).

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Lamina de captación/obra ($m^3$) | N° De Obras |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 0.902 | 36 |
| | | **23.2031** | | **36** |

*Tabla IV.73. Lamina de captación por obra "Terrazas Individuales"*

Por último, se determinó el número de obras a implementar. La lámina de captación de las obras, entre el déficit de infiltración, dan como resultado el número de obras a implementar en el área de **CUSTF** (tabla IV.74)

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Lamina De Captación/Obra ($m^3$) | Déficit De Infiltración ($m^3$) | N° De Obras |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 0.902 | 32.606 | 36 |
| | | **23.2031** | | **32.606** | **36** |

*Tabla IV.74. Número de obras a implementar en el área de CUSTF*

| ACTUAL SIN PROYECTO ($m^3$) | CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS ($m^3$) | CON PROYECTO Y OBRAS ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) ACTUAL VS. CON PROYECTO Y MEDIDAS |
|---|---|---|---|
| **248,980.169** | 248,947.564 | 248,980.169 | 0.000 |
| **248,980.169** | **248,947.564** | **248,980.169** | **0.000** |

*Tabla IV.75. Resumen de datos obtenidos del Volumen de infiltración en el área de CUSTF*

Es importante mencionar que la medida de mitigación propuesta, evitará la afectación a la capacidad de captación de agua en dichas áreas forestales, permitiendo así que la dinámica propia del ciclo de agua no se vea afectada por la realización del proyecto.

Como se muestra en la tabla IV.75 en su columna denominada "VOL. INFIL. ($m^3$) ACTUAL VS. CON PROYECTO Y MEDIDAS (EXCEDENTE DE INFILTRACIÓN)" se puede apreciar, que las medidas de mitigación (obras) recuperarán el volumen de infiltración que se tiene actualmente en el área de CUSTF, en el supuesto de que se realice el proyecto con la medida de mitigación (Terrazas Individuales).

La humedad presente en el área por el desarrollo de vegetación forestal, no se verá afectada debido a que la medida de mitigación (terrazas individuales) propuesta ayuda a mantener humedad para el desarrollo de especies forestales, por la integración de la planta dentro de la terraza y la cavidad donde se almacenará el agua, retendrá agua para proveer de mayor posibilidad de que ésta se infiltre en el área de CUSTF y por consecuencia no se verá afectada dicha humedad.

Por lo tanto el establecimiento del proyecto no afectará la captación de agua que actualmente se da, ya que se implementarán las medidas de mitigación para lograr que la infiltración del agua ocurra en cantidad similar o mayor al estimado en el escenario sin proyecto, con esto se demuestra que las

medidas de mitigación propuestas son las suficientes y adecuadas a las condiciones del terreno para recuperar la cantidad de agua que se dejaría de captar con el desarrollo del proyecto.

### IV.3.4. Captura de Carbono

Las especies vegetales son importantes productores del oxígeno que respiramos; esto se debe al proceso de fotosíntesis a través del cual las plantas y árboles utilizan el carbono que está disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y lo depositan en sus tejidos; como producto secundario de este proceso liberan oxígeno a la atmósfera.

El cambio de uso de suelo, sin duda disminuye la cantidad de vegetación temporalmente presente en el sitio; considerando, los tipos de vegetación que se tienen, se prevé la Conservación de vegetación en áreas alternas al área de CUSTF para evitar así la afectación total de los árboles de gran altura, evitando así las disminución considerable de la captura de carbono por parte del ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

En la bibliografía sobresale la importancia de los bosques templados (BP y BQ) del país como sumideros de carbono, al concentrar 36.8% del total capturado de $CO_2$. Por su parte, los bosques tropicales y mesófilos (BTP,BTC, SCEy BMM) almacenan 33.6% de $CO_2$, la vegetación de zonas áridas, semiáridas y pastizales diversos (MXVSA y PNHG) mantienen capturado el 26.2% y el restante 3.4% lo explica el conjunto de humedales, manglares y otros tipos de vegetación acuática y subacuática.

En la Tabla IV.76 se muestran las estimaciones en toneladas de dióxido de carbono considerando la vegetación que se verá afectada por el cambio de uso de suelo en el país.

Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México

(hectáreas, $tCO_2e$ por ecosistema y porcentajes)

| Diferentes ecosistemas terrestres: | Total de hectáreas | % | $tCO_2e$ almacenadas por ecosistema | % |
|---|---|---|---|---|
| Bosque de coníferas | 16 781 749 | 12.2 | 4 312 909 493 | 19.9 |
| Bosque de Quercus | 15 548 762 | 11.3 | 3 669 507 832 | 16.9 |
| Bosque tropical perennifolio | 9 465 901 | 6.9 | 2 887 099 805 | 13.3 |
| Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y epinoso | 23 470 314 | 17.1 | 3 614 428 356 | 16.7 |
| Bosque mesófilo de montaña | 1 825 204 | 1.3 | 784 837 720 | 3.6 |
| Matorral xerófilo y vegetación semiárida | 52 879 694 | 38.4 | 4 230 375 520 | 19.5 |
| Pastizal natural, halófilo y gipsófilo | 14 954 590 | 10.9 | 1 450 595 230 | 6.7 |
| Vegetación acuática y subacuática | 2 600 745 | 1.9 | 733 410 090 | 3.4 |
| Total | 137 526 959 | 100.0 | 21 683 164 046 | 100.0 |

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2005); Masera *et al* (2001); Ordóñez, (2004); e INE-SEMARNAT (2005).

Nota: si al total de hectáreas de los 8 ecosistemas aquí agrupados se le añaden 3 317 027 hectáreas de otros tipos de vegetación natural (OTVN), se llega al total de las 140 843 986 hectáreas de vegetación natural del país identificadas en INEGI (2005), superficie equivalente a poco más de 72% del territorio nacional continental.

*Tabla IV.7. Carbono almacenado (t CO2e/hectárea)*

A partir de la Tabla IV.76 se elaboró la Tabla IV.77, la cual ejemplifica de manera aproximada la cantidad de toneladas de $CO_2$ que se dejarán de almacenar en el área de CUSTF.

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Almacenamiento CO2 (ton) |
|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia** | 23.2031 | 3,573.28 |
| **Total** | 23.2031 | 3,573.28 |

*Tabla IV.8. Toneladas de CO2 que dejará de ser almacenado anualmente en los terrenos sujetos a CUSTF*

Considerando dicha información, se presume la reducción en la aportación al potencial de captura de carbono con motivo de la modernización de la zona urbana es baja, ya que, con las medidas de mitigación a implementar, se conservará en la medida de lo posible una parte importante de la cubierta vegetal en el área que comprende el proyecto; como lo es las zonas de conservación, que estas mantendrán su cubierta vegetal original; tal como se detalla en el Capítulo VII del presente documento.

### IV.3.5. Generación de oxígeno

Durante el proceso de fotosíntesis, las plantas transforman el $CO_2$ y el agua, con la ayuda de la luz, en hidratos de carbono con desprendimiento de oxígeno y agua. Este proceso es continuo en todos los organismos autótrofos. Esta reacción es conocida como:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{luz}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \quad \text{.... (Rx1)}$$

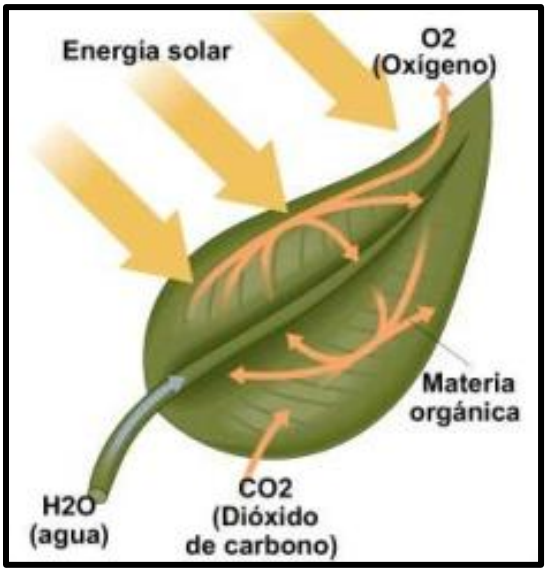



*Figura IV.113. Descripción del proceso de fotosíntesis*

En función a la captura de carbono contemplada en la sección IV.3.4. del presente capítulo y a la reacción (Rx1), además de los pesos atómicos de los elementos, se realizaron las siguientes aproximaciones para el cálculo de la generación de oxígeno en la zona:

Considerando que la captura de $CO_2$ es inversamente proporcional a la generación de oxígeno, como se puede observar en la Rx1, tomando en cuenta los pesos moleculares de cada uno de las moléculas de Carbono y Oxígeno se calcula el porcentaje que tiene el $O_2$ en la molécula, como a continuación se explica:

El peso atómico del Carbono es igual a 12 g/mol y del Oxígeno 16 g/mol, por lo tanto el peso atómico de la molécula de $CO_2$ es de 44 g/mol.

Proporcionalmente, para saber qué porcentaje de ese peso pertenece al Oxígeno realizamos la siguiente relación de 16 g/mol de Oxígeno multiplicadas por 2 que es la cantidad de átomos que tiene la molécula nos resultan 32 g/mol, esta cantidad es dividida entre el peso total y se tiene lo siguiente:

$$\frac{32\ g/mol}{44\ g/mol} * (100) = \underline{72.73\%}$$

**De lo anterior** tenemos que, la molécula de $CO_2$ **72.73% pertenece al $O_2$** considerando este porcentaje se **procedió a calcular** la **generación de oxígeno** (Tabla IV.78), que se tiene en el área de CUSTF.

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Generación $O_2$ (ton) |
|---|---|---|
| **Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia** | 23.2031 | 2,598.84 |
| **Total** | 23.2031 | 2,598.84 |

*Tabla IV.78. Toneladas O2 que se dejarán de generar con la remoción de la vegetación*

En este contexto y considerando que dentro de las actividades de la obra se contempla la remoción de la vegetación, puede señalarse que este servicio ambiental será alterado aunque en una porción mínima, ya que la vegetación no será removida en su totalidad, porque con las medidas que se tienen contempladas, se mantendrá la cubierta vegetal de los estratos arbóreo, herbáceo y arbustivo que no interfieran con el proyecto; se prohibirá afectar cualquier tipo de vegetación fuera del sitio donde se ubicará el proyecto; además se implementará el Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre, entre otras medidas contempladas en los capítulos VII y VIII del presente documento.

### IV.3.6. Captura de contaminantes

Puede definirse a la contaminación como la alteración de la pureza del aire, de las aguas o de la tierra o, genéricamente del ambiente en el que se desarrolla toda forma de vida.

Existe contaminación del aire cuando la presencia de una sustancia extraña o la variación importante en la proporción de los constituyentes del mismo es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias. Los agentes contaminantes del aire son clasificados por lo general, en cinco grupos

mayoritarios: monóxido de carbono, partículas, óxidos de azufre, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, estas se encuentran suspendidas en la atmósfera y su estado físico puede ser sólido o gaseoso.

Las causas más habituales de contaminación del aire son: las actividades industriales, las combustiones de todo tipo, la emisión de residuos de combustibles por parte de los vehículos de motor y el desecho de productos químicos, a menudo tóxicos, por fábricas y laboratorios.
Con relación al agua, se considera que ésta se encuentra contaminada cuando no es apta para consumo humano, cuando los animales acuáticos no pueden vivir en ella, cuando las impurezas que contiene la hacen desagradable o dañino su uso recreativo o cuando no puede destinarse algún uso industrial.

La composición de los agentes contaminantes del agua es diversa, pero, por lo general, se relaciona con las sustancias que son vertidas como residuos de las fábricas a los ríos o al mar. Obviamente tales detritos contienen agentes de la más diversa índole, tanto desde el punto de vista de su composición química como en cuanto respecta a sus efectos.
Con relación a la tierra, las sustancias artificiales que producen contaminación en el terreno son relativamente pocas y se agrupan en abonos, fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas.

La ciencia ha demostrado que una buena estructura arbórea dentro de una ciudad es capaz de reducir la contaminación ambiental, ya que puede absorber, retener y precipitar las partículas que se encuentran suspendidas en el aire.

A través del control de la velocidad del viento y de los flujos de aire, los bosques influyen sobre la circulación local del aire y pueden, así, retener las suspensiones sólidas y los elementos gaseosos, así como filtrar las masas de aire y retener los contaminantes.
Si bien la vegetación puede considerarse como sumidero de contaminantes, los métodos para determinar la cantidad que estos pueden capturar, están basados en condiciones urbanas, donde la concentración de contaminantes afecta directamente el bienestar de la sociedad.

Bajo el contexto anterior y considerando que el proyecto comprende el CUSTF, puede señalarse en términos generales que este servicio no se verá modificado de forma sustancial, debido a que se han considerado una serie de medidas como son: prohibir afectar cualquier tipo de vegetación fuera del proyecto; también se implementará el Programa de Conservación de Fauna Silvestre y el Programa de

Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre, entre otras medidas contempladas en los capítulos VII y VIII del presente documento.

### IV.3.7. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

Los impactos por la ocurrencia de un fenómeno natural están ligados a los efectos negativos sobre las condiciones de vida de la población, el desempeño económico de los países o regiones en que ocurren, además de que perjudican el acervo y los servicios ambientales. Las secuelas de los desastres se prolongan más allá del corto plazo y, en ocasiones, provocan cambios irreversibles tanto en las estructuras económicas y sociales como en el medio ambiente.

Los efectos generales enumerados a continuación son comunes a todos los tipos de desastre natural.

- Un número variable de víctimas.
- Una disminución importante de la disponibilidad de viviendas e instalaciones de salud y enseñanza, con lo que se amplían los déficit anteriores al desastre.
- Una disminución temporal de los ingresos de los estratos sociales menos favorecidos, y un incremento correspondiente de las tasas ya elevadas de subempleo y desempleo.
- Interrupciones temporales de los servicios de suministro de agua y saneamiento, electricidad, comunicaciones y transporte.
- Escasez temporal de alimentos y de materias primas para la producción agrícola e industrial.
- Independientemente de los daños, debe esperarse que las actividades que más rápido se recuperen sean las de pequeños comercios y los servicios personales.
- En cuanto a la pérdida del empleo a consecuencia del desastre, en países con estructuras predominantemente duales, la gravedad y duración de este problema en el sector moderno es mayor que en los sectores tradicionales, y mayor en el sector industrial que en agricultura, comercio y servicios.
- En las fases de rehabilitación y reconstrucción, la estructura del empleo se modifica y aumentan las actividades relacionadas con la construcción habitacional y de obras públicas.
- Normalmente debe esperarse una reducción en el volumen de exportaciones y un incremento de las importaciones.
- Igualmente, las finanzas públicas evolucionarán hacia una situación deficitaria ya que la elevación en toda clase de gastos sociales, reasignaciones del gasto en el tiempo y mayores inversiones, irá acompañada por lo general de menores recaudaciones de impuestos y de otros ingresos fiscales.

Las zonas boscosas, conforman una barrera natural que disminuye o amortigua la intensidad de un evento natural como las fuertes precipitaciones, tormentas o huracanes, deslizamientos o inundaciones entre otros.

A continuación, con la ayuda del Atlas Nacional de Riesgo se presentan los diferentes Riesgos Hidrometeorológicos y geológicos que pudieran afectar la zona.

### IV.3.7.1. Ciclones Tropicales (Huracanes)

Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida, cuando las temperaturas del mar son del orden de 26°C.

Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogenéticas. Los que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia.

**Estados** que son **afectados** por los **ciclones tropicales** (Probabilidad de que se presente en un año Figura IV.114.):

| | | |
|---|---|---|
| • **Baja California Sur (0.34)** | • **Yucatán (0.16)** | • **Veracruz (0.09)** |
| • **Colima (0.32)** | • Tamaulipas (0.15) | • Tabasco (0.08) |
| • **Jalisco (0.30)** | • Nayarit (0.13) | • Chiapas (0.08) |
| • **Quintana Roo (0.22)** | • Guerrero (0.13) | • Baja California (0.08) |
| • **Michoacán (0.21)** | • Oaxaca (0.13) | • Sonora (0.07) |
| • **Sinaloa (0.20)** | • Campeche (0.13) | |
| | | |

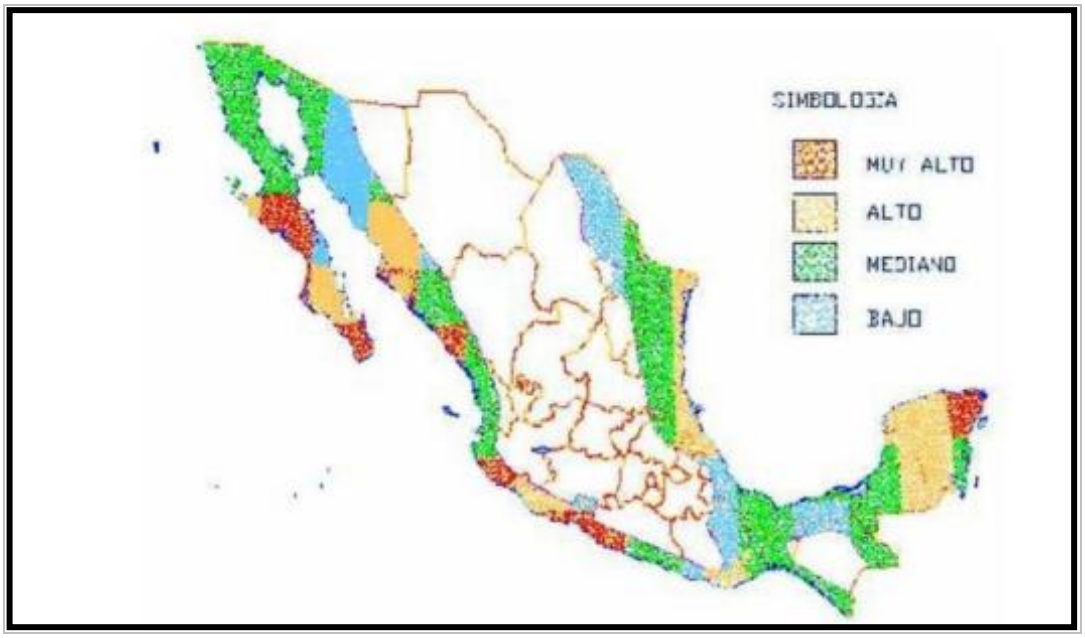



*Figura IV.114. Mapa de presencia de ciclones tropicales en México*

En el área sujeta a CUSTF, el **grado de peligro** por **presencia de ciclones tropicales** es baja **(Figura IV.115.)**, ya que se ubica aproximadamente a 25 km de la **costa del pacifico**.

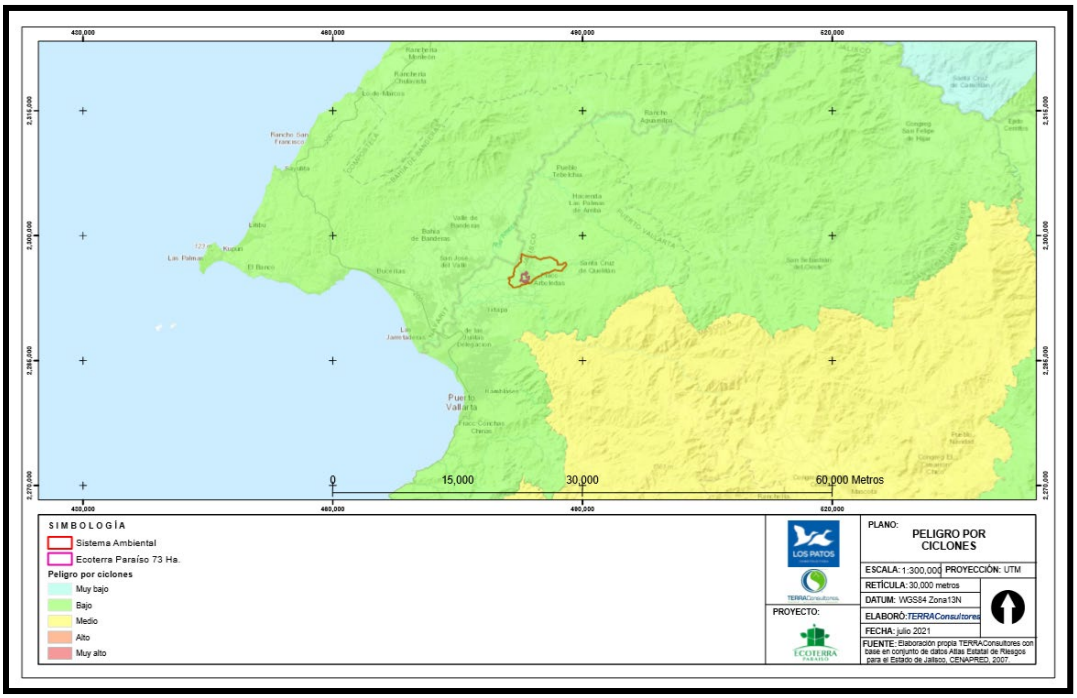



*Figura IV.115. Grado de peligro por la presencia de un ciclón tropical en el área de CUSTF*

### IV.3.7.2. Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los convierte en fenómenos muy peligrosos para la gente. Los daños que ocasionan son diversos, entre los que se destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso, pérdidas humanas.

En nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas (Macías, 2001). En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente.

En el área sujeta a CUSTF, la presencia de tornados es nula, (Figura IV.116), derivado de la orografía presente en esta área la cual es considerada como una llanura costera con lomeríos suaves, misma que se ubica en las inmediaciones de la sierra donde la velocidad del viento encuentra barreras físicas como los llanos intermontanos, mesetas, etc.

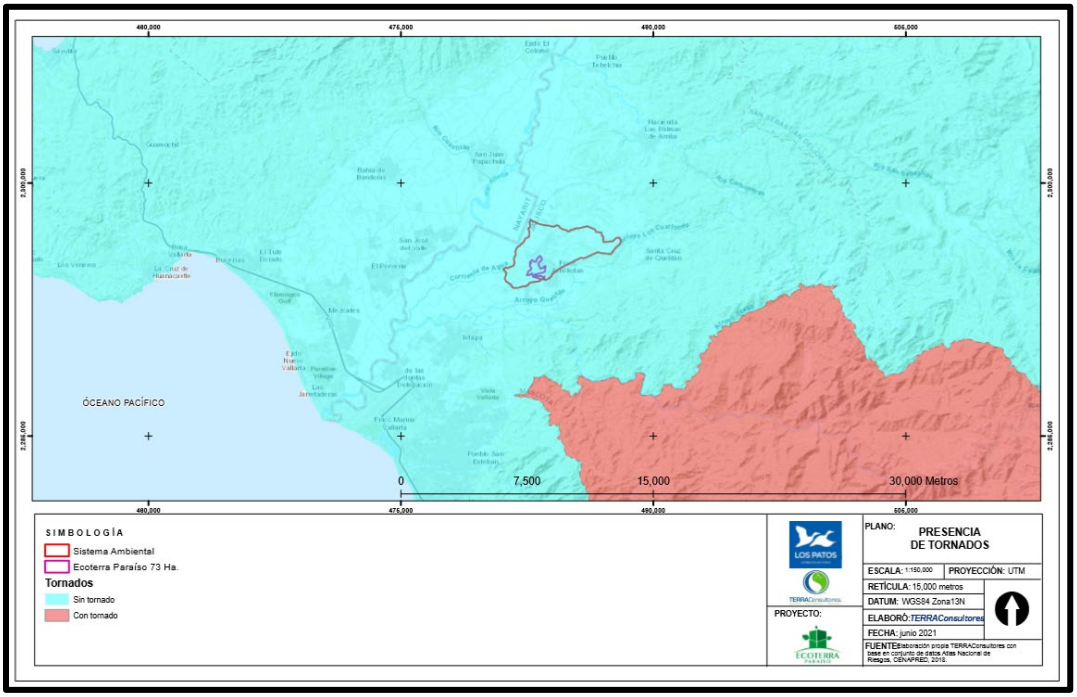



*Figura IV.2. Peligro por presencia de Tornados en el área sujeta a CUSTF*

### IV.3.7.3. Tormentas Eléctricas

Una tormenta eléctrica presenta relámpagos y truenos, producidos por cumulonimbus, nubes densas verticales, donde se generan intensos vientos y lluvia, y en ocasiones granizo.

Afectan áreas relativamente pequeñas en comparación con los huracanes y tormentas de invierno. Una tormenta eléctrica típica tiene 25 km de diámetro y dura aproximadamente 30 minutos. Cerca de 1,800 tormentas eléctricas están ocurriendo en este momento alrededor del mundo. Esto implica un total de 16 millones de tormentas eléctricas al año.

A pesar de la reducida área que abarcan, las tormentas eléctricas son muy peligrosas por los muertos y heridos que en ocasiones provocan.

Las zonas más afectadas por las tormentas eléctricas en la República Mexicana están en los estados de Chiapas y Jalisco, y en menor medida regiones de Tabasco, Veracruz, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí.

El área sujeta a CUSTF del proyecto Ecoterra Paraíso, presenta un grado de peligro de tormentas eléctricas bajo, derivado de la presencia de llanuras en dicha área, ver figura IV.117.

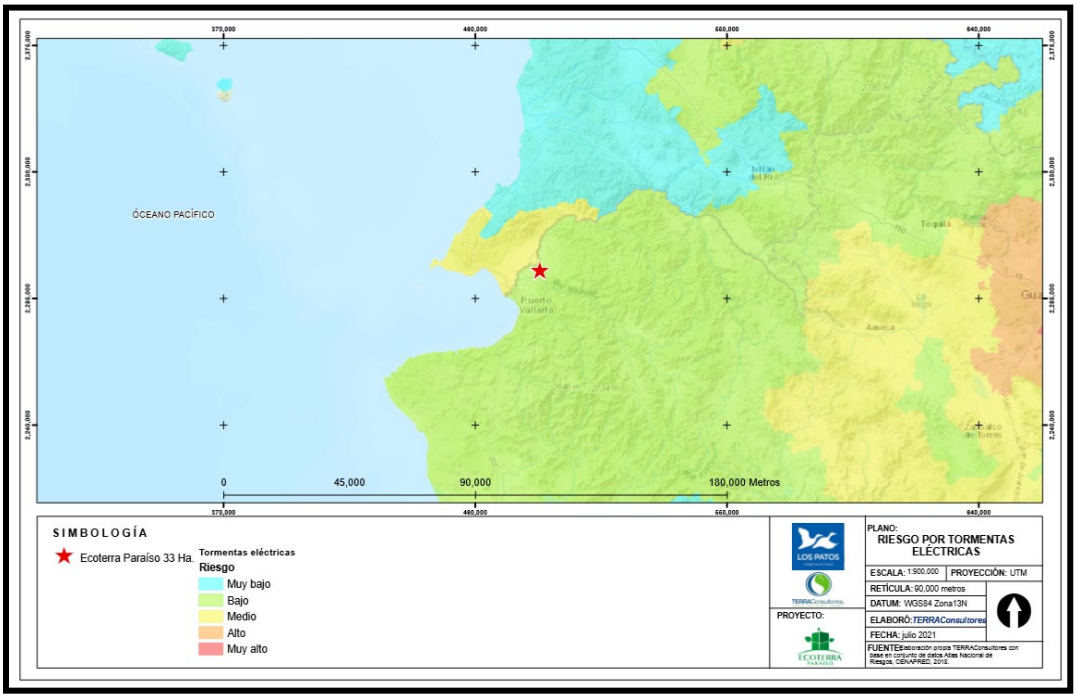



*Figura IV.317. Grado de peligro por tormenta eléctrica*

### IV.3.7.4. Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en suficiente cantidad dentro del drenaje, lo que provoca la obstrucción del paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora.

Los días por granizo en el área sujeta a CUSTF es muy similar a la presencia de heladas ya que su ocurrencia depende de la altitud del terreno, las probabilidades de tormentas de granizo es muy baja

debido a que el proyecto se localiza a tan solo 55 msnm aproximadamente; su presencia se relaciona directamente a las características y distribución de los climas. (Figura IV.118).

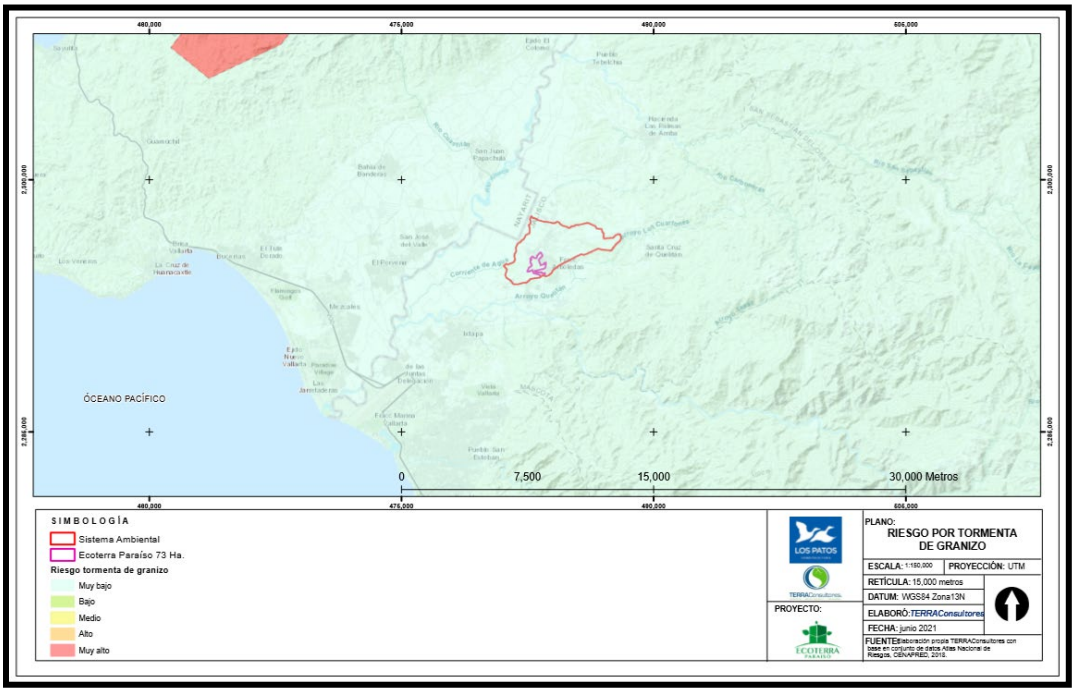



*Figura IV.418. Grado de peligro por granizo*

### IV.3.7.5. Heladas y Nevadas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos, ocurre cuando se presentan dichas temperaturas.

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más.

En México, la distribución de las heladas se manifiesta, principalmente en dos grandes regiones, la primera y la más extensa está sobre las sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes, que comprende a los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas; la segunda, aunque no de menor importancia se localiza en la parte centro del país, que incluye los estados de Michoacán,

Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo, región que limita con el Sistema Volcánico Transversal. Otras áreas expuestas a bajas temperaturas se localizan en las Sierras de San Pedro Mártir y de Juárez, Baja California. Una más cubre algunas porciones de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, en todas estas regiones existen cerca de 120 días con heladas. En cambio, las zonas costeras poseen ausencia de este fenómeno; como la vertiente del golfo de México, el sur del río Pánuco y hasta la península de Yucatán, e incluso el istmo de Tehuantepec, además de la llanura del océano Pacífico.

Dentro del área sujeta a CUSTF el **grado de peligro de que se presente este fenómeno meteorológico** es **muy bajo** ya que se encuentra regido por la orografía (Figura IV.119), por otro lado en las **zonas de mayor elevación**, existe un **grado alto de posibilidad** de que se **presenten heladas.**

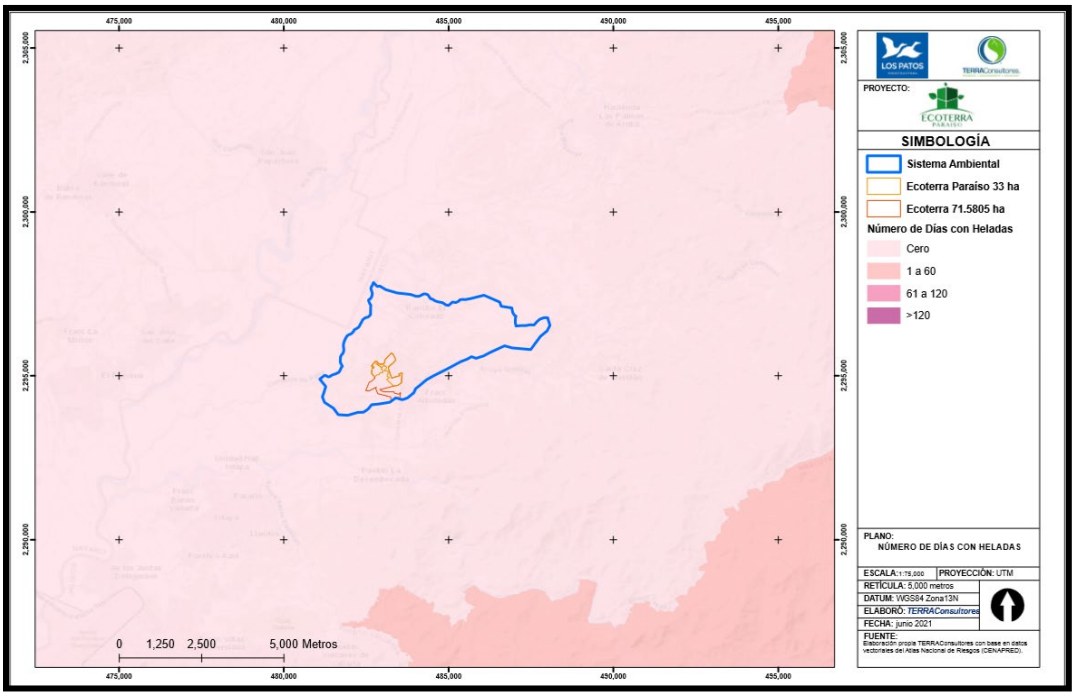



*Figura IV.519. Grado de peligro por heladas*

Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua.

La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.
Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año. Para el área sujeta a CUSTF la presencia o probabilidad de que esto ocurra es nulo, ya que estas están muy relacionadas con las heladas.

### IV.3.7.6. Inundaciones

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Por otra parte, avenida se define como: "Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad" (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Con lo anterior, se entiende por inundación: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

El grado de vulnerabilidad en el área sujeta a CUSTF, de que sufra inundaciones, es muy alto (Figura IV.120), ya que se localiza en partes planas y semiplanas donde existe riesgo por este fenómeno.

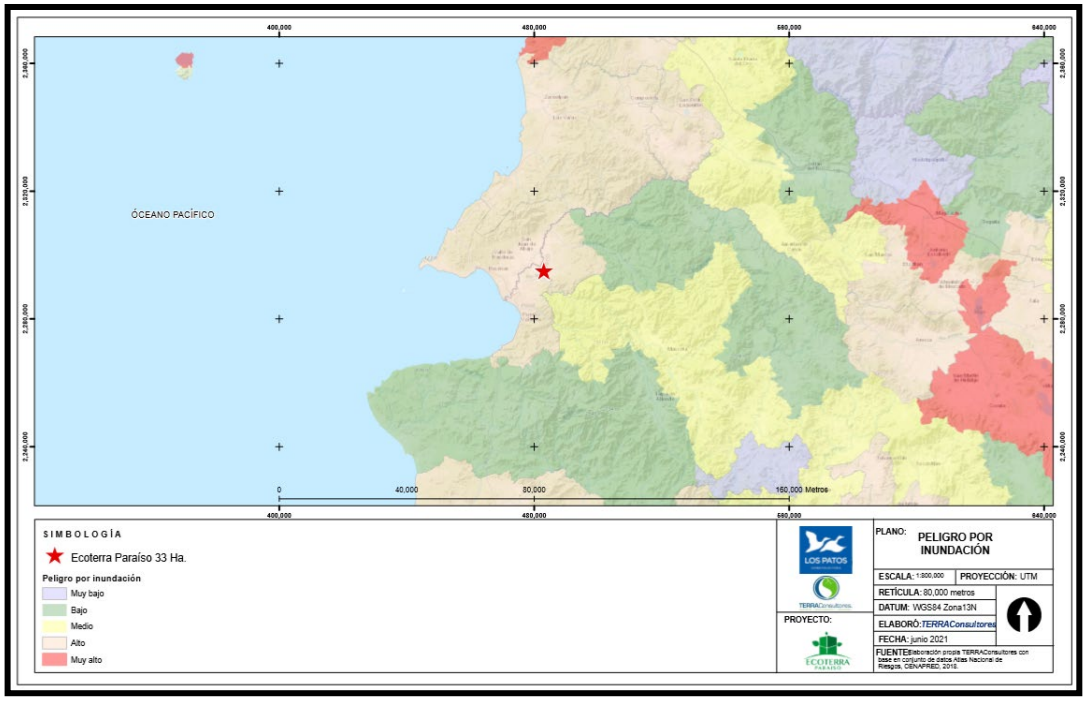



*Figura IV.620. Grado de peligro por inundaciones*

### IV.3.7.7. Sismos

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacifico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacifico.

El grado de peligro por la presencia de sismicidad en el área sujeta a CUSTF es muy alta (Figura IV.121), debido a que se encuentra asentada de manera muy cercana diversos fallamientos, y además que se ubica donde converge la Placa de Cocos, la del Pacífico y la de Norteamérica.

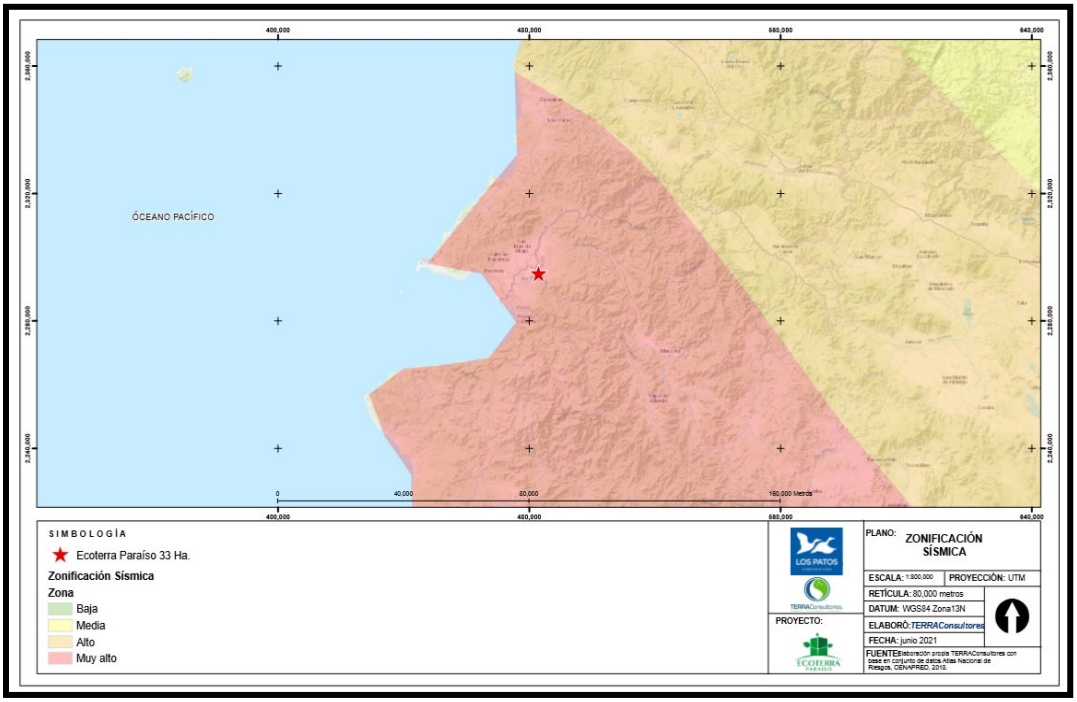



*Figura IV.721. Grado de peligro de que se presente un sismo en el CUSTF*

### IV.3.7.8. Volcanes y Tsunamis

Los volcanes son aberturas de la tierra generalmente en forma de montaña, algunos se forman por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico llamados poligenéticos o volcanes centrales, otro tipo de volcanes que nacen, desarrollan una erupción que puede durar varios años y se extinguen sin volver a tener actividad, en lugar de ocurrir otra erupción en ese volcán puede nacer otro volcán similar en la misma región; a este tipo de volcán se le llama volcán monogénetico y es muy abundante en México. Los volcanes activos se distribuyen por diferentes regiones, particularmente en una faja central que se extiende desde Nayarit hasta Veracruz.

La actividad volcánica puede tener efectos destructivos, pero también benéficos. Las tierras de origen volcánico son fértiles por lo general altas, de buen clima, y ello explica el crecimiento de los centros de población en esos sitios. Los habitantes de esas regiones deben adquirir entonces una percepción clara de los beneficios y riesgos que conlleva vivir allí.

El peligro volcánico puede representarse de varias formas, la más utilizada es el mapa donde se presentan los alcances más probables de las diferentes manifestaciones volcánicas y el riesgo

combina el peligro con la distribución y vulnerabilidad de la población y de la infraestructura de producción y comunicaciones alrededor del volcán (Figura IV.123).

A lo largo de la historia, poblaciones asentadas cerca de esos 550 volcanes en distintas partes del mundo han soportado los efectos de la actividad volcánica. Se estima que cerca de 270,000 personas han perecido en distintos lugares del mundo por efecto de desastres volcánicos desde el año 1700 de nuestra era.

Los materiales emitidos durante una erupción de cualquier tipo pueden causar diferentes efectos sobre el entorno, dependiendo de la forma como se manifiestan.

Las principales manifestaciones volcánicas son:

- Flujos de lava
- Flujos piroclásticos
- Flujos de lodo (o lahares)
- Derrumbes y deslizamientos
- Columnas eruptivas y lluvias de fragmentos y de ceniza

Algunos de los peligros asociados a los distintos tipos de erupciones volcánicas distintos tipos de erupciones volcánicas y a sus diferentes manifestaciones se resumen en la tabla siguiente.

| MANIFESTACIÓN | PELIGRO | VELOCIDAD | ALCANCE | EFECTO MÁS |
|---|---|---|---|---|
| **LAVA LÍQUIDA** | Flujos de lava | Baja | Corto | Destrucción del |
| **CENIZA** | Lluvia de | Media | Intermedio | Acumulación de |
| **FRAGMENTOS DE TODOS TAMAÑOS** | Flujos piroclásticos | Muy alta | Corto a intermedio | Devastación |
| **CENIZA** | Lluvia de | Media | Largo a muy | Acumulación de |
| **LODO (AGUA Y FRAGMENTOS)** | Flujo de lodo (lahar) | Media a alta | Intermedio a largo | Devastación |
| **DERRUMBE O DESLIZAMIENTO** | Avalancha de escombros | Alta a muy alta | Intermedio a largo | Devastación |

*Tabla IV.79. Erupciones volcánicas y sus diferentes manifestaciones*

El término tsunami es japonés; internacionalmente se usa para designar el fenómeno que en español se denomina maremoto. Es una secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto; a las costas pueden arribar con gran altura y provocar efectos destructivos: pérdida de vidas y daños materiales. La gran mayoría de los tsunamis se originan por

sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino.

Los tsunamis de energía inicial extraordinaria pueden atravesar distancias enormes del Océano Pacífico hasta costas muy alejadas; por ejemplo, los originados en aguas de Chile en mayo de 1960 y de Alaska en marzo de 1964, que arribaron a litorales de México y causaron daños menores. Toda la costa del Pacífico de México está expuesta al arribo de estos maremotos de origen lejano (riesgo menor).

Sin embargo, para México un riesgo aún mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. Por ejemplo, los ocurridos en a) noviembre de 1925, que afectó Zihuatanejo, (Guerrero) con olas de 11 metros de altura, b) junio de 1932; invadió Cuyutlán (Colima), con olas de 10 metros de altura, que causaron cuantiosos daños y pérdidas de vidas; c) septiembre de 1985, Lázaro Cárdenas (Michoacán) e Ixtapa Zihuatanejo (Guerrero), con olas de 3 metros de altura, y d) octubre de 1995, en varias poblaciones costeras de Colima y Jalisco, con olas de hasta 5 metros de altura que causaron algunos daños de consideración y una víctima. La costa occidental de México en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas está expuesta al arribo de estos tsunamis de origen local (riesgo mayor).

Debido a que lo tsunamis no suelen repetirse en un mismo lugar con tanta frecuencia como los huracanes u otros tipos de fenómenos naturales, sino con recurrencia que a veces es de varios decenios, comparable a la longevidad humana, generacionalmente sus acciones de prevención suelen quedar en el olvido. Empero los sismos en el entorno del Océano Pacífico, particularmente en la Fosa Mesoamericana, continuarán ocurriendo; en consecuencia, es de esperar que en estas costas mexicanas tarde o temprano arribarán tsunamis.

El grado de desarrollo actual de la sismología NO permite aún predecir cuándo ocurrirá un tsunami; sin embargo, mediante acciones preventivas, de autoprotección y prudencia, sí podemos disminuir y mitigar sus efectos; para el área sujeta a CUSTF del proyecto Ecoterra Paraíso, la cercanía al área de peligrosidad está representado en la Figura IV.122.

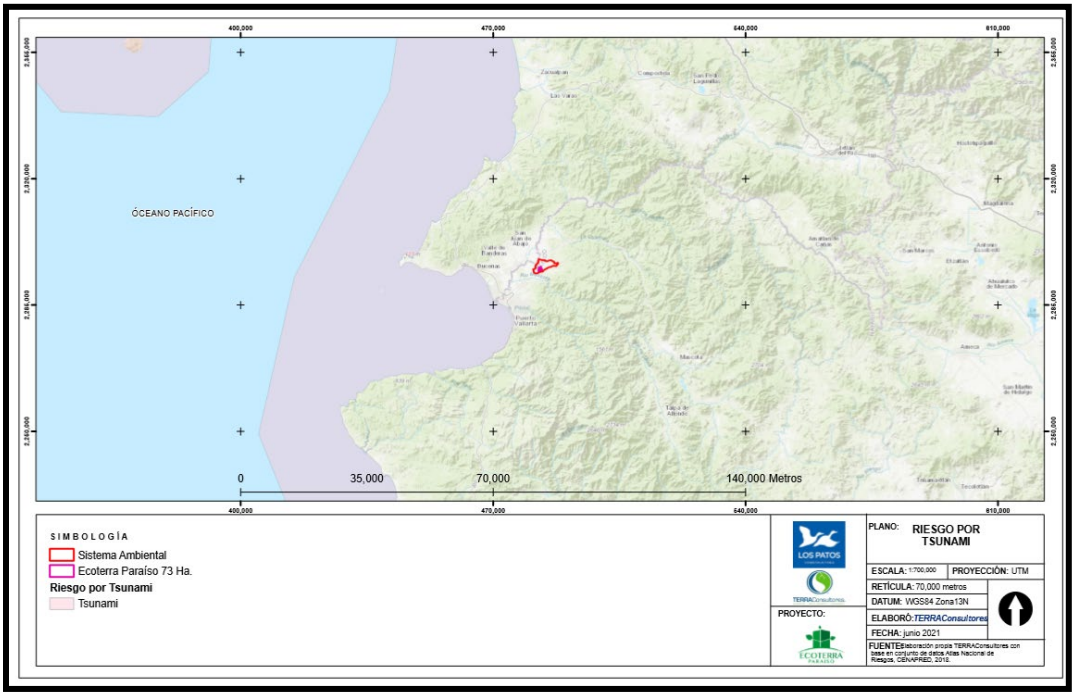



*Figura IV.822. Grado de peligro tsunamis*

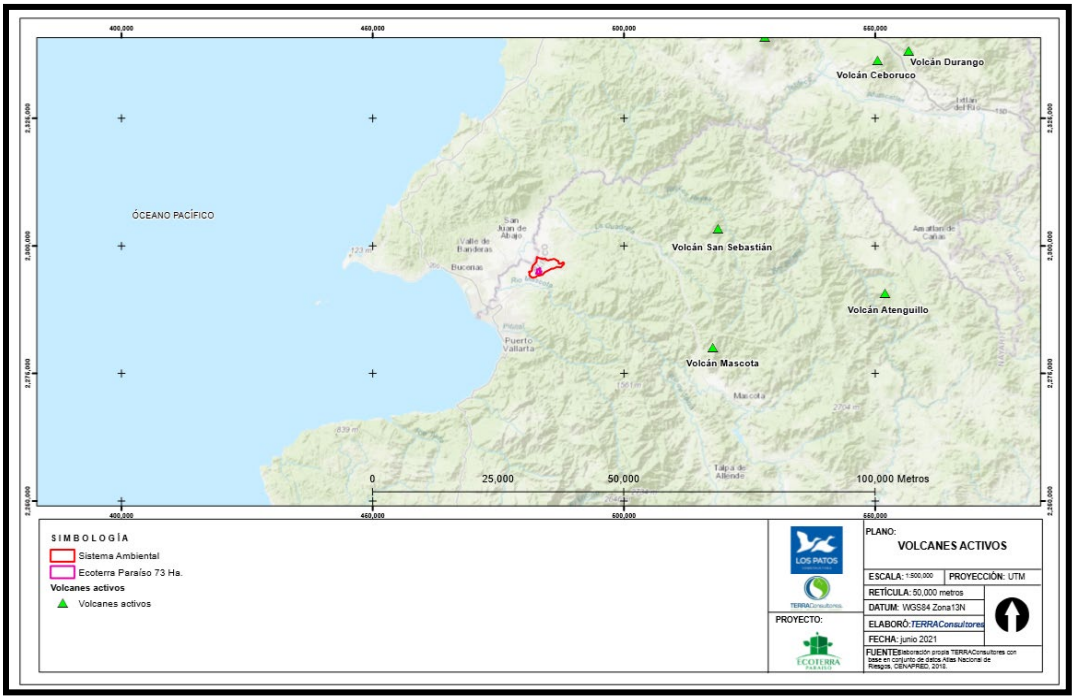



*Figura IV.923. Grado de peligro por volcanes*

### IV.3.7.9. Inestabilidad de laderas

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción en masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos.

El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al mínimo su ingreso al interior de las laderas.

Dentro del área sujeta a CUSTF el riesgo por deslizamiento de laderas es nulo (Figura IV.124), debido a dos principales factores: la presencia de suelos duros, que en su mayoría lo estructuran suelos y el régimen de lluvias, que es característico de climas cálidos-subhúmedo con precipitaciones no mayores a 1600 mm. y por otro lado la orografía que para el caso en particular del proyecto Ecoterra Paraíso, se localiza sobre una enorme Llanura Costera, sin embargo pudieran presentarse algunos efectos secundarios de deslizamientos potenciales de laderas por la ubicación del mencionado proyecto con respecto a la sierra.

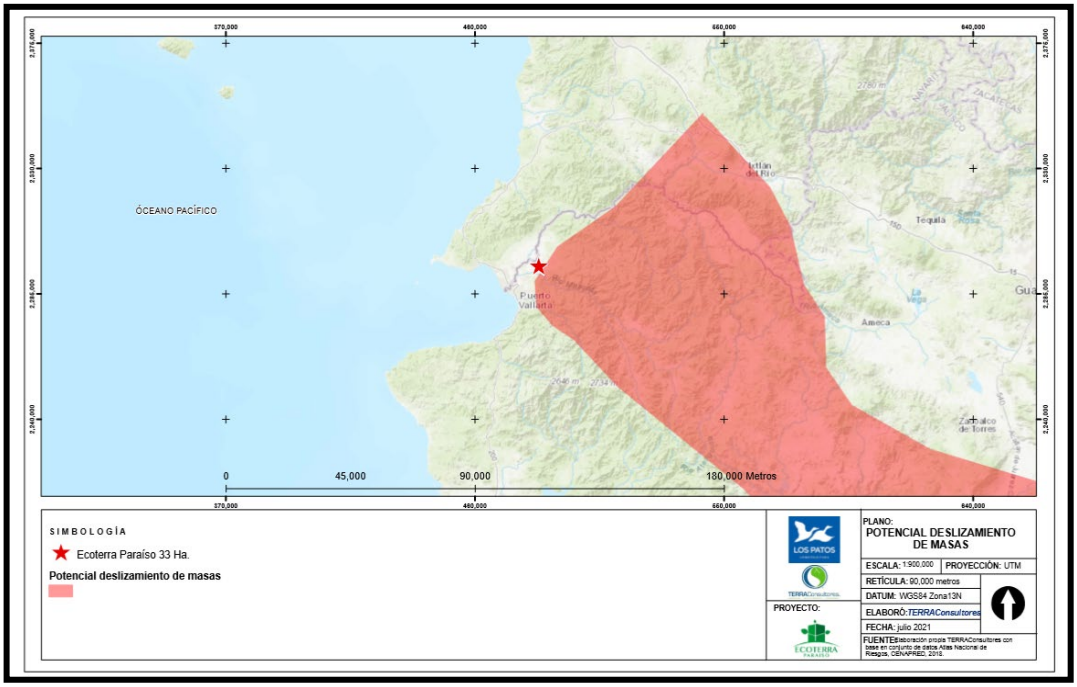



*Figura IV.1024. Grado de peligro por deslizamiento en laderas*

Además de la poca o nula probabilidad de que algún fenómeno meteorológico se presente, diferentes dependencias de gobierno cada temporal de lluvias lleva un monitoreo constante de los fenómenos posibles a afectar a México, por lo que, ayuda alertando a las poblaciones que pudiesen ser afectadas por algún fenómeno natural.

### IV.3.8. Modulación o regulación climática

La radiación neta en las zonas tropicales es alta, debido a que el sol está cerca del cenit durante todo el año, efecto que se suma al bajo albedo del propio bosque y a la baja temperatura de la canopia forestal. El proceso de deforestación, al eliminar la cubierta protectora, aumenta la reflectividad, con lo cual se incrementa la reflexión de calor solar. En los suelos húmedos tiende a aumentar la evaporación y, por lo tanto, los suelos tienden a enfriarse.

En las zonas continentales más del 50% de la humedad del aire está ocasionada por el agua bombeada por las raíces y transpirada por las hojas de la vegetación, cuando se eliminan la cubierta vegetal, el clima se hace más seco.

La modificación del microclima se realiza cuando la radiación solar aumenta por el paso de luz y calor, y no hay cubierta vegetal que disminuya el efecto del paso del viento, y la evaporación, asimismo, ocurre cuando disminuye la humedad por efecto de la pérdida de agua por transpiración; esto aumenta cuando no hay cubierta en el suelo de materia orgánica para retener el agua pluvial.

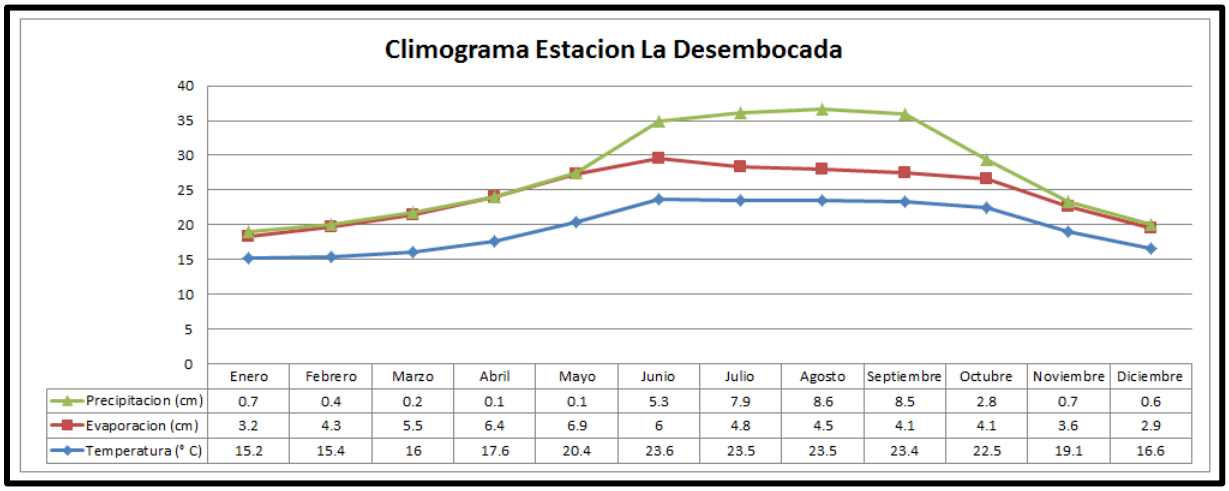
Realizando un análisis de la dinámica del clima en la zona del proyecto, en base a los datos del SMN, donde se realiza una interpretación de la temperatura y la precipitación, para obtener la evapotranspiración, en función al segundo método de Thornthwaite.

Considerando que, para temperaturas mayores a 26.5°C no hay influencia del índice de calor, por lo que la evapotranspiración potencial sin corregir, sólo es función directa de la temperatura.

Debido a los diferentes valores de la incidencia solar que ocurre en las diferentes latitudes del mundo, esto influye en la evapotranspiración. Por lo que existe el FC, el cual se obtiene de tablas, en las cuales existe un valor de dicho factor para cada uno de los meses del año, por lo que deberá tomar la latitud a la que está ubicada la estación de la que desea calcular el clima.

La EVC, se obtiene multiplicando el valor de EV, por FC.

Con lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:




| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Precipitacion (cm) | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 5.3 | 7.9 | 8.6 | 8.5 | 2.8 | 0.7 | 0.6 |
| Evaporacion (cm) | 3.2 | 4.3 | 5.5 | 6.4 | 6.9 | 6 | 4.8 | 4.5 | 4.1 | 4.1 | 3.6 | 2.9 |
| Temperatura (° C) | 15.2 | 15.4 | 16 | 17.6 | 20.4 | 23.6 | 23.5 | 23.5 | 23.4 | 22.5 | 19.1 | 16.6 |

*Figura IV.1125. Climograma en el área sujeta a CUSTF*

Nota: Las barras indican la ganancia o pérdida de agua (disponible para infiltrarse o escurrirse) con respecto a la precipitación

Se puede observar en el climograma que el temporal de lluvias es principalmente de mayo-Octubre y la temporada de estiaje de noviembre-abril; presentándose así una dinámica de humedad propia de climas cálido-subhúmedo con una pérdida-ganancia correspondiente a estos tipos de climas.

### IV.3.9. Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida

Todas las sociedades dependen, directa o indirectamente de la biodiversidad y de los recursos biológicos, cuyo valor es predominante intrínseco. La ausencia de un valor aparente, sumada a la inexistente o deficiente regulación de los derechos de propiedad, suele traducirse en la sobreexplotación y el uso indiscriminado de la biodiversidad y de numerosos recursos biológicos, provocando la desaparición de uno o varios de estos.

Hablando de la flora en particular los arbustos leñosos y las cactáceas que representan formas de vida peculiares de los ambientes áridos y semiáridos, los que contribuyen significativamente a mantener la integridad física de los ecosistemas semiáridos a través de evitar o aminorar la erosión de los suelos. Hacen aportes importantes a la constitución orgánica de los suelos y bajo sus copas existen condiciones más favorables para el reclutamiento de plántulas, de arbustos y de plantas herbáceas. Los arbustos son importantes no sólo porque confieren estabilidad estructural sino porque además contribuyen significativamente a mantener la alta biodiversidad de los ecosistemas semiáridos.

La eliminación de la vegetación arbustiva acelera el proceso de la erosión y consiguientemente se da la desertificación, asimismo, se pierden importantes funciones ecosistémicas. Además este tipo de suelos son considerados muy productivos a tal grado, que se realiza el desmonte de este tipo de vegetación con el objeto de utilizar el suelo para la agricultura y la siembra de pastizal para la ganadería.

A pesar de que se ha demostrado el valor ecológico, de los matorrales estos no están tan protegidos y valorados como debería. "La verdad es que están un poco ignorados, porque frente a los bosques, por ejemplo, se consideran fases de mayor degradación o de menor evolución", "pero son bosques incipientes, porque son la primera fase de instalación de la vegetación en un territorio. En ello radica su importancia".

El área para la cual se solicita el CUSTF del proyecto Ecoterra Paraíso, está representada por Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, donde se observó que, las especies que

integran este tipo de vegetación se encuentran representadas fuera del área del proyecto , además se contempla que aquellas que no interfieran con la construcción del proyecto permanecerán en su lugar, aunando a lo anterior, los árboles que sean mayores a 3 m de altura serán cortados en el área de CUSTF, dejando áreas completamente con la vegetación natural dentro de las áreas de conservación, lo cual permitirá conservar germoplasma en la zona de las especies regionales.

Cabe resaltar que no se encontraron especies florísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo se propone la implementación de un Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre de las especies más escasas en el área del proyecto.

Para el caso de la fauna, considerando que también se encontraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ha contemplado el Programa de Conservación de Fauna Silvestre en el que se incluyen una serie de medidas encaminadas a evitar o reducir daño a ésta; pero es importante mencionar que no se llevará a cabo un programa de conservación de especies como tal, por lo impráctico que puede resultar, debido a las características de locomoción, desplazamiento y conductuales de algunas especies, por lo que no tendría ningún objeto capturarlas, mantenerlas en cautiverio por algún tiempo, y posteriormente liberarlas.

Entre las medidas que se contemplan en el programa están: previo a las actividades de derribo y despalme, se emplearán sirenas o matracas para generar ruido de diferentes frecuencias y en distintas zonas, ahuyentando así a aves y mamíferos; además de otras medidas consideradas en los capítulos VII y VIII del presente documento.

### IV.3.10. Protección y recuperación de suelos

La cubierta vegetal, específicamente la vegetación primaria, realiza una aportación constante de materia orgánica que es la fuente formadora del suelo y la conservación de su fertilidad; este aspecto se verá afectado de forma puntual, ya que solo se registrará en las áreas donde se realizará remoción de la vegetación presente.

La erosión es otro de los factores importantes a considerar en la construcción del proyecto, también es cierto que la remoción de la vegetación es puntual y que se puede originar un mayor escurrimiento superficial y con ello una erosión laminar, aunque a primera vista este fenómeno se registra como una porción mínima con respecto a la superficie total dentro del área de influencia, se prevé mantener una

cubierta vegetal de los estratos herbáceo y arbustivo en el área sujeta a CUSTF, minimizando con ello la afectación de la vegetación forestal y controlar la erosión.

- **Estimación de la Erosión**

Los procesos de erosión, contribuye significativamente a la degradación del suelo y a la pérdida de su fertilidad con la pérdida minerales y materia orgánica, el conocer la vulnerabilidad de los suelos o erosión potencial de éstos, permite elaborar planes o sistemas de manejo de suelos, encaminados a evitar las pérdidas de este recurso o mantenerlas dentro de los rangos tolerables.

La erosión del suelo es un fenómeno físico, multicondicionado, en el que intervienen diversos factores que influyen en la planeación del uso, manejo y conservación de los suelos: factor activo (lluvia y escorrentía), factor pasivo (suelo y relieve), y factor equilibrante (vegetación, encargada de la normalización entre la lluvia y el suelo). **A efecto de evaluar la degradación del suelo por erosión, es necesario conocer el riesgo de erosión potencial, los procesos erosivos actuales, así como la erosión estimada considerando el proyecto.**

Para determinar la cantidad de suelo que se pierde actualmente en el área sujeta a CUSTF y con la realización del Cambio de Uso de Suelo para el proyecto **Ecoterra Paraíso**, se empleó la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)**, la cual ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.
Las técnicas de predicción de la pérdida de suelo se han desarrollado a lo largo de muchos años, como resultado de la creciente comprensión de los procesos que intervienen en la erosión del suelo. Actualmente, la ecuación más utilizada sobre la predicción de pérdida de suelos es la denominada Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE por sus siglas en inglés (Mtchel y Bubenzer, 1980):

**A= R*K*L*S*C*P**

Donde:

A=Es el promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha/año).
R=Es el factor de erosividad de la lluvia (MJmm/hahr).
L=Es factor longitud de la pendiente (A dimensional)
S=Es el factor grado de pendiente (A dimensional)

C=Es el factor manejo de cultivo y cobertura (A dimensional)

P=Es el factor de prácticas mecánicas de control de erosión (A dimensional).

Para la utilización de la Ecuación Universal de Pérdida de suelos, se utilizó la adecuación a ésta fórmula aplicada en el factor pendiente (LS) por el Dr. Mario Martínez Méndez, Investigador Titular del Colegio de Posgraduados, **misma que es utilizada por la SAGARPA y CONAFOR** en el País.

**Desarrollo de la Ecuación Universal de Pérdida de suelos**

***Determinación de los indicadores***

***Factor de erosividad de la lluvia (R).-*** Este factor se define como la capacidad potencial de la precipitación pluvial para causar erosión, es medida por medio de los índices de erosividad; el más utilizado es el índice de erosividad de la lluvia presentado por Wischmeier y Smith (1959), el cual se define como la sumatoria del producto de la energía cinética total (E) y la intensidad máxima durante 30 minutos por evento (130). Mide el efecto en que la erosión por salpicamiento y la turbulencia del flujo se combinan con el escurrimiento para remover del terreno partículas del suelo separadas de este. Este proceso es conocido como erosión laminar., y se expresa como:

$$E130 = (E)(130)$$

Es la capacidad potencial de la lluvia para causar erosión, se mide por medio de índices, uno de ellos es E130 el cuál, se define como:

Dónde:

E130= Índice de erosividad para un evento (M Umm/hahr).

E= Es la energía cinética total de la lluvia (MJ/ha)

130= Es la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos (mm/hr).

El cálculo de la energía cinética requiere de la intensidad de la lluvia y esta última, de los registros pluviográficos, los cuales no se encuentran disponibles para la zona de estudio, por lo cual, se procediendo a correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de ***R*** estimados en el País, utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con el Dr. Mario Martínez Méndez, la Erosividad (R) se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio; como primer paso, se selecciona la región bajo

estudio en el Mapa de Erosividad de la República Mexicana, donde existen 14 Regiones, la Región bajo estudio se asocia a un número y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R como se presenta en la siguiente figura y tabla.

*Figura IV.12. Mapa de Erosividad de la República Mexicana*

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país (Cortés, 1991).

| Regiones para Calcular la Erosividad en la República Mexicana | | |
|---|---|---|
| **Región** | **Ecuación** | **R2** |
| I | $R = 1.2078P + 0.002276P^2$ | 0.92 |
| II | $R = 3.4555P + 0.006470P^2$ | 0.93 |
| II | $R = 3.6752P - 0.001720P2$ | 0.94 |
| IV | $R = 2.8559P + 0.002983P^2$ | 0.92 |
| V | $R = 3.4880P - 0.00088P2$ | 0.94 |
| VI | $R = 6.6847P + 0.001680P^2$ | 0.90 |
| VII | $R = -0.0334P + 0.006661P2$ | 0.98 |
| VIII | $R = 1.9967P + 0.003270P^2$ | 0.98 |
| IX | $R = 7.0458P - 0.002096P^2$ | 0.97 |
| X | $R = 6.8938P + 0.000442P^2$ | 0.95 |
| XI | $R = 3.7745P + 0.004540P^2$ | 0.98 |
| XII | $R = 2.4619P + 0.006067P2$ | 0.96 |
| XIII | $R = 10.7427P - 0.00108P^2$ | 0.97 |
| XIV | $R = 1.5005P + 0.002640P^2$ | 0.95 |

*Tabla IV.80. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana*

Para el caso del área de CUSTF**,** por su ubicación le corresponde la Región X; por lo cual, para calcular el valor ***R*** se adopta la ecuación **$R = 6.8938P+0.000442P^{2,}$** ver siguiente figura.

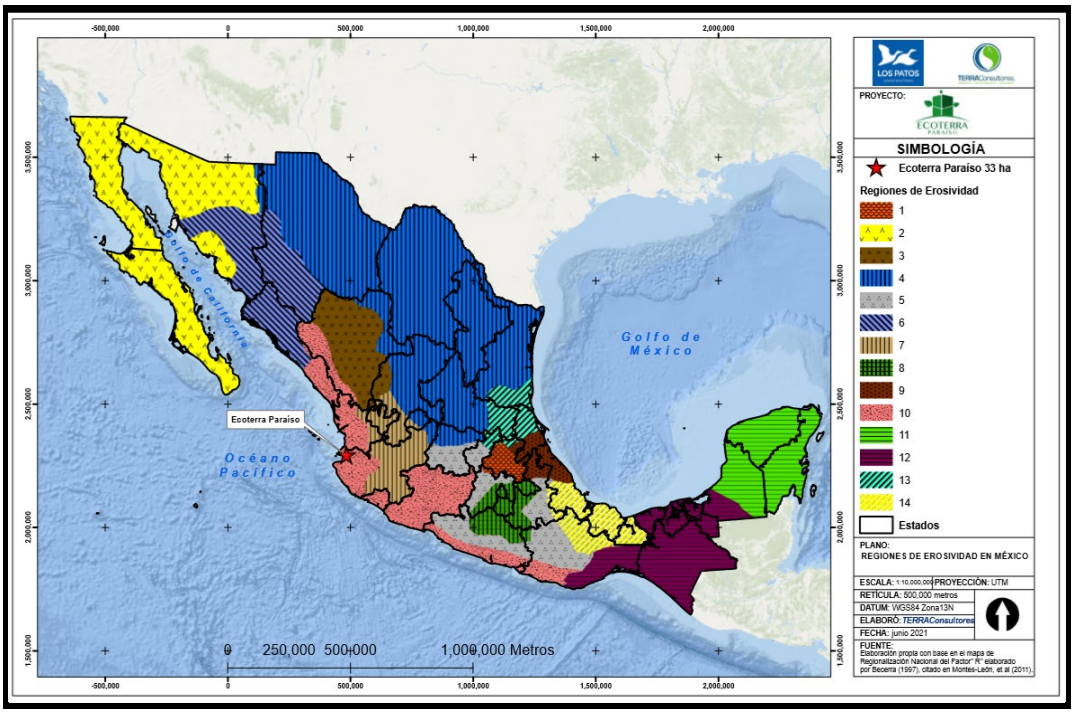



*Figura IV.13. Ubicación del área de CUSTF en regiones de erosividad*

De acuerdo a lo anterior, para el área sujeta a CUSTF, se tomó la información de precipitación de la Estación meteorológica 14081, denominada La Desembocada, por ser la más cercana al proyecto.

Este valor, será la precipitación (P) en la fórmula, para el área de CUSTF de acuerdo con la siguiente tabla.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | VARIABLES METEOROLOGICAS | | Ecuación Región X $R = 6.8938P+0.000442P^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ESTACION METEOROLOGICA | PRECIPITACIÓN (mm) | Factor R |
| 1 | Ecoterra Paraíso | 23.2031 | 14081 | 1073.1 | 7906.83 |
| | **Total** | **23.2031** | | | |

*Tabla IV.81. Variables Factor R en el área sujeta a CUSTF*

**Factor de erosionabilidad (erodabilidad) del suelo(K), en Mj cm ha-1 h-1 año-**

Es una compleja propiedad, que se entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración.

Becerra (2005), define el término erosionabilidad del suelo (K), se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo particular de ser erosionado. La erosionabilidad de los suelos depende de diversas propiedades y características del suelo siendo las más importantes:

- Distribución de las partículas primarias (arena, limo y arcilla)
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Óxidos de fierro y aluminio.
- Uniones electroquímicas
- Contenido inicial de humedad

Para el caso del presente estudio, se utilizó una metodología alternativa que consiste en la determinación de la unidad del suelo de acuerdo al criterio de la FAO y a partir de la textura superficial, propuso un método sencillo para estimar el Factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K (debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa). Valores de K en forma tabular pueden ser encontrados en Figueroa (1991) y Becerra (1997). Ver siguiente figura.

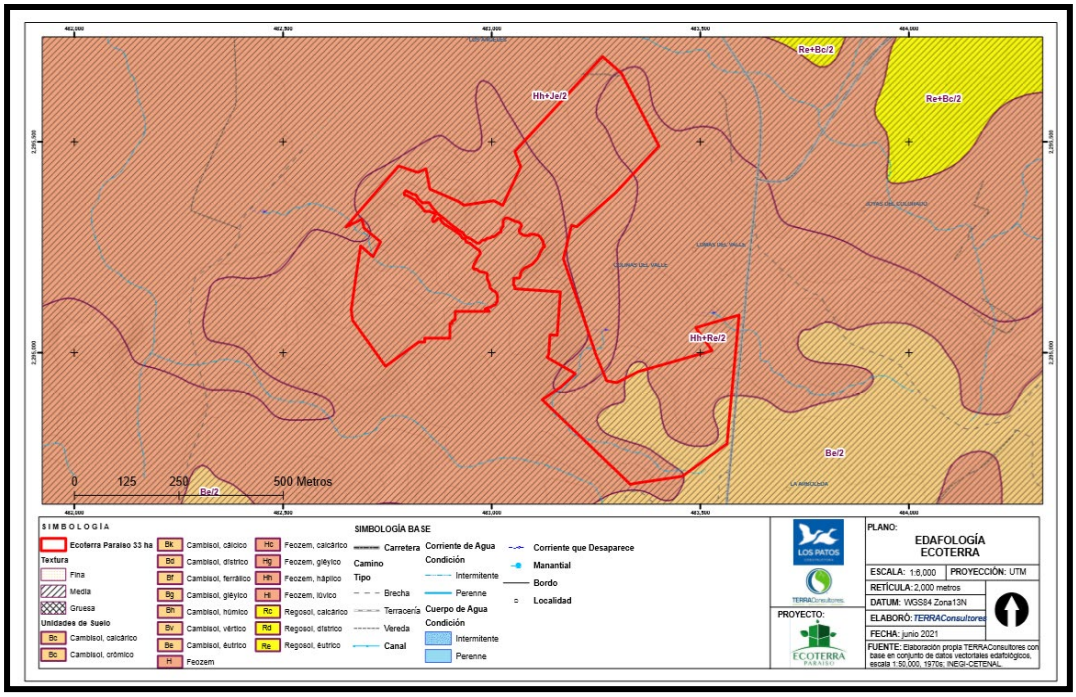



*Figura IV.1428. Mapa de distribución de unidad es edafológicas en el área de CUSTF*

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Suelos de textura fina con alto contenido de arcilla tienen bajos valores del Factor K (0.05-0.15), porque ellos son resistentes al desprendimiento.

Suelos de textura gruesa tales como suelos arenosos, tiene valores bajos del Factor K (0.05-0.2), debido al bajo escurrimiento, aunque estos suelos son fácilmente desprendibles.
Suelos de textura mediana (franco limoso) tienen valores del Factor K moderados (0.25-0.4), porque son moderadamente susceptibles al desprendimiento y producen moderados escurrimientos. (Mannaerts, 1999).

El Factor K, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Para el caso del proyecto y de acuerdo con información del INEGI, se decidió utilizar la metodología propuesta por la FAO (1980), que consiste en la determinación del Factor K utilizando la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura superficial como parámetros. Valores del Factor K, en forma tabular pueden ser encontrados en la literatura de Figueroa (1991) y Becerra (1997). En la siguiente tabla**,** se presentan los valores del Factor K para el área sujeta a CUSTF**.**

| No. | Proyecto | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | FACTOR K |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 26.0658 | 0.030 |
| | **Total** | | **26.0658** | |

*Tabla IV.82. Valores para el Índice de Erodabilidad (K)*

**El factor de pendiente, LS.**

Es uno de los componentes del factor topográfico sobre la erosión y está representado por la longitud (L) que se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente hasta que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida (Domínguez, 2000).

- A mayor longitud del terreno en el sentido de la pendiente, mayor erosión.
- A mayor inclinación de la pendiente, mayor erosión

El efecto combinado de LS se calcula mediante la fórmula:

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

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Es la longitud de la pendiente proyectada horizontalmente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Es el exponente que varía de acuerdo a la pendiente

Para la estimación de m, Michell (1984) propone los siguientes valores en función de la pendiente:

| **Pendiente del terreno ( %)** | **Valor del exponente m** |
|---|---|
| **< 1** | **0.2** |
| **1-3** | **0.3** |
| **3 - 5** | **0.4** |
| **> 5** | **0.5** |

Para calcular el grado de pendiente que presenta el área sujeta a CUSTF, se utilizó la información obtenida del INEGI (continuo de curvas de nivel), utilizando (SIG) ArcInfo con las cuales se genera el DEM, para posterior utilizar Spatial Analyst obtenido el Raster de salida Pendiente en %, ver siguiente figura.

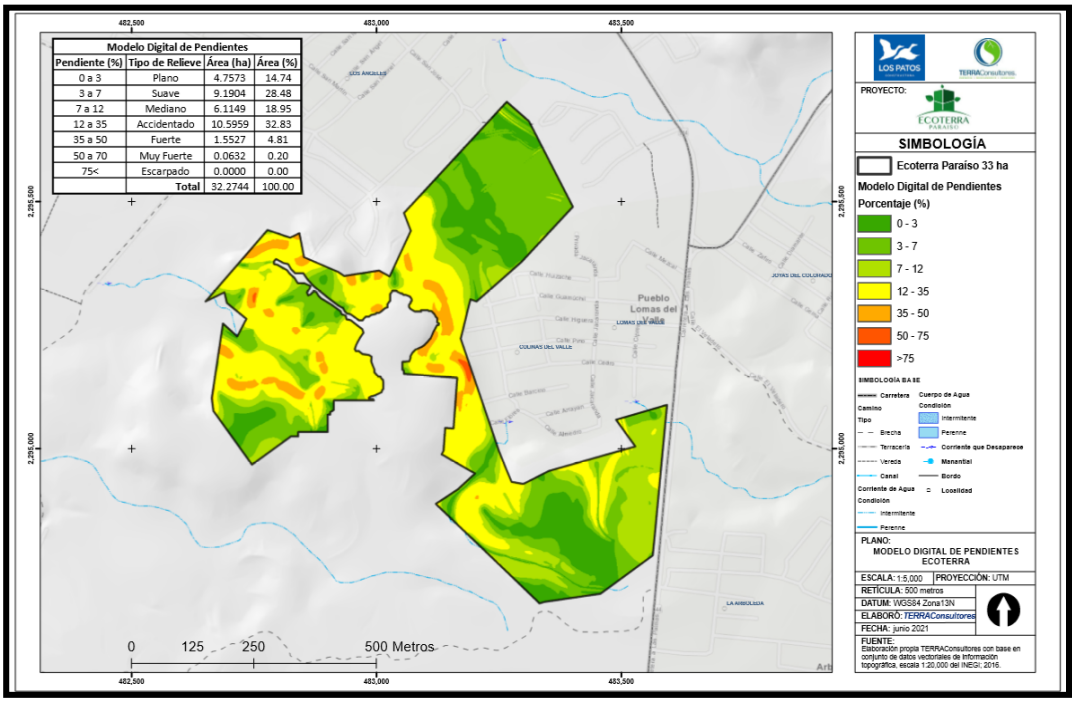



*Figura IV.1529. Grado de pendiente en el área sujeta a CUSTF*

En la tabla IV.83 se describen las variables morfométrica (longitud, pendiente) que determinan el Factor LS en el área sujeta a CUSTF.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Longitud (m) | Pendiente media | Constante m | Factor $L=(\lambda)^m$ | Factor $S= 0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2$ | Factor LS = L*S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 85.00 | 12.52 | 0.5 | 9.2195 | 0.35 | 3.24 |
| | **Total** | **26.0658** | **85.00** | | | | | |

*Tabla IV.83. Valores para el índice de longitud y grado de la pendiente LS en el área de CUSTF*

**Factor de manejo de cobertura (C)**

Este Factor C, es uno de los más complejos que se emplea en el cálculo de la EUPS y consiste en una estimación del grado de protección que posee el suelo en función de los tipos de cultivo y prácticas agrícolas.

Este Factor representa la cantidad de suelo perdido de un terreno bajo en condiciones específicas de uso y vegetación, en comparación con la pérdida de suelo que pudiera presentar el mismo terreno estando desprovisto de vegetación y bajo labranza continua. Como se indicó anteriormente en la condición estándar (sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, condición extrema en cuanto a favorecer la erosión), el valor del Factor C es la unidad y será cada vez menor a medida que haya una mejor cobertura vegetal sobre el terreno, de esta manera los valores del Factor C fluctúan entre 0.0 y 1.0, estos valores correspondientes a un terreno totalmente protegido (0.0) y uno totalmente desprotegido (1.0) (Becerra, 2005).

Para el presente trabajo, con base a la revisión de imágenes satelitales y ortofotos recientes, así como recorridos de campo y muestreos, se realizó la delimitación de los usos del suelo a nivel área de CUSTF, logrando un mayor detalle sobre la cobertura actual del suelo y la estructura de las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto.

Este factor es uno de los más importantes en la estimación de la perdida de suelos, tomando para cada escenario un valor diferente en base a las condiciones de la cobertura de copa registradas durante los trabajos de campo y a los valores asignados a dicho factor conforme a las siguientes tablas.

Para el escenario actual, el Valor de "C", se tomó de la primer tabla para terrenos no perturbados de acuerdo a CONAFOR-SEMARNAT 2010; mientras que para el escenario con el proyecto y sin

medidas de mitigación, el valor de "C" se obtuvo de la segunda tabla en la cual se muestra un resultado de la combinación de sus factores derivados del tipo, altura y densidad de la cubierta vegetal; tipo y densidad de la cobertura en la superficie del suelo y los efectos residuales de la presencia por un tiempo grande de una cobertura en el terreno (Sandoval Figueroa B. 1991).

Factor C para terrenos forestales no perturbados

| % de Cobertura aérea por árboles y arbustos | % de cobertura por mantillo de mas de 5 cm de espesor | Valor del Factor C |
|---|---|---|
| 100-75 | 100-90 | 0.0001-0.001 |
| 85-75 | 85-75 | 0.002-0.004 |
| 40-20 | 70-40 | 0.003-0.009 |

*Tabla IV.9. Valores para el Factor "C" (Gerencia de Suelos CONAFOR-SEMARNAT 2010)*

| Cobertura aérea Tipo y altura | Porcentaje de cobertura | Cobertura en contacto con la superficie del suelo Porcentaje de cobertura | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tipo * | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95 |
| Cobertura no apreciable | | P | 0.45 | 0.20 | 0.10 | 0.042 | 0.013 | 0.003 |
| | | M | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.091 | 0.043 | 0.011 |
| Malezas altas o arbustos con altura promedio de caída de gotas de 50 cm | 25 | P | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.038 | 0.013 | 0 .003 |
| | | M | 0.36 | 0.20 | 0.13 | 0.083 | 0.041 | 0 .011 |
| | 50 | P | 0.26 | 0.13 | 0.07 | 0.035 | 0.012 | 0.003 |
| | | M | 0.26 | 0.16 | 0.11 | 0.076 | 0.039 | 0.011 |
| | 75 | P | 0.17 | 0.10 | 0.06 | 0.032 | 0.011 | 0.003 |
| | | M | 0.17 | 0.12 | 0.09 | 0.068 | 0.038 | 0.011 |
| Arbustos numerosos con alturas promedio de caída de gotas de 2 m | 25 | P | 0.40 | 0.18 | 0.09 | 0.040 | 0.013 | 0.003 |
| | | M | 0.40 | 0.22 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | P | 0.34 | 0.16 | 0.08 | 0.038 | 0.012 | 0.003 |
| | | M | 0.34 | 0.19 | 0.13 | 0.082 | 0.041 | 0.011 |
| | 75 | P | 0.28 | 0.14 | 0.08 | 0.036 | 0.012 | 0 .003 |
| | | M | 0.28 | 0.17 | 0.12 | 0.078 | 0.040 | 0 .011 |
| Arboles sin arbustos. Promedio de caída de gotas de 4 m | 25 | P | 0.42 | 0.19 | 0.10 | 0.041 | 0.013 | 0.003 |
| | | M | 0.42 | 0.23 | 0.14 | 0.089 | 0.042 | 0.011 |
| | 50 | P | 0.39 | 0.18 | 0.09 | 0.040 | 0.013 | 0.003 |
| | | M | 0.39 | 0.21 | 0.14 | 0.087 | 0.042 | 0.011 |
| | 75 | P | 0.36 | 0.17 | 0.09 | 0.039 | 0.012 | 0.003 |
| | | M | 0.36 | 0.20 | 0.13 | 0.084 | 0.041 | 0.011 |

* P: Pastos, M: Malezas.

*Tabla IV.85. Factor de cobertura vegetal (C) para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso*

**Factor Prácticas de Conservación (P)**

Se ha considerado como una variable independiente y por lo tanto no incluida en el Factor C; por lo tanto el Factor de las prácticas de control de erosión (P), es la proporción de pérdida de suelo cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo cuando se cultiva en las laderas (Montenegro y Malagón, 1990).

El Factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de una superficie con prácticas de conservación y una superficie desnuda y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor del Factor P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores del Factor P que se utilizan para diferentes prácticas y obras se presentan en la siguiente tabla.

| Práctica | Valor de P |
|---|---|
| Surcado al contorno | 0.75-0.90 |
| Surcos rectos | 0.80-0.95 |
| Franjas al contorno* | 0.60-0.80 |
| Terrazas (2-7 % de pendiente) | 0.50 |
| Terrazas (7-13 % de pendiente) | 0.60 |
| Terrazas (mayor de 13 %) | 0.80 |
| Terrazas de Banco | 0.10 |
| Terrazas de Banco en contrapendiente | 0.05 |

*Tabla IV.10. Valores para el factor de P*

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

Dado que no existe información disponible sobre las prácticas actuales de manejo de los suelos, el valor del Factor P fue considerado como 1, dando como resultado estimaciones de las condiciones de la erosión de suelo extremas.

## ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL (E) EN EL ÁREA SUJETA A CUSTF.

Entendiendo como la máxima pérdida de suelo que puede ocurrir cuando éste se encuentra sin cobertura (suelo desnudo permanentemente), sin ninguna práctica de conservación y ha sido arado en el sentido de la pendiente, fue determinada usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), siguiendo los criterios descritos por Páez (1994). El riesgo de erosión hídrica potencial depende sólo de los factores físicos de la tierra: clima, topografía y suelo. Se expresa de la siguiente manera:

$$Emax = R*K*LS$$

Las pérdidas de suelo por erosión se obtuvieron mediante el producto de los tres factores: factor Erosividad (R), Factor Erodabilidad (K) y Factor de Longitud y Gradiente de la pendiente (LS), descrita anteriormente. Con esta información y mediante el análisis multiplicativo se obtiene la estimación de la erosión potencial en el área sujeta a CUSTF, ver siguiente tabla.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Erosión Potencial (E) ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 767.37 | 20,002.12 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | **767.37** | **20,002.12** |

*Tabla IV.11. Estimación de Erosión Potencial (R*K*LS) en el área de CUSTF*

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tuvieran prácticas de conservación de suelo y de agua, se registra una pérdida de suelo de **20,002.12 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **2,000.21** mm;, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

### Escenario A: SIN PROYECTO

### Estimación de la erosión actual (a) en el área sujeta a CUSTF

La erosión estimada bajo uso actual (Aua) es la cantidad de suelo estimada que se pierde por erosión, bajo el uso actual de la tierra, es decir, con la(s) cobertura(s) y práctica(s) que actualmente existen.

$$Aua = R.K.LS.Cua.Pua$$

Dónde:

Cua = Factores de cobertura actual.

Pua = Factores de práctica actual.

Para estimar la erosión actual en el área de CUSTF es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, de tal forma que si a la ecuación le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la EUPS.

Considerando la cobertura vegetal presente en el proyecto y las condiciones de la cobertura de copa registradas durante el muestreo, se asignaron los valores de ***C*** que se muestran en la tabla IV.82; asimismo, el valor asignado a P fue de 1, ya que no se observan obras mecánicas de conservación de suelos en el área de CUSTF.

La estimación de la tasa de erosión actual del suelo se realizó para el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los resultados obtenidos se desglosan en la tabla siguiente.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Factor C | Factor P | Erosión Actual E ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 0.007 | 1.00 | 5.37 | 140.01 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **5.37** | **140.01** |

*Tabla IV.12. Estimación de Erosión de Actual (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF*

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **140.01 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de **14.00 mm**, si consideramos que **1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.**

**Tasa de erosión en el área sujeta a CUSTF**

Los valores de los factores empleados en la ecuación EUPS, se obtuvieron de forma particular para la cobertura de copa identificada en la zona del proyecto, de tal forma que en el área solicitada para **CUSTF,** se tiene que actualmente en el **100%** de la superficie se presenta una tasa de erosión

clasificada como ***LIGERA*** de acuerdo a la clasificación de FAO, PNUMA y UNESCO (1981), ver siguiente tabla.

| Grados | Perdida de suelo Ton-Ha-Año |
|---|---|
| Nula | 0 |
| Ligera | 0-10 |
| Moderada | 10-50 |
| Severa | 50-200 |
| Muy Severa | Mas de 200 |

Fuente: INEGI (1988), op. Cit.

*Tabla IV.13. Clasificación de la FAO sobre grados de erosión*

Estos resultados reflejan cierta estabilidad del terreno, lo cual confirma como la cobertura vegetal, actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo, manteniendo el equilibrio entre los procesos erosivos naturales y la edafogenésis del suelo.

**Escenario B: CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

**Estimación de la Erosión en el área sujeta a CUSTF sin la consideración de medidas de mitigación**

El escenario B que considera el desarrollo del proyecto, incluye el derribo de vegetación y despalme en las áreas destinadas para la instalación del proyecto. Es importante mencionar que las condiciones climáticas que se presenten en el área de CUSTF serán similares, ya que se modificaran únicamente las condiciones de las coberturas de vegetación.

La estimación de la tasa de erosión **CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN** del suelo se realizó para el área de CUSTF, los resultados obtenidos se desglosan en la siguiente tabla.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Factor C | Factor P | Erosión Con proyecto (E) ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 0.060 | 1.00 | 46.04 | 1,200.13 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **46.04** | **1,200.13** |

*Tabla IV.14. Estimación de Erosión con el Proyecto y sin medidas de mitigación Ecuación Aua= (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF*

La erosión **CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN** nos indica una pérdida de **suelo de 1 200.13 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **120.01 mm**; si consideramos que **1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.**

## Medidas de mitigación a utilizar

Con el fin de conservar el suelo en la superficie sujeta a CUSTF, se proponen realizar obras mecánicas a través de **Barreras de material vegetal muerto en curvas a nivel**, medidas que se detallan en el capítulo VII del presente estudio, ver tabla siguiente.

| Proyecto | Superficie (ha) | EROSIÓN ACTUAL A*SUPERFICIE ton/año | EROSIÓN ACTUAL CONSIDERANDO EL CUSTF A*SUPERFICIE ton/año | Cantidad de Suelo a retener ton/año | Cantidad de Suelo a Retener/Obra (ton) | Longitud de cada Obra (m) | Número de Obras a utilizar | Cantidad de Suelo que retienen las obras (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ecoterra Paraíso** | 26.0658 | 140.01 | 1,200.13 | 1,060.11 | 57.51 | 100 | 18 | 1060.11 |
| Total | **26.0658** | **140.01** | **1,200.13** | **1,060.11** | **57.51** | | **18** | **1,060.11** |

*Tabla IV.15. Erosión del proyecto*

## DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS

Con el objetivo de prevenir el incremento de la pérdida de suelo como consecuencia de la ejecución del CUSTF en el área del proyecto, se prevé la instalación de la obra de conservación denominada**. (Barrera o cordón de material vegetal muerto en curvas a nivel**)

Esta obra, consiste en formar cordones de material vegetal muerto resultante de la remoción de la vegetación siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocan barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y cantidad de

escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los sedimentos provenientes de aguas arriba como parte del proceso erosivo.

El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural del estrato herbáceo (CONAFOR, 2012).

Por otra parte, también hay que considerar la distancia de arrime del material al cordón, en la práctica, se observa que un espaciamiento de 10 metros entre cordones consecutivos es muy adecuado, ya que el material para su construcción sólo se arrastra 5 metros de arriba y abajo del cordón y eso facilita su construcción, pero pueden espaciarse a mayor distancia como se puede observar en la siguiente figura.

*Figura IV.130. Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel*

Para fines de este proyecto se realizarán un total de 18 barreras con una longitud de 100 m, y 30 cm de alto, conforme a la distribución señalada en la tabla anterior.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Pendiente (%) | Obra 0.30 m de altura | Largo de la obra (m) | Longitud de la Pendiente | A=b*h/2 | Volumen m3 | SR=V*Pv (Vm3*1.2 Ton/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 12.52 | 0.30 | 100 | 2.3963 | 0.3595 | 35.945 | 57.512 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **35.945** | **57.512** |

*Tabla IV.16. Barrera de material vegetal muerto en curvas a nivel.*

Como conclusión final, se tiene puede mencionar que la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de **905.30 toneladas,** ya que, de acuerdo con los cálculos efectuados, se requiere retener

o conservar la misma cantidad de **905.30 toneladas** de suelo para evitar aumentar la cantidad actual de suelo perdido por el proceso de erosión, ver siguiente tabla.

| Proyecto | Superficie (ha) | EROSIÓN ACTUAL A*SUPERFICIE ton/año | EROSIÓN ACTUAL CONSIDERANDO EL CUSTF A*SUPERFICIE ton/año | Cantidad de Suelo a retener ton/año | Número de Obras a utilizar | Cantidad de Suelo que retienen las obras (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ecoterra Paraíso** | 26.0658 | 140.01 | 1,200.13 | 1,060.11 | 18 | 1060.11 |
| Total | **26.0658** | **140.01** | **1,200.13** | **1,060.11** | **18** | **1,060.11** |

*Tabla IV.17. Obras para el suelo retenido.*

### IV.3.11. Componentes naturales

El concepto de componentes naturales refiere a la geomorfología, relieve, clima, flora, fauna, suelo y paisaje.

Por la naturaleza y magnitud del proyecto, los componentes que sufrirán alteración durante el proceso constructivo, operacional y de mantenimiento, es el paisaje con la inclusión de la infraestructura en general.

Los demás solo serán de manera temporal (proceso constructivo) como lo es la vegetación, por la eliminación de la misma; la fauna por la fragmentación de las comunidades vegetales y el tránsito constante de los trabajadores durante el proceso constructivo; y en mínima el suelo por el despalme.

Como medida de mitigación a los impactos descritos se implementará:

- El *Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre*
- Se mantendrá una cubierta vegetal en las áreas de conservación y en áreas de escurrimientos
- Se impartirán talleres de concienciación al personal de campo sobre la importancia ecológica de estas especies como controladoras de plagas en los ecosistemas y su deber y obligación de protegerlas.

- Se establecerá un Reglamento Interno tendiente a evitar cualquier afectación a individuos de estas especies por parte del personal (caza, saqueo y/o comercialización).
- En los caminos de acceso a la obra, se colocarán señalamientos para transitar a baja velocidad, y así evitar atropellar a los organismos de lento desplazamiento.
- *Programa de Conservación de Fauna Silvestre.*
- Programa de conservación de suelos y agua

### IV.3.12. Conclusión

Por todo lo antes expuesto, se puede finalmente concluir que no se pone en riesgo ninguno de los servicios ambientales identificados, ya que los impactos ambientales identificados y evaluados no son significativos y cuando existe la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se proponen, ayudarán a reducir en gran medida los impactos que se pudieran ocasionar por el desarrollo del proyecto.

De dichas medidas es importante mencionar la compensación que la CONAFOR llevará a cabo en la Región, con recursos aportados por la Promovente al Fondo Forestal Mexicano, conforme al artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

## IV.4. Diagnóstico ambiental

El presente diagnóstico ambiental a través de un análisis, recoge los datos y hechos que fueron ordenados sistemáticamente en la caracterización ambiental del área de estudio donde se pretende implementar el proyecto ***Ecoterra Paraíso 33 ha***. Lo anterior, con el propósito de identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación, la calidad de vida que pueda presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

**a) Integración e interpretación del inventario ambiental**

El proyecto se ubica en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco; al sur del poblado denominado "El Colorado" y la carretera Estatal 544 "Las Palmas-Puerto Vallarta"; específicamente se localiza en las parcelas 183, 197 y 694 correspondientes a la Constructora Inmobiliaria Los Patos S.A

de C.V; en la región hidrológica "Ameca", dentro de la cuenca "Río Ameca" y en la provincia fisiográfica "Sierra Madre del Sur", Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima.

***- Características físicas***

Como se ha señalado, el área de estudio donde se pretende construir el proyecto **Ecoterra Paraíso 33 ha**, se delimito el sistema ambiental a través del parteaguas, identificando en un primer momento la red de drenaje principal, para posteriormente cortar perpendicularmente las curvas de nivel pasando por los puntos de mayor nivel topográfico, auxiliados con el modelo de relieve y la imagen satelital; esta última fue obtenida del programa gratuito *SAS Planet* diseñado para descargar imágenes de satélite de alta resolución. Observándose que el proyecto se encuentra sobre una zona de lomeríos someros cuya tendencia de gradiente se presenta de este a noroeste en la gran parte del polígono. Por otro lado, la altura máxima es de 64 m.s.n.m. y la mínima de 26.5 m.s.n.m, en el Modelo Digital de Pendientes, realizado a partir de las curvas de nivel a cada 0.5 metros del levantamiento topográfico, se puede mencionar que un tercio del área de estudio se ubica sobre pendientes que van del 10% al 25%, es decir que, corresponden a porciones de tierra caracterizados por lomeríos someros y tiene una buena aptitud para el asentamiento humano.

Aquellas pendientes mayores a 35% se distribuyen en las zonas escarpadas en las que la escorrentía de la precipitación se encausa para después desaparecer a lo largo de su trayectoria, este tipo de unidades corresponden al 27.72% del terreno, cabe resaltar que parte de estos lugares se pretende designar como zonas de conservación.

**- Clima**

El proyecto se ubica en el tipo de clima *Aw1*. Este se define como cálido subhúmedo, con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm anuales, se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor a 24°C, alcanzando hasta los 32°C en el mes más caliente y 18°C en el más frío. En la región se presentan dos estaciones bien diferenciadas, (1) la época húmeda que comprende los meses de mayo a octubre y (2) la época de secas que es de noviembre a abril. En la primera, la distribución de la precipitación es similar a la precipitación total anual, en donde se llegan a presentar en una máxima lluvias que oscilan entre 370 mm y 480 mm en agosto y septiembre. Por su parte, en la época de secas la mayor parte de la zona presenta valores menores a los 100 mm.

De manera general la dinámica que tienen los vientos en el área de estudio proviene del noroeste entre enero y agosto, mientras que de septiembre a diciembre se originan del oeste, con una velocidad promedio de 8km/hr.

Con respecto a los huracanes, en el área de estudio cuando un huracán de categoría superior a II cruza la Bahía, las repercusiones del mismo suelen ser en forma de inundaciones lentas. Es decir que, al cruzar la trayectoria de un ciclón tropical por la zona, este sólo se percibe como un cambio progresivo en el nivel del tirante de agua que circula por los cauces del lugar, de acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2017), el área de estudio se sitúa en un grado de peligro bajo por ocurrencia de ciclones tropicales. A pesar de esto, se considera que los meses en los que existe mayor peligro de que un huracán impacte a la zona son durante agosto y septiembre.

**- Geología y Geomorfología**

El sistema ambiental, que es el entorno del área de estudio del proyecto, está inmerso en las características estructurales, litológicas y geomorfológicos evidenciadas por los diferentes eventos geológicos que determinaron a través del tiempo el paisaje; en general el SA se caracteriza por una potente secuencia de rocas de diversas composiciones configuran extensa serranía con fallamiento normal que van del este al suroeste, con un gran piso de valle al oeste y un reducido sistema de lomas someras que caracterizan el encuentro de la serranía con el valle.
Por otro lado, la "llanura costera con deltas" representa una unidad con muy buena aptitud para soportar el desarrollo de actividades recreativas, de edificación, equipamiento institucional, agrícola y huertos

**- Geología**

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales geológicos, el Sistema Ambiental se emplaza sobre la unidad litológica denominada arenisca – conglomerado (ar-cg), perteneciente a las rocas sedimentarias; esta unidad ocupa el 69.72% de todo el SA, mientras que, el porcentaje restante, 30.28% (416.4292 ha) corresponde al suelo de tipo aluvial (al).

La composición de la roca sedimentaria, arenisca – conglomerado (ar-cg) se forma a partir de prolongados procesos de denudación relativos a la sierra. Son rocas formadas por detritos: arrastres y

depósitos de arenas gruesas cuársicas y limos gruesos, así como gravas, cantos rodados y guijarros que se compactaron solo por acción mecánica a muy baja presión.

La capa más superficial de la roca amalgamada es propensa a erosión por arrastre mecánico hidráulico (formación de cárcavas) y porque es fácilmente excabable, lo que la hace más apta para el tendido de infraestructura. Cabe destacar que las cañadas ubicadas entre los lomeríos son hendiduras erosivas que manifiestan bien la baja dureza de los detritos. En esta unidad, los detritos que se erosionan transitan progresivamente hacia el valle a través de los derroteros del complejo de cañada, esta unidad no representa desventajas para la urbanización.

Por su parte, el piso de valle es el depósito final de detritos evacuados desde las lomas a través del sistema hidráulico local en formato de complejo de aluvión (al). Es material no consolidado depositado en todo el valle, es más blando cuanto más cercano se ha almacenado a la discreta configuración piedemonte y que se va movilizando lentamente hacia las ubicaciones centrales del valle que coinciden con los principales cauces hidráulicos, por lo que es un suelo propenso a la erosión por arrastre hidráulico laminar. La importancia de esta unidad geológica es diversa puesto que está vinculada a la alimentación del acuífero del valle, al sostenimiento de actividades agrícolas y a la obtención de materiales pétreos para edificación

**- Suelos**

La complejidad fisiográfica de la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, a la que pertenece el proyecto, determina el desarrollo de un complicado y diverso mosaico edáfico. En la unidad fisiográfica tipo Lomeríos la asociación de suelos es mayor: Cambisoles (B), Feozems (H), Regosoles (R) y eventualmente Fluvisoles (J); destacando las configuraciones de Cambisol crómico (Bc), Cambisol Eútrico (Be) y Feozem háplico (Hh) coligado a Regosol Eútrico (Re).

Para la edafología del área del proyecto, las unidades de suelo identificadas fueron tres: Cambisol Éutrico (Be), con el porcentaje de ocupación más bajo de 9.04% (2.9177 ha); Feozem Háplico + Fluvisol Éutrico (Hh+Je), comprendiendo el 17.65% (5.7002 ha) de la superficie del proyecto y; Feozem Háplico + Regosol Éutrico (Hh+Re), abarcando el 73.31% (23.6693 ha) del proyecto.

De acuerdo con la mecánica de suelos realizado para el proyecto Ecoterra, derivado de las pruebas de laboratorio ejecutadas y por la inspección visual llevada a cabo durante la ejecución de los sondeos, se dice que en general el subsuelo está integrado por arena limosa y limos arenosos de baja a mediana, de mediana a alta plasticidad y resistencia en estado seco; de color café obscuro, café claro grisáceo y café rojizo. Con estado de compacidad relativa floja, media y densa; humedad natural cercana y superior a la óptima, esto debido a la presencia de escurrimientos o incremento ele humedad en el material a la profundidad de -1.20 m, sin formación de espejo de agua.

**- Hidrología**

El área de estudio forma parte de la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma- Santiago-Pacífico; Región Hidrológica RH-14 Ameca; la cuenca de aporte directo es la 14C denominada Río Ameca – Ixtapa; a su vez, dentro de la RH 14C se ubica la subcuenca 14Cc R. Ameca – Ixtapa, siendo esta la de interés para el análisis.

En lo particular, para la hidrología superficial del Sistema Ambiental, con base en el conjunto de datos vectoriales de las cartas topográficas F13C59e y F13C69b, escala 1:50,000 del INEGI (2016), se tienen registradas 35 corrientes de agua, todas de carácter intermitente; dos de ellas se identifican con el nombre "Los Menores" y "Vena del Higueral", ambas ubicadas en el límite oeste del SA, estas son alimentadas por las aportaciones de un canal sin revestimiento con el mismo nombre que uno de los arroyos, "Los Menores". En cuanto a cuerpos de agua, se reconocen 8, al igual que las corrientes de agua, son todos intermitentes y dos de ellos funcionan como vasos de bordos; en cuanto a superficie ninguna de ellos rebasa los 700 $m^2$. Además, en la zona de lomeríos, en donde las alturas son mayores (cerca de la localidad colinas campestres), se tiene el registro de un estanque.

Respecto a la hidrología superficial del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, con base en el conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica F13C59e, escala 1:50,000 del INEGI (2016), se tienen registradas 3 corrientes de agua con una condición intermitente; todas ellas se distinguen por perder su traza al llegar a las zonas del valle o planicies. Dentro del área del proyecto no se registran otros rasgos hidrológicos que pudieran ser de importancia para el desarrollo.

***- Características bióticas***

El Sistema Ambiental, debido a la condición fisiográfica donde se localiza, se propicia que se desarrolle un contraste paisajístico y por tanto variedad y diversidad de tipos de vegetación y, especies de flora y fauna. Para cuantificar las especies de flora y fauna que se localizan en el área de estudio, primero se definió el Sistema Ambiental, en donde se establecieron sitios de muestro mediante parcelas circulares para la flora y sitios representativos para el inventario de fauna. También se consultaron fuentes como Rzedowski (1978), McVaugh y Rzedowski (1966), INEGI, (2014), páginas Web del Gobierno del Estado de Jalisco y los documentos sobre los Ordenamientos Ecológicos y demás instrumentos ecológicos normados para el estado.

- Vegetación

La diversidad florística de México y la región del proyecto se debe en gran medida a la convergencia de la Sierra Madre Occidental, la planicie costera y el Eje Neovolcánico. Este último, juega un papel muy importante como corredor biológico entre la vertiente del Pacífico y la vertiente del Golfo, por lo cual, las afinidades florísticas entre ambas vertientes se ven altamente favorecidas.

La complejidad topográfica del área incluye regiones que van de los 17 metros hasta los 168 metros sobre el nivel del mar, por lo cual, la composición florística que presenta el SA se considera de gran importancia. De acuerdo a la conjugación de los factores bióticos y abióticos que dan como resultado esta riqueza de especies y a su vez las formas de agruparse conformando los diferentes tipos de vegetación.

La cubierta vegetal del Sistema Ambiental (**SA**) del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, de acuerdo a la clasificación de INEGI, serie VI 2014, está conformada por solo un tipo de vegetación, correspondiente a vegetación Sabanoide, la cual cubre una superficie de 911.0795 ha.

Sin embargo, durante los recorridos y trabajos de campo, tanto para el sistema ambiental como para el área del proyecto (**AP**) se registró vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia, por ló que la fisonomía, composición y estructura, características ecológicas, grado de conservación y distribución, se realizó para el tipo de vegetación antes mencionado, tanto a nivel sistema ambiental y área del proyecto. En la tabla siguiente se señala la superficie de la vegetación del sistema ambiental, área del proyecto y de CUSTF.

| Tipo de vegetación | Sistema Ambiental (ha) | Área del Proyecto (ha) | CUSTF (ha) |
|---|---|---|---|
| Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 911.0795 | 26.0658 | 23.2031 |
| **Total** | **911.0795** | **26.0658** | **23.2031** |

*Tabla IV.1. Vegetación de tipo de uso de suelo SA.*

La diversidad que se encontró, que conforman y le dan estructura a la vegetación al sistema ambiental y área del proyecto para cada estrato es la que se presenta en las siguientes tablas:

| Estrato | Riqueza de familias | Riqueza de especies | Abundancia (N° de individuos) | Índice Shannon-Wiener |
|---|---|---|---|---|
| Arbóreo | 20 | 31 | 798,106 | 2.42 |
| Arbustivo | 11 | 12 | 1,075,074 | 1.96 |
| Herbáceo | 6 | 7 | 11,783,295 | 1.57 |

*Tabla IV.2. Diversidad vegetal del SA.*

| Estrato | Riqueza de familias | Riqueza de especies | Abundancia (N° de individuos) | Índice Shannon-Wiener |
|---|---|---|---|---|
| Arbóreo | 13 | 24 | 9,931 | 2.37 |
| Arbustivo | 17 | 27 | 46,406 | 2.86 |
| Herbáceo | 7 | 11 | 179,437 | 1.96 |

*Tabla IV.3. Diversidad vegetal del área del proyecto.*

## Conclusión

Como puede observarse en la primer tabla, los tres estratos que conforman la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el sistema ambiental, presentan una diversidad moderada según el Índice de Shannon-Wiener, pero destacando más el estrato arbóreo con 2.42. Esta diversidad, sin duda, se debe a que existe, disturbio en el área y esto es un indicio para propiciar el establecimiento de especies secundarías en particular especies de la familia Fabaceae, entre otras.

Por otro lado en la segunda tabla se aprecia claramente que los tres estratos que conforman la vegetación en el área del proyecto, presentan una diversidad de media a alta según el Índice de Shannon-Wiener, pero destacando más los estratos arbóreo y arbustivo con 2.37 y 2.86, respectivamente, esta diversidad en ambos estratos, sin duda, se debe a que existe, disturbio en el área y esto es un indicio para propiciar el establecimiento de especies secundarías en los estratos arbustivo y herbáceo.

- Fauna

La fauna se distribuye con relación a los tipos de hábitat que existen relacionados con la vegetación y la flora y de acuerdo a las condiciones físicas. La caracterización que se realiza se basa principalmente en los sitios muestreados para cada uno de los grupos faunísticos dentro del área de estudio y de las fuentes bibliográficas que se han hecho para la región.

Aves. Durante los días de muestreo en el SA, se registraron 39 especies de aves, de las cuales solo 1 de ellas se encuentra en status, de acuerdo con la NOM- 059- SEMARNAT-2010, y que corresponden a *Eupsittula canicularis*, en categoría de protección especial.

Mamíferos. La mastofauna potencialmente, está compuesta por 146 especies de mamíferos, 1 en protección especial, 8 amenazadas y 3 en peligro de extinción. Sin embargo, para constatar su presencia, en el muestreo realizado en el SA se registraron 12 especies de mamíferos), de las cuales ninguna se encuentra en categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Anfibios y reptiles. En el SA, durante los muestreos de campo, se registraron 8 especies de reptiles, comprendidas en 2 órdenes y 7 familias; de las cuales 1 especie se encuentra en la categoría de protección especial y seis amenazada, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT 2010; con respecto a los Anfibios, en el SA, durante los muestreos de campo, se registraron sólo 3 especies integradas en dos familias; de las cuales *Lithobates forreri* se encuentra bajo Protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010.

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna silvestre realizado entre los meses de abril a junio; en el área de estudio ocurren 39 especies de aves, 12 de mamíferos, 3 de anfibios y 8 de reptiles, lo que da un total de 62 especies de fauna silvestre registradas en el sistema ambiental y área del proyecto.

***- Características socioeconómicas***

La información social y económica de la región del área de estudio del proyecto, se define a nivel estatal y por municipio.

**- Estado de Jalisco**

La población total de Jalisco es de 8, 348,151 personas de las cuales el 50.9% son mujeres y el 49.1% hombres, según el censo y conteo de la población y vivienda de CONAPO, (2010).

La tasa de crecimiento de la población para esta Entidad es de 0.98% anual, determinado por una tasa anual de crecimiento natural del 1.09%, resultado de los nacimientos y defunciones; así como de una tasa de crecimiento social anual de -0.12% producto de la migración interestatal e internacional.
Conforme el censo de población y vivienda de INEGI (2020), en el año 2020, el 78.8% de las viviendas en el estado se encontraban habitadas, el 15.2% deshabitadas y el 6.0% eran de uso temporal.

De acuerdo con la ficha informativa del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, elaborada en 2020, en Jalisco el grado promedio de escolaridad de la población mayores de 15 años es de 9.9 años escolares, lo que equivale a casi el primer año de bachillerato. A nivel nacional, la población mayor a 15 años tiene 9.7 de escolaridad en promedio.

El Producto Interno Bruto (PIB) de Jalisco en 2016 representó el 6.9% con respecto al total nacional. El PIB en Jalisco está representado por el 5.7 % en actividades primarias, 32% actividades secundarias y 62.4% en actividades terciarias. Entre las principales actividades se encuentran: otros servicios (32%), transporte y comercio (19.93%), industria manufacturera (16.32%), actividades agropecuarias (12.52%), construcción (8.01%), transportes y comunicaciones (5.13%), gobierno y organismos internacionales (4.77%), industria extractiva y electricidad (0.69%) y el último 0.54% no se encuentra especificado.

En Jalisco, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2015 fueron IMSS (Seguro social) 2.9 millones, Centro de Salud y Hospital de la SSA, Seguro Popular 2.48 millones y Consultorio, clínica y hospital privado 1,22 millones. Según CONAPO (2013), las principales causas de mortalidad general, para el estado de Jalisco se encuentran las enfermedades isquémicas del corazón con el 13.75%,

diabetes mellitus con 13.60%, enfermedades pulmonares con el 5.04% en cuarto lugar las infecciones respiratorias agudas con 4.62% y en quinto lugar las enfermedades cerebrovasculares con 4.62%.
Entre 2015 y 2020, salieron de Jalisco 162,721 personas para radicar en otra entidad. De cada 100 personas 123 se fueron a vivir a Nayarit, 7 a Colima, 7 a Michoacán de Ocampo, 7 Baja California y 6 a Aguascalientes.

Entre 2015 y 2020, llegaron a vivir 198,654 personas a Jalisco, procedentes del resto de las entidades del país. De cada 100 personas: 9 provienen de Michoacán de Ocampo, 8 de Ciudad de México, 8 del Estado de México, 7 de Nayarit y 7 de Guerrero.

En Jalisco 2020, salieron 60,587 personas para vivir en otro país, 79 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. A nivel nacional se registraron 802,807, de ellos 77 de cada 199 se fueron a Estados Unidos de América.

En Jalisco, según el censo 2020 de INEGI, la mayoría de la población se define como católica con el 89.2%, el 4.7% de la población se considera protestante y únicamente el 4.6% de la población de la entidad no se identifica con alguna religión.

En lo que respecta a lenguas autóctonas, en Jalisco se registran 66,963 persones mayores de tres años que hablan alguna lengua indígena. Las lenguas indígenas más habladas son el Huichol, Náhuatl y Purépecha, respectivamente. Cabe señalar que en Jalisco 139,676 personas se auto reconocen afro mexicano o afreodescendiente, entre ellos el 50.3% se compone por hombres y 49.7% de mujeres.

**- Municipio de Puerto Vallarta**

El municipio de Puerto Vallarta pertenece a la Región Costa-Sierra Occidental, su población en 2020, que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) es de 295 mil 839 personas, 50.3% hombres y 49.7% mujeres. La población municipal del municipio aumentó 7.8% en cinco años. El índice de fecundidad para el Municipio de Puerto Vallarta es de 1.91 hijos.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal del 2015, Puerto Vallarta contaba con un total de 79,622 viviendas particulares habitadas, representando un total de 3.9% del total del Estado de Jalisco. El 95% de las viviendas de Puerto Vallarta se encuentran en la cabecera municipal, mientras que el resto

se distribuye en 4 localidades principalmente. Existe un promedio de ocupantes por vivienda de 3.5 y un promedio de ocupantes por cuarto de 1.1.

En el municipio de Puerto Vallarta, el grado promedio de escolaridad para la población de 15 o más años en el 2010, es de 9.4, superando el 8.8 para Jalisco.

La población analfabeta en el municipio de Puerto Vallarta se compone del 2.6%. Mientras que para la población que sí cuenta con escolaridad se calcula que el 88.13% de población (60,437) de la localidad, entre los 3 y los 14 años asistía a la escuela, así como el 77.22% de la población (15,028) entre los 15 a los 17 años, el 23.23% de la población (59,950) entre los 18 a 29 y por último el 1.83% (126,633) de los 30 años a más.

Los tres subsectores de valor agregado censal bruto fueron los servicios de alojamiento temporal: comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales y comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco. Que generaron en conjunto el 29.3% del total del valor agregado en el 2014.

Puerto Vallarta cuenta con un grado de marginación muy bajo y la mayoría de sus carencias están por debajo del promedio estatal; según la SEDESOL en 2010, las personas que no contaban con las condiciones de vivienda adecuadas era el 3.1%, es decir para 7,333 personas, se destaca también, que la población de 15 años o más sin primaria completa asciende al 10.6% y, el 24.6% de la población gana a lo mucho, dos salarios mínimos. En cuanto a la educación, el rezago educativo afectó a 15.1% de la población, es decir a 35,584 personas. El 28.2% equivalente a 66,383 personas no contaron con servicios de salud y la carencia de seguridad social afectó al 40.9% de la población del municipio, lo que equivale a 117,539 personas.

De acuerdo con el censo 2020, de Población y Vivienda de INEGI, se calculó que 200,681 personas nacieron en el municipio de Puerto Vallarta, mientras que 84925, nacieron en otras entidades.
Puerto Vallarta que desde mediados del siglo XX., se caracteriza por su bahía y el turismo hotelero, la construcción de la infraestructura turística y el fortalecimiento de la economía de servicios generaron empleos y atrajeron una gran cantidad de turistas.

Uno de los retos en el desarrollo globalizado de Puerto Vallarta es la dependencia a la economía turística, ya que impera en la preocupación por la "imagen de la ciudad" postergando problemas sociales que quedan subordinados a las metas económicas.

Las personas católicas en el municipio de Puerto Vallarta son representadas por el 76.27% de la población, mientras que el 13.39% se consideró sin religión, 9.89% son protestantes y únicamente el 0.20% se consideró de otra religión (INEGI, 2020).

En el Área Metropolitana de Puerto Vallarta, según IIEG (2020), reportan 4,844 personas de 3 o más años que hablan alguna lengua indígena, en comparación con 2010, el número de lengua indígena se incrementó un 43.7%, es decir, 1,427 personas más.

***b) Problemática ambiental***

El Sistema Ambiental donde se pretende realizar el proyecto presenta condiciones ecológicamente aceptables en cuanto a su producción, éstas se encuentran en conflicto constante por las presiones para proporcionar bienes y servicios (alimentos y recreación, fundamentalmente). La extensión de los sistemas agropecuarios y el crecimiento de terrenos de cultivo y granjas, pone de manifiesto la importancia de la región para la satisfacción de las necesidades humanas en aumento.

El resultado por aprovechar la riqueza regional, convirtiendo la vegetación natural en zonas de cultivo, zonas urbanas y de acuicultura, es una fragmentación del sistema y un aislamiento de elementos territoriales valiosos como son las selvas medianas subcaducifolias remanentes.

Es claro que existen hábitats de valor intrínseco importante o por la provisión de servicios ambientales, así como sistemas productivos que deben ser resguardados para asegurar la cobertura de bienes y servicios para una población creciente y que el balance entre los dos es un asunto complejo y de vital importancia. Se reconocen distintas presiones a nivel local, regional y global sobre el SA; desde cambios de uso de suelo, patrones de drenaje, contaminación puntual y difusa, hasta los efectos del cambio climático global que modificarán temperaturas, precipitaciones y niveles del océano.

El sistema hidrológico sobre el funcionamiento de los diversos ecosistemas y sistemas de producción agropecuaria es fundamental. De acurdo a las consultas y trabajo de campo es claro que las corrientes

intermitentes y perenes tienen importancia definitiva en el traslado de materia, energía, seres vivos y germoplasma; sin embargo, a través del tiempo su aprovechamiento consuntivo y modificaciones al paisaje, drenaje y flujo dentro de los cuerpos de agua han producido inestabilidad y cambios significativos.

La contaminación de la tierra y del subsuelo a causa de los líquidos lixiviados y la contaminación del aire debido a los humos provenientes de la quema de cultivos y los vientos dominantes es una problemática para las poblaciones adyacentes, es conveniente la colocación de barreras de árboles y la implementación de un adecuado relleno sanitario.

***c) Tendencias de cambio y deterioro***

A nivel general el SA donde se pretende instalar el proyecto se encuentra influenciado por la conexión de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur, confiriéndolo alta energía al relieve, la cual tiene fuertes pendientes que generan el transporte de agua y sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca, las áreas de influencia del proyecto tienen como función principal la captación y recarga de humedad. Los pocos accesos o la falta de estos a algunos sitios ha permitido por su parte la conservación y biodiversidad en algunas áreas de esta unidad, limitando el desarrollo de actividades productivas y las existentes son para autoconsumo y con mayor tendencia a establecimiento de pastizales para la crianza de ganado bovino y el establecimiento de coamiles para la siembra y cosecha de maíz.

Por lo anterior en este sistema, los servicios ambientales que brinda es la disponibilidad de agua de forma estacional. El caudal que se captura en esta zona principalmente es de forma superficial y en menor medida de forma subterránea, es de relevancia para el abastecimiento de este recurso para las poblaciones presentes.

El grado de conservación en este sistema permite que haya una conectividad forestal, la cual se refleja en la riqueza de su biodiversidad.

La baja densidad poblacional asociada a la poca productividad de los terrenos para fines de mercado hace que las presiones de cambio de usos de suelo sean relevantes y se limitan a cultivos de autoconsumo y a desmontes para la ganadería extensiva, la cual se limita de manera proporcional a la distancia y pendientes.

El cambio climático, como factor externo, podría contribuir a modificar la temperatura y precipitación en la zona, provocando desertificación por la reducción de humedad disponible y el aumento de la temperatura. Esto podría incrementar riesgo de incendios forestales y contribuir al cambio de coberturas vegetales a tipos adaptados a condiciones más secas.

La tendencia en esta zona es la de incremento de población, de vías de comunicación, expansión poblacional sobre todo en las áreas con caminos y carreteras, energía eléctrica. Los recursos naturales seguirán sufriendo fragmentación en algunas áreas para destinarlas a actividades antropogénicas como vivienda, pastizal inducido, industria, etc.

## Fuentes consultadas

ANLA, A. (2018). Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2021). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Ciudad de México.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas. Atlas Nacional de Riesgos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2017). Conjunto de datos vectoriales de grado de peligro por ciclones tropicales hasta 2015. Atlas Nacional de Riesgos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s.f. a). Conjunto de datos vectoriales de categorización del índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal. Atlas Nacional de Riesgos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s.f. b). Conjunto de datos vectoriales del índice de días con heladas por municipio. Atlas Nacional de Riesgos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s.f. c). Conjunto de datos vectoriales de número de días con heladas por municipio. Atlas Nacional de Riesgos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s.f. d). Conjunto de datos vectoriales de regiones potenciales de deslizamiento. Atlas Nacional de Riesgos.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2015). Conjunto de datos vectoriales de regionalización sísmica de México. Atlas Nacional de Riesgos

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2007). Conjunto de datos vectoriales de Regiones Hidrológicas, escala 1:250 000. República Mexicana. México. D.F.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020a). Actualización de la Disponibilidad Media Anual del Agua en el Acuífero de Puerto Vallarta (1427), Estado de Jalisco. Subdirección General Técnica. Gerencia de aguas Subterráneas. México, Ciudad de México.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020b). Conjunto de datos vectoriales de disponibilidad de acuíferos.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020c). Red de Estaciones Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Conjunto de datos vectoriales de grado de peligro por sequía. Atlas Nacional de Riesgos.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2018). Acuerdo por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas naciones superficiales en las cuencas hidrológicas Salado, Cocula, Ahuacatlán, Atenguillo, Ameca Pijinto, Ameca Ixtapa A, Talpa, Mascota y Ameca Ixtapa B, de la Región Hidrológica número 14 Río Ameca. México, Ciudad de México.

García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). Climas (clasificación de Köppen, modificado por García), escala 1:1 000 000. México, D.F.: CONABIO.

H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco. (2012). Plan Parcial de Desarrollo Urbano "Arroyo El Quelitan", Puerto Vallarta, Jalisco. Disponible en http://www.puertovallarta.gob.mx/comunicacion/gaceta/Gaceta%20Municipal%20-%20A3%20-%20No05%20-%20Ordinaria.pdf

Hernández A- & Bravo C. (s.f.). Reseña del Huracán "Kenna" del Océano Pacífico. Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2016a). Conjunto de datos vectoriales de información topográfica F13C59e, escala 1:20 000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2016b). Conjunto de datos vectoriales de información topográfica F13C69b, escala 1:20 000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2012). Guía para la interpretación de cartografía hidrológica: Serie II. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2010). Conjunto de datos vectoriales de la red hidrográfica edición 2.0 Región H. Ameca, escala 1:50 000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos, escala 1:1 000 000 (Continuo Nacional Serie I).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1991a). Conjunto de datos vectoriales de efectos climáticos regionales (mayo-octubre) F13-11, escala 1:250 000 (Continuo Nacional).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1991b). Conjunto de datos vectoriales de efectos climáticos regionales (noviembre-abril) F13-11, escala 1:250 000 (Continuo Nacional).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1981). Conjunto de datos vectoriales de la carta de aguas subterráneas F13-11, escala 1:250 000 (serie I).

Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG). (2017 a). Conjunto de datos vectoriales geológicos, escala 1:50 000. INEGI – CENTENAL 1970's.

Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG). (2018). Conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:50 000. INEGI-CENTENAL 1970's.

Morales Hernández, Julio César, Carrillo González, Fátima Maciel, Cornejo López, Víctor Manuel, Téllez López, Jorge, & Farfán Molina, Luis Manuel. (2013). Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal. *Investigaciones geográficas*, (81), 7-17.

**CONTENIDO**

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 2

V.1. Identificación de los impactos ..... 3

V.2. Caracterización de los impactos ..... 5

V.3. Valoración de los impactos ..... 12

V.4. Evaluación de los impactos ..... 17

V.5. Interpretación de los resultados ..... 30

V.6. Conclusiones ..... 36

*Tabla V.1. Clasificación de indicadores de impacto ..... 5*
*Tabla V.2. Lista de actividades impactantes ..... 11*
*Tabla V.3. Caracterización de los indicadores de impacto ..... 15*
*Tabla V.4. Clasificación del coeficiente de impacto ambiental ..... 16*
*Tabla V.5. Captura de carbono en toneladas por hectárea, en diferentes tipos de vegetación de México ..... 29*
*Tabla V.6. Significancia de los impactos por etapas ..... 32*
*Tabla V.7. Significancia de los impactos por etapa y clase ..... 33*

*Figura V.1. Significancia de los impactos por clase (preparación del sitio) ..... 34*
*Figura V.2. Significancia de los impactos por clase (construcción) ..... 35*
*Figura V.3. Significancia de los impactos por clase (operación) ..... 36*

# V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo tiene como objeto identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que se generarán como resultado de la interacción entre la realización de las actividades y obras del proyecto con los elementos naturales presentes en el área de estudio. Para ello, se partió de la definición legal del término "Impacto Ambiental", el cual está definido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) en su artículo 3° fracción XX como: aquella modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

En cuanto a la caracterización de los impactos ambientales se consideraron las siguientes definiciones establecidas en el artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental:

***Fracción VII*. Impacto Ambiental Acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

***Fracción VIII.* Impacto Ambiental Sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

***Fracción 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;

***Fracción X.* Impacto Ambiental Residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales es un proceso que debe de ser sistemático y sustentado en un modelo que ofrezca resultados lo más objetivos posible. Debe contemplar la evaluación de la zona del predio, su área de influencia, su sistema ambiental, las características particulares de la obra a realizar e inferir los efectos sobre los componentes del medio ambiente, resultado de las actividades antrópicas. Esto se lleva a cabo para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social con el fin de buscar alternativas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

## V.1. Identificación de los impactos

Actualmente, existe una gran variedad de metodologías para la evaluación de impactos ambientales, muchas de las cuales han sido desarrolladas para proyectos específicos, impidiendo su generalización. Sanz (1991) afirma que, en la década de los noventa, eran conocidas más de cincuenta metodologías, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática.

Por su parte, Magrini (1990) diferencia dos grandes grupos de técnicas para la evaluación de impacto ambiental: métodos tradicionales para evaluar el proyecto y métodos cuantitativos. Los primeros corresponden a técnicas que hacen sus mediciones en términos monetarios (caso relación costo-beneficio), cuya principal limitante es la dificultad que representa el establecer una valoración económica a los distintos factores que definen la calidad del medio (contaminación del aire, del agua, etc.).

Mientras que, los métodos cuantitativos consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos, medidos originalmente en sus respectivas unidades físicas. En estos se diferencian dos grupos, el primero permite la identificación y síntesis de los impactos (listas de chequeo, matrices, redes, diagramas, métodos cartográficos), y un segundo grupo incorpora, de forma más efectiva, una evaluación pudiendo explicitar las bases de cálculo (hoja de balance, matriz de realización de objetivos, entre otros).

La evaluación de los impactos ambientales de este proyecto usó como referencia un método de carácter cuantitativo.

La valoración de los impactos ambientales del proyecto constructivo se basó en el procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental elaborado por Leopold et al. (1971), la cual consiste en un programa de acción para llevar a cabo la evaluación a través de la elaboración de una matriz.

Se seleccionó esta metodología ya que es un procedimiento útil para relacionar y al mismo tiempo evaluar cada actividad del proyecto con cada uno de los elementos que integran el sistema ambiental. Además, es una herramienta sencilla de analizar y presenta una idea rápida y general de todo el proyecto y los impactos relacionados con el mismo. A continuación, se presenta la justificación de esta metodología, así como las modificaciones que se llevaron a cabo para asegurar la correcta evaluación de los posibles impactos ambientales.

**Métodos matriciales**

Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones o actividades con los componentes ambientales. Estos métodos, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la Evaluación de Impacto Ambiental. El principio básico de este método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los componentes, para luego establecer, en una escala la magnitud e importancia de cada impacto ambiental identificado si éste es positivo o negativo.

El método matricial más conocido es el creado por Leopold et al (1971), el cual consiste en una matriz de interacción constituida por 100 columnas en las que se representan las acciones del proyecto y 88 filas relacionadas con factores ambientales, produciendo un total de 8,800 posibles interacciones. Dada la dificultad de trabajar con tal número de interacciones, normalmente se hace con matrices reducidas para 100 o 150, de las cuales un número máximo de 50 es significativo.

Una cuestión muy discutida en el uso de esta técnica es que la valoración de la magnitud es relativamente objetiva o empírica, puesto que se refiere al grado de alteración provocado por las acciones o actividades sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la importancia es subjetiva debido a que aplica atribuciones de peso relativo al componente afectado en el ámbito del proyecto.

Existen discusiones también sobre la pertinencia o no de calcular algún índice de impacto ambiental resultante de la suma ponderada (Magnitud * Importancia) de los impactos específicos, y esto es porque la base con la que se calculan las escalas no es compatible, lo que dificulta la relación de estas al momento de generar un índice.

Debido a lo descrito anteriormente, se decidió llevar a cabo modificaciones en la metodología matricial a utilizar, con la finalidad de obtener resultados más objetivos y comparables entre sí. La forma de hacer esto fue la siguiente: el procedimiento de evaluación consistió en la elaboración de una matriz, donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje horizontal (filas), mientras que, en el eje vertical (columnas) se ubican los indicadores de impacto que se encontraron presentes en al área en que incidirá el proyecto y sus actividades.

## V.2. Caracterización de los impactos

En esta sección se enlistará cuáles son aquellos elementos del medio natural que han recibido un impacto derivado de las actividades ejecutadas en el proyecto, así como su caracterización. Además, se hará un conteo las actividades que se realizarán en cada una de las etapas del proyecto, las cuales se considerarán como las actividades impactantes de los elementos ambientales. Ambos registros serán representados en conjunto mediante una matriz, donde las actividades del proyecto se colocarán en filas (eje horizontal) e indicadores ambientales, se pondrán en las columnas (eje vertical).

Cabe mencionar que todos aquellos elementos integrados en la matriz han sido seleccionados de forma objetiva y considerando su relevancia en el estudio de impacto ambiental, tratando así, de excluir atributos y acciones que puedan representar una redundancia o dependencia entre los mismos.

| Sistema | Componente | Indicadores de impacto |
|---|---|---|
| ***Medio físico abiótico*** | *Atmósfera* | Calidad del aire |
| | | Ruido |
| | *Hidrología* | Infiltración |
| | | Disponibilidad del agua |
| | | Calidad del agua |
| | *Edafología* | Erosión del suelo |
| | | Propiedades fisicoquímicas del suelo |
| | | Porosidad |
| | | Cobertura |
| | *Paisaje* | Calidad |
| | *Geología* | Topografía |
| ***Medio físico biótico*** | *Flora* | Riqueza |
| | | Estructura |
| | | Estrato arbóreo |
| | | Estrato arbustivo |
| | | Estrato herbáceo |
| | *Fauna* | Riqueza |
| | | Distribución |
| | | Herpetofauna |
| | | Ornitofauna |
| | | Mastofauna |
| | | Anfibiofauna |
| ***Medio socioeconómico*** | *Económico* | Generación de empleo |
| | | Crecimiento de la economía local |
| ***Servicios ambientales*** | *De soporte* | Regulación y modulación del clima |
| | | Captura de carbono |

*Tabla V.1. Clasificación de indicadores de impacto*

Una vez identificado los impactos ambientales que se presentarán en el desarrollo del proyecto, a continuación, se realizará una descripción de cada elemento y la significancia que representa en el sistema ambiental.

**Atmosfera**

Calidad del aire: La calidad del aire se puede ver afectada por los humos ricos en gases de efecto invernadero como el CO2, CO y SO2 que se liberan de los motores de combustión interna utilizados durante la obra, así como por las partículas de polvo generadas por la erosión del suelo y el movimiento de material; este polvo puede llegar a tener efectos en la salud humana así como en la capacidad de obturación de estomas y reducción de la fotosíntesis y del crecimiento en las plantas (Dalmasso et al, 1997).

Ruido: El ruido es una sensación auditiva molesta y una de las perturbaciones ambientales que de manera muy importante afectan al humano (directamente a la calidad de vida), aunque éste en muchas ocasiones no es consciente de sus efectos, pues no suelen manifestarse de forma inmediata, lo hacen a largo plazo y no se percibe con claridad la relación causa – efecto. Además, puede provocar perturbación en la fauna silvestre aledaña a la fuente de contaminación auditiva.

**Hidrología**

Aunque el predio no cuente con hidrología superficial, este elemento puede llegar a ser impactado de otras formas como lo son:

Infiltración: Es la disposición o capacidad del suelo para captar agua a través del subsuelo hasta vaciarlo en mantos freáticos, lo cual ayuda alimentar la reserva de agua subterránea. El proceso de urbanización y cambio de uso de suelo en los procesos constructivos pueden influenciar en esta cualidad.

Disponibilidad del agua: Está referida a la disponibilidad tanto en calidad como en cantidad del recurso hídrico en términos de volumen requerido para evitar la afectación del hábitat acuático como por requerimiento de la población para satisfacer sus necesidades para uso doméstico y consumo. Se deberá considerar las posibles modificaciones del nivel freático como consecuencia a los aprovechamientos subterráneos relacionados al proyecto.

Calidad del agua: La calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas que presenta el agua en su estado natural en los ríos, quebradas, manantiales, etc. La calidad no es un término absoluto sino relacionado con el uso o actividad a la que se destina el recurso.

**Edafología**

El suelo junto con el aire y el agua, son los soportes sobre los que se asientan todos los fenómenos vitales que se desarrollan en nuestro planeta. En concreto, el suelo es el que permite el establecimiento de comunidades vegetales que son la base para el establecimiento de los ecosistemas (González, 2005). Los impactos que pueden llegar a sufrir este elemento son:

Erosión de suelo: Se refiere a los cambios que se puedan generar al suelo por desmoronamiento debido a los vientos y lluvias al encontrarse libre de vegetación con la consecuente pérdida de la capa orgánica.

Propiedades fisicoquímicas: Comprenden las probables modificaciones a las propiedades del suelo, en la textura, pH, oxigeno, temperatura y contenido de materia orgánica.

Porosidad: Cualidad que permite la percolación de líquidos y aire dentro del suelo, y que se ve afectada por la compactación que genera la maquinaria pesada.

Cobertura: Es la capa superior del suelo, la cual tiene una alta concentración de materia orgánica y de microorganismos y es donde ocurre la mayor actividad biológica del suelo.

**Paisaje**

La modificación de estructuras dentro de un entorno tiene un impacto sobre el paisaje general del sitio, por esto si los indicadores anteriores sufren impactos significativos, el paisaje lo sufrirá de la misma manera.

Calidad del paisaje: Alteración del paisaje debido al movimiento de tierras, edificación, incremento del tránsito de personal, la generación de residuos y la instalación de infraestructura.

**Geología**

Debido a que se deberán realizan nivelaciones al terreno y la excavación para la introducción de los servicios que el proyecto requiere se determinó que la afectación a este componente se refiere a la alteración de la topografía natural, por lo que se propone que el factor a ser evaluado será:

Topografía: Alteración al relieve del terreno por actividades humanas.

**Flora**

Las comunidades vegetales pueden llegar a sufrir impactos puntuales en alguna porción del área que cubren o en algunos casos los impactos implican la remoción de toda la vegetación del área. La pérdida de la vegetación está íntimamente relacionada con la pérdida de suelo, la perdida en la infiltración de agua.

Riqueza: La pérdida de individuos en el área del proyecto.

Estructura: Fragmentación en el hábitat y pérdida de continuidad vegetal en corredores biológicos.

Estrato herbáceo: Se evalúa la variedad de las especies vegetales que existen o presumiblemente existieron en el área y que se caracterizan por habitar el estrato inferior (menores a un metro).

Estrato arbustivo: Se evalúa la variedad de las especies vegetales que existen en el área o presumiblemente existieron en el área y que se caracterizan por habitar en el estrato medio (entre uno y tres metros).

Estrato arbóreo: Se evalúa la variedad de las especies vegetales que existen o presumiblemente existieron en el área en el área y que se caracterizan por habitar en el estrato superior (mayores a tres metros).

**Fauna**

Los animales necesitan conservar sus necesidades básicas para sobrevivir, que de acuerdo con Simpson (1997) son: alimento, cobertura, agua y espacio, cualquier afectación en estas podrá impactar a los individuos de forma específica.

Riqueza: Pérdida de individuos y especies en el área del proyecto.

Distribución: Pérdida desplazamiento para cubrir necesidades básicas (alimento, cobertura, agua y espacio).

Herpetofauna: Se consideran los efectos de modificación de hábitat y de barrera de infraestructura hacia la fauna de reptiles debido a las actividades de las obras de construcción y permanencia para la operación del proyecto.

Ornitofauna: Desplazamiento temporal de aves debido al aumento de la actividad humana y al incremento de los niveles de ruido ocasionados por el funcionamiento de motores de vehículos, movilización de personal, materiales y combustibles.

Mastofauna: Se consideran los efectos modificación de hábitat y de barrera de infraestructura hacia la fauna de mamíferos debido a las actividades de las obras de construcción y permanencia para la operación del proyecto.

Anfiobiofauna: Desplazamiento temporal de anfibios debido al aumento de la actividad humana y al incremento de los niveles de ruido ocasionados por el funcionamiento de motores de vehículos, movilización de personal, materiales y combustibles.

**Socioeconómico**

El proyecto que se tiene contemplando para este terreno involucra la contratación de personas para la construcción, operación de maquinaria, prestadores de servicios profesionales y gestores por lo que se puede llegar a tomar como un impacto benéfico para la región. La operación del proyecto y el mantenimiento del mismo generarán otros empleos que contribuirán en el desarrollo.

Generación de empleo: Aumento de los puestos de trabajo debido a que se contratará mano de obra local para las actividades en distintas etapas del proyecto.

Crecimiento de la economía local: Ingreso adicional por un corto periodo de tiempo debido a la contratación de pobladores locales y el consumo de bienes y servicios locales requeridos por el personal de la obra.

**Servicios ambientales**

El bienestar de la población depende en gran medida de los servicios ambientales que sólo los ecosistemas en buenas condiciones pueden proveer adecuadamente: alimentos, energía, recursos genéticos, control de inundaciones, formación de suelos, regulación de enfermedades, regulación climática y transformación de sus desechos, por mencionar algunos. Los servicios ambientales que pueden verse afectados por la implementación del proyecto son:

Regulación y modulación del clima: Pérdida de regulación de la temperatura debido a la deforestación, así como el aumento de urbanización.

Captura de carbono: Disminución de la absorción del carbono que se encuentra en la atmosfera, debido al proceso de deforestación.

***Actividades impactantes***

Acorde a la naturaleza del proyecto, la evaluación de los impactos ambientales se realizó para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Para la simplificación del proceso de evaluación de los impactos, se agruparon las obras por similitud de las actividades impactantes que requieren y/o por su distribución espacial; quedando integradas todas las obras en un solo grupo para la etapa de preparación del sitio, diferenciando las actividades de desmonte, despalme y compactación, de las actividades propias de la construcción y operación, lo cual se presenta en la siguiente tabla:

| Etapa del proyecto | Actividades |
|---|---|
| **Preparación del sitio** | Contratación de personal de la región |
| | Plática de asesoramiento al personal en materia ambiental |
| | Instalación de obras provisionales (sanitarios portátiles para los trabajadores, oficinas, almacenes) |
| | Delimitación del área de desplante |
| | Recorrido de la cuadrilla de vigilancia ambiental, marcaje de arbolado y trasplante de plántulas |
| | Rescate y reubicación de especies faunísticas de lenta movilidad |
| | Derribo de arbolado |
| | Despalme |
| | Manejo de residuos vegetales |
| | Cortes y excavaciones |
| | Generación de residuos sólidos urbanos |
| | Transporte de equipo, material y personal |
| | Inversión económica |
| | Consumo de agua |
| **Construcción** | Contratación de personal de la región |
| | Obra civil |
| | Instalaciones hidrosanitarias |
| | Instalaciones eléctricas |
| | Obra gris |
| | Acabados |
| | Construcción de vialidades |
| | Introducción de jardinería |
| | Instalación de señalamientos viales |
| | Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial |
| | Consumo de agua |
| | Transporte de material, equipo y personal |
| | Desinstalación de obras provisionales |
| | Limpieza general de la obra |
| **Operación** | Mantenimiento de jardinería y áreas comunes |
| | Mantenimiento de vialidades |
| | Generación y manejo de residuos sólidos urbanos |
| | Consumo de agua |
| | Impacto vial |

*Tabla V.2. Lista de actividades impactantes*

El proyecto que se presenta en este estudio, al igual que la mayoría de los desarrollos de la zona, buscan atender la creciente demanda de espacios para el establecimiento de zonas habitacionales

mediante la creación de infraestructura que se inserten en un medio natural con un alto grado de conservación, permitiendo la integración y convivencia con la naturaleza.

## V.3. Valoración de los impactos

***Metodología para evaluar los impactos ambientales***

Para eliminar la ambigüedad de los criterios de magnitud e importancia mencionada anteriormente, se decidió utilizar 6 atributos basados en las recomendaciones publicadas por Gómez Orea (1984), así como su valoración de importancia. Es necesario mencionar que algunos de estos atributos fueron modificados con la finalidad de presentar resultados más apegados a lo que se considera como "la realidad del proyecto". Los atributos utilizados, modificados, fueron los siguientes:

**Clase:** Indica el carácter benéfico o perjudicial del efecto, para el cual se señala con un signo (+) o (-) respectivamente.

**Magnitud:** Representa el área de influencia potencial de los efectos de los impactos ambientales. Se pude representar como una unidad de medida territorial o de extensión en espacio.

• *Puntual:* cuando la localización del impacto sea precisa, poco extensa (una porción del área del proyecto); por ejemplo, la apertura de un pozo profundo (1 punto).

• *Local:* cuando el impacto tenga una extensión que afecte el área del proyecto (área del predio/proyecto) (2 puntos).

• *Media*: cuando la afectación sea a nivel del área de influencia del proyecto (3 puntos).

• *Regional:* cuando el impacto presente afectaciones a nivel sistema ambiental (4 puntos).

**Momento:** Tiempo que transcurre desde la ejecución de una actividad y la aparición del impacto por ella producida.

• *Inmediato:* el efecto del impacto se produce inmediatamente; por ejemplo, generación de humos, polvos, pérdida de riqueza florística (4 puntos).

• *Corto plazo:* de 1 a 6 meses; por ejemplo, pérdida de riqueza de fauna (3 puntos).

• *Mediano plazo:* de 6 meses a 3 años (2 puntos).

• *Largo plazo:* mayor de 10 años (1 punto).

**Duración:** Se refiere al tiempo de permanencia del efecto; puede ser temporal (1 punto) o permanente (4 puntos).

I**ncidencia**: Representa la frecuencia de un impacto durante las actividades de la etapa, los impactos que se repitan durante las actividades tendrán una puntuación mayor que los impactos que se presenten únicamente en una actividad. La forma en la que se evaluará la incidencia será la siguiente:

• *Nula:* se presenta en menos del 25% de las actividades. Se evaluarán con 1 todas las actividades que presenten el impacto.

• *Baja:* se presenta entre el 25% y el 50% de las actividades. Se evaluarán con 2 todas las actividades que presenten el impacto.

• *Media:* se presenta entre el 50% y el 75% de las actividades. Se evaluarán con 3 todas las actividades que presenten el impacto.

• *Alta:* se presenta entre el 75% y el 100% de las actividades. Se evaluarán con 4 todas las actividades que presenten el impacto.

**Repercusión ambiental:** Representa, por medio de indicadores seleccionados por su importancia ambiental, la posible afectación de las actividades del proyecto hacía aspectos críticos del medio ambiente. Los indicadores seleccionados fueron:

• ***Reversibilidad****:* el impacto se puede revertir en un periodo mayor a 10 años.

• ***Afectación a Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010****:* debido a que las poblaciones de estas especies se encuentran sensibles, las afectaciones a estas pueden repercutir gravemente en su persistencia.

• ***Afectación a especies endémicas****:* debido a su distribución restringida, las poblaciones de estas especies pueden afectarse gravemente por algunas actividades de los proyectos.

• ***Grado de Conservación de los ecosistemas****:* los ecosistemas prístinos presentan una mejor calidad de vida para los individuos bióticos que cumplen un ciclo de vida, o parte de él, dentro de estos que los ecosistemas degradados.

• ***Impactos acumulativos****:* se considera que el efecto de los impactos que son o pueden ser acumulativos en el ambiente debe de ser considerado dentro de la evolución con la finalidad de identificarlos y mitigarlos.

• ***Sinergismo de los impactos****:* al igual que los impactos acumulativos, los impactos sinérgicos debe de ser considerado dentro de la evolución con la finalidad de identificarlos y mitigarlos si es posible.

• ***Residualidad****:* los impactos que presenten residualidad en el medio ambiente serán considerados dentro de este indicador.

La forma en la que se evaluará cada uno de estos indicadores será de forma simple, sí o no; en donde sí representa un valor de 1 y no un valor de 0. La evaluación de cada indicador será sumada con los demás para así generar el valor de la repercusión ambiental, siendo 7 su valor máximo y 0 su valor mínimo.

| Atributo | Características | Valor |
|---|---|---|
| **Clase** | Perjudicial | - |
| | Benéfico | + |
| **Magnitud (M)** | Puntual | 1 |
| | Local | 2 |
| | Media | 3 |
| | Regional | 4 |
| **Momento (m)** | Inmediato | 4 |
| | Corto | 3 |
| | Mediano | 2 |
| | Largo | 1 |
| **Duración (D)** | Temporal | 1 |
| | Permanente | 4 |
| **Incidencia (I)** | Nula | 1 |
| | Baja | 2 |
| | Media | 3 |
| | Alta | 4 |
| **Repercusión ambiental (R)** | Irreversibilidad | 0/1 |
| | Afectación de especies en la Norma | 0/1 |
| | Afectación a especies endémicas | 0/1 |
| | Grado de conservación de los ecosistemas | 0/1 |
| | Impactos acumulativos | 0/1 |
| | Sinergismo de los impactos | 0/1 |
| | Residualidad | 0/1 |
| | **Subtotal máximo** | **-/+ 27** |

*Tabla V.1. Caracterización de los indicadores de impacto*

### Índice de Importancia de los impactos

Con los valores arrojados por la matriz, se realizará una evaluación de la relevancia de dichos impactos utilizando una variación del índice de importancia propuesto por Gómez Orea (1984). Este índice se obtiene por medio de un modelo matemático expresado en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Importancia} = +/- \ (2M + m + D + I + R)$$

*Importancia = +/- (2*Magnitud + momento + Duración + Incidencia + Repercusión ambiental)*

Esta ecuación permite establecer una valoración cuantitativa, con la cual, se pueden realizar interpretaciones de cuáles impactos son los que causarán los efectos más relevantes.

**Significancia de los impactos:** Teniendo ya un resultado sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se continuó con la evaluación de significancia de esta. La forma en la que se evaluó fue por medio del índice de impacto ambiental, una metodología propuesta por *Sorensen* (1971).

El índice de impacto ambiental de *Sorensen* conlleva el cálculo del peso de cada rama para después llevar a cabo una sumatoria de todas las ramas y así obtener el Índice de Impacto. Después se calcula el impacto ambiental máximo (IIA max.) para la red, suponiendo que todos los impactos tienen atributos valorados en impacto máximo. Con estos valores se calcula el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), el cual es una medida de relación que existe entre el impacto del proyecto bajo análisis y un proyecto hipotético de la misma naturaleza, pero con " Impacto Máximo " y tiene la siguiente fórmula:

**CIA = IIA / IIA máx.**

En este caso específico, el índice de impacto ambiental y el índice de impacto ambiental máximo se calcularon utilizando el índice de importancia propuesto anteriormente. Para el cálculo del índice de impacto ambiental máximo se obtuvo el índice de importancia utilizando la calificación máxima de todos los atributos propuestos.

***Interpretación de resultados***

Para la interpretación del "CIA", Sorensen (1971) propone la siguiente escala:

| Rango | Significado |
|---|---|
| **0.00 < CIA < 0.20** | **Impacto insignificante** |
| **0.20 < CIA < 0.40** | **Impacto intrascendente** |
| **0.40 < CIA < 0.60** | **Impacto perceptible** |
| **0.60 < CIA < 0.80** | **Impacto notorio** |
| **0.80 < CIA < 1.00** | **Impacto significativo** |

*Tabla V.2. Clasificación del coeficiente de impacto ambiental*

***Criterios para la evaluación del impacto ambiental***

Con el fin de evaluar cuáles son los efectos que derivarán de las actividades impactantes en el medio físico del proyecto, se consideró el estudio y análisis de distintas fuentes de información, tanto de carácter bibliográfico, como la recuperación y generación de información primaria mediante técnicas en campo y en gabinete.

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Sobreposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y del proyecto
- Evidencia fotográfica de campo y muestreos del medio biótico
- Estudio de mecánica de suelos y levantamiento topográfico
- Criterios de diseño, construcción y operación del proyecto
- Manuales de buenas prácticas ambientales para proyectos de urbanización, construcción y demolición
- Revisión de fotografías aéreas y satelitales en forma cronológica
- Consideración de los instrumentos de políticas públicas enfocadas a: a) usos de suelo; b) caracterización de la vegetación; c) áreas de importancia ambiental y; d) distribución potencial y registros de presencia de biodiversidad
- Análisis de la hidrología superficial y subterránea de acuerdo con la CONAGUA
- Revisión de la información derivada del censo poblacional 2010 y 2020 del INEGI.

## V.4. Evaluación de los impactos

Ahora bien, se describe de forma detallada los impactos que generarán estas actividades respecto a los indicadores ambientales anteriormente mencionados.

### Calidad del aire

***Generación de humos***

Los gases emitidos por un motor de combustión interna son principalmente de dos tipos: inofensivos y contaminantes. Dentro de los gases inofensivos, podemos encontrar el Nitrógeno (N), Oxígeno (O), Hidrógeno (H) y Vapor de Agua, mientras que, los gases contaminantes están formados fundamentalmente por el Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos y Óxido de Nitrógeno (NOx).

Existe además de estos, un gas considerado como inofensivo que es el Dióxido de Carbono ($CO_2$), sin embargo, de acuerdo con los estudios recientes, este es uno de los principales causantes del calentamiento global, por lo que, se considerará como gas contaminante.

En seguida se describen los efectos nocivos (impactos) que puede generar cada uno de estos gases en el medio ambiente:

*Monóxido de Carbono*. Este gas es considerado como uno de los mayores contaminantes de la atmosfera terrestre. Sus principales fuentes productoras son, como se mencionó anteriormente, los vehículos automotores que utilizan gasolina o diésel como combustible. En concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina a carboxihemoglobina, que es incapaz de cumplir con las funciones específicas de esta molécula.

*Hidrocarburos.* Dependiendo de la estructura molecular, estos gases presentan diferentes efectos nocivos. El benceno, por ejemplo, es venenoso y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios de muchos de los seres vivos. En humanos, grandes cantidades de este gas puede causar depresiones, dolores de cabeza y cáncer. Existen otros hidrocarburos como los aldehídos y los fenoles que también tienen efectos nocivos para la salud.

*Óxido de Nitrógeno*. Este gas por si solo se ha demostrado ser un irritante para la mucosa, sin embargo, en combinación con hidrocarburos contenidos en el smog produce Ácidos Nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida. Rodríguez y Sánchez (s.f.) publicaron que los efectos de las lluvias acidas pueden afectar al medio ambiente de la siguiente forma:

- Efectos en la salud. La lluvia ácida al caer en la superficie terrestre libera partículas pequeñas cuyos efectos son perjudiciales para la salud humana, cuando estas partículas ingresan a los pulmones estos pueden causar enfermedades respiratorias, tales como el asma o la bronquitis crónica, neumonía dificultando de esta manera que la gente pueda respirar sin ningún tipo de contratiempo, por otra estas pueden derivar a afecciones cardiovasculares.

- Efectos sobre la calidad del agua. La lluvia ácida ha hecho que muchos lagos y arroyos tengan niveles de pH mucho más bajos. Este aumento de la acidez y de los niveles de aluminio puede ser mortal para la vida acuática silvestre, incluido el fitoplancton, las efímeras, las truchas arco iris, las alubinas de boca chica, las ranas, las salamandras manchadas, los cangrejos de río, y si la acidez

aumenta, más especies de plantas y animales declinan o desaparecen y la relación presa-depredador de la cadena de alimentación se verá afectada (Ibídem).

- Efectos sobre los bosques. La lluvia ácida puede ser extremadamente perjudicial para los bosques, debido a que el agua que cae al suelo puede disolver muchos minerales y nutrientes que los árboles necesitan para mantenerse sanos y crecer. Dentro del ciclo hidrológico este fenómeno penetra a las reservas de aguas subterráneas y solubiliza los metales, entre ellos al Ca+2 y el Mg+2 presentes en el suelo, incrementando los niveles de metales tóxicos tales como cobre, mercurio y aluminio siendo este último el más tóxico para plantas, pues si la concentración de Al+3 y además la proporción de Ca+2/Al+3 es menor a uno (<1) aumenta la absorción de Al por las raíces de los árboles de manera tal que los bosques se tornan susceptibles a ingreso de bacterias, patógenos u otro tipo de vectores que generan enfermedades que pueden derivar en la muerte de estos ecosistemas, este siniestro fenómeno no solo altera a los bosques si no también genera alteraciones en la regeneración natural y el sotobosque (Labandeira, 1995).

*Dióxido de Carbono.* Este gas es el principal contribuyente del fenómeno conocido como calentamiento global. Algunas fuentes aseguran que este gas representa el 64% de la totalidad de las emisiones causantes del efecto invernadero, que como se sabe podría tener efectos catastróficos en el medio ambiente actual.

Si bien es claro que los humos generados por los vehículos de combustión interna pueden llegar a tener un efecto negativo sobre el medio ambiente, en la actualidad no existen (o no es factible su contratación) vehículos automotores para la construcción que no generen estas emisiones. Por otro lado, es poco probable que el humo generado durante el proyecto cauce alguno de estos impactos directamente, sin embargo, sí aportara emisiones que al juntarse con las existentes pueden causar algunos de estos. Por esto, se deberán generar medidas de mitigación que atenúen la generación de humos por la maquinaria que se ocupe en las etapas de la obra.

***Generación de polvos***

Este impacto, al igual que el de generación de humo, está íntimamente relacionado con el uso de maquinaria. El polvo como se describe en el trabajo publicado por Gayoso y Alarcón (1999) puede tener un efecto negativo sobre el medio ambiente. La vegetación, por ejemplo, se puede ver afectada directamente, ya que este puede provocar la obturación de estomas y reducción de la fotosíntesis y del crecimiento. No existe información disponible sobre daños en la fauna, pero en el suelo, según el tipo

de contaminante, aumenta la concentración de metales pesados y radionucleidos. El particulado en suspensión contribuye al cambio climático por la formación de nubes, reduciendo la radiación incidente y la visibilidad, pudiendo resultar en enfriamiento atmosférico.

En el proyecto, este impacto se presentará en la etapa de preparación y construcción del sitio, sin embargo, la etapa en la que se tendrán las afectaciones mayores por el polvo será en la etapa de preparación, en particular en las actividades de despalme, excavación y transporte de material en los caminos que no se encuentran pavimentados, por lo que, se deben generar medidas de prevención y mitigación para eliminar el impacto de estos sobre el medio ambiente.

***Generación de ruido***

Uno de los impactos que presenta la mayor incidencia durante las diferentes etapas del proyecto es la generación de ruido por la maquinaria que se utilizara durante las diferentes etapas. Mendoza et al (s.f.), definen al ruido como un subproducto no deseado del modo de vida moderno;

> *"Es una sensación auditiva molesta y una de las perturbaciones ambientales que de manera muy importante afectan al humano (directamente a la calidad de vida), aunque éste en muchas ocasiones no es consciente de sus efectos, pues no suelen manifestarse de forma inmediata, lo hacen a largo plazo y no se percibe con claridad la relación causa – efecto" (IMT, 2003).*

Por otra parte, el ruido no solo afecta a la población humana, sino que este tipo de contaminación puede llegar a tener efectos negativos en el medio ambiente; específicamente en la fauna silvestre, este es un tema complicado debido a que la respuesta puede variar entre especies e incluso entre individuos de una misma población (Radle, 2007). Estas variables de respuesta se deben a las características del sonido, la duración de este, la especie, el tipo de hábitat, la temporada y a la actividad durante la cual se encuentren expuestas, el sexo, la edad, el nivel de exposición previa y a otros estresantes físicos como las sequías que ocurran al momento de la exposición (Busnel y Fletcher, 1978).

El ruido que se presentará en el proyecto se generará durante las tres etapas de este (preparación del sitio, construcción y operación), aunque no de la misma forma. La etapa de preparación del sitio será la que presente el mayor nivel de ruido y esto se debe a que durante ésta se realizarán las actividades que podrán necesitar de maquinaria pesada para su realización, mientras que, en las otras dos etapas el ruido disminuirá de intensidad. Sin duda la etapa en la que se generará menor ruido será la etapa de operación, ya que no será necesaria la entrada de maquinaria pesada como camiones. Se deberán

generar medidas pertinentes para mitigar los efectos nocivos que el ruido pueda generar sobre las poblaciones humanas y faunísticas de la zona.

### Pérdida de infiltración y porosidad del suelo (pérdida de capacidad de infiltración)

Se denomina capacidad de infiltración a la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, valor que es variable en el tiempo en función de la presencia de vegetación, la humedad y el material que conforman el suelo y, la mayor o menor compactación que tiene el mismo (Custodio, 1983).

La vegetación modifica la infiltración de varias maneras: puede interceptar parcialmente el agua de lluvia y, junto con el escurrimiento desde el dosel vegetal, modificar la intensidad (Rutter et al, 1975, Aston, 1979) y el diámetro de gota (Calder, 1996) del agua que cae al suelo. En este proceso se reduce la intensidad de la lluvia y aumenta el diámetro de las gotas, permitiendo una mayor proporción de infiltración sobre el agua caída. A pesar de su mayor diámetro, las gotas tienen una menor cantidad de energía cinética al impactar desde menor altura (Wainwright et al, 1999), y producen una menor alteración en la capa superficial del suelo, manteniendo un alto valor de la permeabilidad, que no se mantendría si el suelo recibiese el impacto de las gotas con toda su energía inicial. Así, la presencia de cubierta vegetal implica una capacidad de infiltración mayor.

Las raíces o sus restos generan macroporos (Archer et al, 2015) por los que el agua circula a mayor velocidad y, más importante, por donde puede salir el aire atrapado en el suelo (Jarrett y Hoover, 1985) favoreciendo la circulación del agua y el drenaje hacia trayectos inferiores. En cierta medida las raíces de los árboles y arbustos modifican la topografía de su entorno, elevándola en torno al tronco y aumentando las fisuras y otros poros gruesos en esa zona. En estas condiciones la salida del aire atrapado también es favorecida (Dixon y Peterson, 1971). La elevación del terreno en torno a los árboles y el aumento de los poros gruesos en esta misma zona sugieren (Dunne et al, 1991) la enorme influencia que la microtopografía tiene en el proceso de infiltración.

La infiltración promedio crece con la intensidad de precipitación, debido a una extensión mayor de la zona saturada por encharcamiento y la extensión de esta zona saturada por la lámina de escorrentía recién formada (Dunne et al, 1991). Además, hay una gran variabilidad de la conductividad hidráulica en saturación dentro de un mismo tipo de suelo en suelos cubiertos por bosque (Buttle y House, 1997).

La remoción de la vegetación y la pérdida de porosidad del suelo tendrán un efecto negativo en la infiltración de agua en el suelo ya que, como se mencionó anteriormente, la pérdida de vegetación y de

materia orgánica, así como la compactación del suelo, crean un impedimento para la infiltración del agua que puede derivar en el escurrimiento del líquido y la erosión del suelo.

### Disponibilidad de agua

De una forma sencilla, la sobreexplotación de un acuífero se puede definir como la extracción de agua del mismo en una cantidad superior a la correspondiente a su alimentación, todo ello referido a un periodo de tiempo suficientemente largo como para diferenciar las consecuencias similares que tendrían periodos anormalmente secos. En consecuencia, el efecto más inmediato de la sobreexplotación sería el descenso continuo de los niveles piezométricos, que se acompaña normalmente del agotamiento de las surgencias. En general, la importancia e incidencia de la sobreexplotación es tanto mayor cuando más escaso es el recurso, lo cual coincide en gran medida con regiones de clima cálido y semiseco.

Algunas de las consecuencias negativas de la sobreexplotación se exponen a continuación: descenso de los niveles piezométricos que, como se mencionó anteriormente, sería el aspecto primordial caracterizador de la sobreexplotación; compactación inducida del terreno, con la consiguiente pérdida de capacidad de almacenamiento, especialmente visible en los acuíferos detríticos ligados a materiales recientes y en los acuíferos confinados; compartimentación de acuíferos; aumento de los costos de explotación como consecuencia del aumento de la altura de elevación; deterioro de la calidad del agua; abandono de pozos; afección o secado de zonas húmedas; problemas legales por afección a los derechos de terceras personas.

Es así que, la CONAGUA (2020), establece que la zona en donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra sobre el acuífero de Puerto Vallarta, el cual presenta un déficit medio anual 3.71 hectómetros cúbicos.

### Pérdida de cobertura edáfica

El suelo, la capa más superficial de la corteza terrestre, constituye uno de los recursos naturales más importantes con el que contamos, al ser el substrato que sustenta la vida en el planeta. Desde el punto de vista edáfico, el suelo es un cuerpo natural tridimensional formado por la progresiva alteración física y química de un material original o roca madre a lo largo del tiempo, bajo unas condiciones climáticas y topográficas determinadas y sometido a la actividad de organismos vivos (Ortiz *et al,* 2007).

A lo largo de su evolución o edafogénesis, en el suelo se van diferenciando capas verticales de material generalmente no consolidado llamados horizontes, formados por constituyentes minerales y

orgánicos, agua y gases, caracterizados por propiedades físicas (estructura, textura, porosidad, capacidad de retención de agua, densidad aparente), químicas y fisicoquímicas (pH, potencial redox, capacidad de intercambio catiónico) que los diferencian entre sí y del material original. El conjunto de horizontes constituye el perfil del suelo y su estudio permite dilucidar los procesos de formación sufridos durante su evolución y llevar a cabo su clasificación dentro de las distintas unidades de suelos (Ortiz *et al*, 2007).

La importancia del suelo radica en que es un elemento natural dinámico y vivo que constituye la interfaz entre la atmósfera, la litosfera, la biosfera y la hidrosfera, sistemas con los que mantiene un continuo intercambio de materia y energía. Esto lo convierte en una pieza clave del desarrollo de los ciclos biogeoquímicos superficiales y le confiere la capacidad para desarrollar una serie de funciones esenciales en la naturaleza de carácter ecológico, económico, social y cultural:

- Proporciona los nutrientes, el agua y el soporte físico necesarios para el crecimiento vegetal y la producción de biomasa en general, desempeñando un papel fundamental como fuente de alimentación para los seres vivos.
- Es un componente esencial del ciclo hidrológico, actuando como elemento distribuidor de las aguas superficiales y contribuyendo al almacenaje y recarga de las aguas subterráneas.
- A través de su poder de amortiguación o desactivación natural de la contaminación, filtra, almacena, degrada, neutraliza e inmoviliza substancias orgánicas e inorgánicas tóxicas, impidiendo que alcancen las aguas subterráneas y el aire o que entren en la cadena alimenticia.
- Es el hábitat natural biológico de muchos organismos de todo tipo y constituye un elemento de reserva genética.
- Desarrolla un importante papel como fuente de materias primas.
- Sirve de plataforma para el desarrollo de las actividades humanas como soporte de la estructura socioeconómica y forma parte del paisaje y del patrimonio cultural.

El suelo es un elemento frágil del medio ambiente, un recurso natural no renovable puesto que su velocidad de formación y regeneración es muy lenta, mientras que, los procesos que contribuyen a su degradación, deterioro y destrucción son mucho más rápidos (Ortiz et al, 2007).

### Pérdida de riqueza de flora y fauna

La pérdida de individuos y especies de flora y fauna en la actualidad está íntimamente ligada a factores antropogénicos como la destrucción y fragmentación del hábitat, la introducción de especies exóticas, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales (Wilson, 1999); todos estos como consecuencia del crecimiento de la población humana y sus necesidades.

La pérdida de la riqueza tiene dos efectos principales: el cambio en el funcionamiento del ecosistema y la pérdida de capacidades de amortiguamiento del mismo. Las modificaciones en las interacciones tróficas son un claro ejemplo de un efecto en el funcionamiento del ecosistema. La pérdida de capacidad de amortiguamiento se refiere a la habilidad de un ecosistema de regresar a su estado original después de una perturbación; cuando se reduce la riqueza, esta capacidad se reduce.

### Pérdida de estructura de la vegetación y de la distribución de la fauna

A medida que los bosques, selvas u otros hábitats son destruidos, los remanentes de hábitat pueden llegar a ser demasiado pequeños para mantener poblaciones viables, lo que como consecuencia puede generar la extinción local de especies (MacArthur y Wilson, 1967).

De acuerdo con Ceballos y Valenzuela (2010), la perdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres.

En el ambiente urbano, los seres humanos, conforman la especie más abundante e influyente, al modificar de forma permanente el medio natural a la conveniencia de la sociedad; sin embargo, los animales silvestres, cuentan con una gran capacidad de adaptación a las transformaciones antrópicas del ambiente (Área Silvestre, 2011). Los animales que sobreviven cerca de centros de población han tenido que adaptarse a determinados cambios en sus hábitos y dependen de sus estrategias u oportunidades para conseguir su alimento, incluso terminan modificando radicalmente sus hábitos alimenticios.

La oferta de alimento y de lugares de anidación en zonas semi-urbanas tiende a ser restringida, razón por la cual la pérdida de hábitat, producto de la presión y transformaciones hacia un paisaje urbano, es tal vez el factor que más condiciona la presencia y diversidad de fauna, en especial cuando son eliminados los ecosistemas estratégicos por su localización y composición florística, que resultan indispensables para proveer el hábitat en el cual encuentran el alimento y el refugio necesario para

cumplir sus ciclos de vida. De allí que la capacidad de adaptación se convierte en una estrategia para la supervivencia de muchas especies en un medio ambiente profundamente transformado.

### Pérdida de calidad del paisaje

El paisaje es un concepto simple y a la vez confuso, muchas veces polémico, que es y ha sido objeto de estudio de disciplinas tan diversas como la economía, la geografía, la psicología, la arquitectura, entre otros campos (Gros, 2002). Su definición responde al significado más simple e intuitivo que le acordamos: lo que se ve; es decir, una porción de la superficie terrestre que el ojo abarca en un golpe de vista (Brunet, 1992). Probablemente esta definición tan simple es la que a veces puede llevarnos a creer que el concepto de paisaje es sencillo, sin embargo, lo que el ojo ve es el resultado de la interacción del hombre con el medio que le rodea a lo largo de la historia, por tanto, supone una estratificación de culturas y de diferentes modos de vida que se han dado sobre un mismo territorio. Además, la mirada es subjetiva y la realidad material que se observa se percibirá de manera muy diferente según el observador.

Cuando hablamos de la relación que existe entre el paisaje y el desarrollo urbano, podemos hablar de un binomio entre ellos, puesto que la interacción entre ambos es clara; el establecimiento de alguna actividad urbanística está en gran medida basada en la atracción que ejerce un determinado paisaje, pero el desarrollo a su vez transforma y remodela inevitablemente ese paisaje, de forma más o menos traumática dependiendo del tipo de modalidad, lo que constituye la gran paradoja de este sector económico (Gros, 2002).

El desarrollo urbano se inscribe inevitablemente en el paisaje mediante formas, equipamientos, infraestructuras (Clary, 1993). La capacidad de transformación de la actividad varía mucho según el caso, y para algunos autores la diferencia estriba en quién gestiona la actividad, si promotores exógenos o endógenos respecto al territorio que se pone en valor.

El desarrollo propuesto en este estudio, al igual que la mayoría de los desarrollos de la zona, buscan atender la creciente demanda de espacios para el establecimiento de zonas habitacionales mediante la creación de infraestructura que se inserten en un medio natural con un alto grado de conservación, permitiendo la integración y convivencia con la naturaleza.

## Generación de residuos

Durante un largo periodo el único tratamiento que se dispensó a los residuos urbanos fue su recogida y posterior traslado a determinados puntos más o menos alejados de los núcleos habitados, donde se depositaban para que la mera acción de los organismos vivos y los elementos favoreciesen su desaparición. Mientras, en su composición predominaron las materias orgánicas y los materiales de origen natural (cerámica, tejidos naturales, vidrio, etc.), y las cantidades vertidas se mantuvieron en niveles pequeños, no supusieron mayor problema. Además, la propia estructura económica y los hábitos sociales favorecían la existencia de formas de vida que se basaban en el aprovechamiento de los pocos residuos que la sociedad generaba, por ejemplo, los traperos.

Posteriormente el desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que basan el crecimiento en el aumento sostenido del consumo, han supuesto una variación muy significativa en la composición de los residuos y de las cantidades en que son producidos. Se han incorporado materiales nuevos como los plásticos, de origen sintético, han aumentado su proporción otros como los metales, los derivados de la celulosa o el vidrio, que antes se reutilizaban abundantemente y que ahora se desechan con gran profusión.

A esto hay que añadir la aparición de residuos de gran potencial contaminante, como pilas, aceites minerales, lámparas fluorescentes, medicinas caducadas, entre otros. Ha surgido así una nueva problemática medioambiental derivada de su vertido incontrolado que es causa de graves afecciones ambientales:

- Contaminación de suelos
- Contaminación de acuíferos por lixiviados
- Contaminación de las aguas superficiales
- Emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión incontrolada de los materiales allí vertidos
- Ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales
- Creación de focos infecciosos. Proliferación de plagas de roedores e insectos.
- Producción de malos olores

A estas consideraciones tenemos que añadir que la actividad económica humana se basa en la explotación de los recursos naturales, definiéndose éstos como aquellos bienes de la naturaleza potencialmente útiles para el hombre.

Se clasifican en:

- *Recursos renovables.* Como la energía solar, el viento, etc.
- *Recursos no renovables.* Existen en cantidades fijas (existencias) y sólo tienen oportunidad de renovarse en procesos geológicos o físico-químicos que tienen lugar en periodos que abarcan millones de años. Por ejemplo, los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y los minerales metálicos y no metálicos.
- *Recursos potencialmente renovables.* Exigen no sobrepasar el rendimiento de estos, ya que de otro modo se produce la degradación medioambiental en ocasiones irreversible. Entre ellos se encuentra el aire, el agua, el suelo, las especies animales, vegetales, etc.

Pues bien, en nuestros días el modelo de explotación insostenible de los recursos naturales que caracterizó a las primeras etapas del desarrollo industrial ha empezado a entrar en crisis. Problemas como el agujero en la capa de ozono, el calentamiento global, la destrucción de los bosques primarios, la desaparición de la biodiversidad o el agotamiento de los caladeros por la sobrepesca evidencian una crisis de dimensiones planetaria.

## Servicios ambientales

### *Captura de carbono*

El interés en la captura de carbono surge de la información cada vez más alarmante y mejor documentada, sobre el proceso de calentamiento global, debido fundamentalmente a la emisión de gases causantes del llamado "efecto invernadero" por actividades humanas (Yáñez-Sandoval, 2004). La evidencia sobre este fenómeno es basta y contundente y aunque el efecto invernadero es un fenómeno natural, el incremento de los gases que lo producen, como resultado de las actividades humanas, se traduce en un aumento de la temperatura y los problemas asociados a éste.

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas naturales. Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como "almacenadores" de las emisiones de combustibles fósiles fue propuesto por primera vez (WRI, 2001). El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando los investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza.

Masera (2000) publicó que, bajo una adecuada política de apoyo, el sector forestal en nuestro país tiene la capacidad de reducir el crecimiento de las emisiones de CO2 generadas por el sector

energético, convirtiéndose en una de las opciones de mitigación más importantes a corto y mediano plazo.

Debido a esto, es importante estimar la pérdida de este servicio ambiental que generan los bosques en el país. Masera *et al* (2000), llevaron a cabo un estimado sobre la captura neta de CO2 en diferentes tipos de vegetación en distintas situaciones en México, como resultado presentan una tabla ilustrativa con la comparación entre las distintas situaciones.

| Captura de carbono | Manejo de Bosques | | Áreas naturales protegidas | | | | Plantaciones de reforestación | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Selvas | Bosques | Selva Alta | Selva Baja | Bosque Pino | B. Pino Encino | Selva Alta | Selva Baja | Bosque Pino | B. Pino Encino |
| **Mínima** | 148 | 98 | 113 | 57 | 50 | 33 | 128 | 52 | 75 | 35 |
| **Máxima** | 182 | 134 | 173 | 87 | 86 | 69 | 150 | 82 | 79 | 66 |

*Tabla V.1. Captura de carbono en toneladas por hectárea, en diferentes tipos de vegetación de México*
*Fuente: Masera, O., De Jong, B. Ricalde, I. y A. Ordoñez. 2000. Consolidación de la Oficina para la Mexicana de Mitigación de Gases de Efecto invernadero. Reporte Final. INE-UNAM.*

***Modulación o regulación climática***

Uno de los factores de mayor impacto en los ecosistemas vegetales ha sido la deforestación que sucede de las actividades productivas del desarrollo socioeconómico. La remoción de la vegetación natural en grandes cantidades tiene un impacto sobre la proporción de calor latente y sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona (Goel y Norman, 1992). Esta modificación del equilibrio energético propicia cambios en el microclima local y regional, los cuales, a su vez, impactan procesos a nivel de superficie, generando problemas de desertificación, pérdida de nutrientes en el suelo, alteraciones a los ciclos de producción biológica y cambios en los procesos hidrológicos a nivel cuenca (Charney, 1975).

De acuerdo con Aguilar *et al* (2000) la deforestación es un proceso que afecta de manera negativa la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. La reducción de la cubierta vegetal ocasiona problemas como modificaciones en los ciclos hídricos y cambios regionales de los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello el calentamiento global, la disminución en el secuestro de bióxido de carbono, así como la pérdida de hábitats y la fragmentación de ecosistemas.

Por otro lado, está comprobado que los bosques juegan un papel fundamental en el ciclo global del agua. Durante el día, los árboles evaporan grandes cantidades de agua proveniente del suelo a la atmósfera, promoviendo un clima más fresco y húmedo. La pérdida de la vegetación contribuye a la pérdida de equilibrio de este proceso que puede llevar a cambios en los patrones de lluvia en la zona y al aumento de temperatura (Postnote, 2009).

Es complicado hacer proyecciones climáticas puntuales de sitios específicos. Sin embargo, de manera general se puede asumir que, al remover la vegetación original en el área del proyecto, la temperatura tenderá a aumentar, la infiltración al subsuelo disminuirá y, aunque es poco factible, las nubes cargadas con agua de lluvia tendrán menor probabilidad de ser retenidas y precipitadas en el área modificada y desprovista de vegetación.

## V.5. Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos mediante la metodología anteriormente mencionada se anexan al presente estudio para cada una de las etapas, en el **ANEXO IX. V.1. MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Preparación del sitio

Las actividades de esta etapa que contribuirán de forma benéfica al proyecto y su sistema ambiental son: a) la contratación de personal de la región, al promover la elevación de empleos temporales para habitantes cercanos al proyecto, así como el consumo de servicios y materias primas en las localidades vecinas; b) la plática de asesoramiento en materia ambiental, enfocada a la conservación del agua y el respeto de la flora y la fauna silvestre; c) recorrido de la cuadrilla ambiental para la identificación y caracterización del arbolado; d) las actividades de rescate y reubicación de fauna de baja movilidad para asignarles un nuevo espacio con menor perturbación; e) manejo de residuos vegetales integrados a las zonas de jardinería y áreas verdes, las cuales benefician la conservación de humedad y reducen la erosión por lluvias y vientos y; f) la inversión económica, que funge como desencadenante para la creación de nuevas PYMES en el área de proyecto.

Por otro lado, algunas de las acciones que conducirán efectos negativos al SA en la preparación del sitio son: a) la instalación de obras provisionales, por la compactación del suelo, la generación de polvos y la pérdida de áreas de infiltración; b) el derribo de arbolado y despalme, causando afectaciones a la atmosfera, los suelos, la flora, la fauna y la pérdida de los servicios ambientales; c) los cortes y excavaciones, al provocar ruido y polvos, así como modificaciones en la topografía y el paisaje y por último; d) el transporte de equipo, material y personal, teniendo como afectaciones la generación de polvo, la erosión en caminos de terracería, la interrupción de corredores biológicos.

Construcción

En cuanto a la etapa de construcción, los efectos positivos que se identificaron fueron de acuerdo a las siguientes actividades: a) la instalación de jardinería favorecerá a la calidad del aire, la infiltración, la cobertura y porosidad del suelo, la estructura de la flora, así como a la distribución de fauna, especialmente a la herpetofauna, ornitofauna y anfibiofauna; b) la desinstalación de obras provisionales y la limpieza general de la obra tendrán como efecto mayores espacios de infiltración y mejorarán la armonía en el paisaje.

Las actividades más relevantes involucradas en los impactos negativos se enlistan en seguida: a) la obra civil y construcción de vialidades, debido a que en su ejecución se generará ruido, levantamiento de polvos, pérdida de porosidad y calidad del paisaje, modificación a la topografía, así como el aumento de temperatura por el rebote de los rayos solares en vialidades y techos; b) la generación de residuos tenderá a vulnerar la calidad del aire por malos olores, obstruirá el paisaje de forma puntal, y por su ocupación en la superficie, disminuirá los espacios de infiltración y; c) el transporte de material, equipo y personal, provocará levantamiento de polvos y ruido, pérdida de porosidad en los caminos de terracería, así como la interrupción de la distribución de la fauna.

Operación

Esta es la última etapa del proyecto, la cual se prevé con una duración permanente, y cuenta con sólo 5 actividades relevantes en la matriz de impactos. Aquellas actividades tendrán beneficio al sistema ambiental son: a) el mantenimiento de jardinería, ya que fortalecerá las propiedades del suelo como su porosidad, cobertura y capacidad de infiltración, además de agregar elementos que nutran al paisaje, y ser fuente de alimentos para especies de aves, reptiles y anfibios; b) el mantenimiento de vialidades tenderá a ayudar a que la nueva topografía de las vialidades permanezca estable, disminuyendo aquellos baches, socavones o zonas accidentadas por el paso continuo de los coches.

En cuanto a las actividades que afectarán de forma negativa, se consideran las siguientes: a) el consumo de agua traerá a largo plazo la disminución del volumen de agua en la zona y; b) el impacto vial tendrá como consecuencia el aumento del ruido en la zona del proyecto, así como la emisión de partículas contaminantes, siendo un efecto directo desfavorecedor a los servicios ambientales como la captura la captura de carbono y la modulación del clima.

**Índice de Importancia de los impactos**

De acuerdo con la metodología propuesta por Gómez Orea (1984), descrita con anterioridad, los impactos con la mayor importancia que se podrán ocasionar en la etapa de preparación del sitio son: la pérdida de riqueza y estructura en la flora, la afectación en el estrato arbóreo y arbustivo, la interrupción de distribución de fauna, la disminución de la captura de carbono y modulación del clima, efectos que se vinculan directamente al derribo de arbolado y despalme.

En la etapa de construcción, los agentes ambientales con mayor importancia son: el ruido, la calidad en el paisaje, la calidad del aire y la pérdida de infiltración, en consecuencia, a las actividades de obra civil, introducción de la jardinería, transporte de material, equipo y personal.

Finalmente, en la operación, los impactos con mayor valor en la evaluación son: la calidad del aire, el ruido, la calidad del paisaje y el crecimiento de la economía local, con origen en las actividades de mantenimiento a la jardinería, generación de residuos sólidos urbanos e impacto vial.

**Significancia de los impactos**

Ahora, si al poner en práctica la metodología propuesta por Sorensen (1971) y al mismo tiempo usando las categorías de escala de impactos modificada para efectos del presente proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

| Etapa | Tipo de impacto | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Insignificante | Intrascendente | Perceptible | Notorio | Significativo |
| **Preparación del sitio** | 0 | 28 | 50 | 22 | 3 |
| **Construcción** | 0 | 10 | 50 | 8 | 0 |
| **Operación** | 0 | 12 | 13 | 5 | 0 |

*Tabla V.1. Significancia de los impactos por etapas*

| Etapa | Tipo de impacto | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intrascendente | | Perceptible | | Notorio | | Significativo | |
| | Positivo | Negativo | Positivo | Negativo | Positivo | Negativo | Positivo | Negativo |
| **Preparación del sitio** | 10 | 18 | 32 | 18 | 19 | 3 | 3 | 0 |
| **Construcción** | 7 | 3 | 27 | 23 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| **Operación** | 2 | 10 | 7 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 |

*Tabla V.2. Significancia de los impactos por etapa y clase*

Preparación del sitio

En esta etapa se identifican 103 impactos, distribuidos en 28 intrascendentes, 50 perceptibles, 22 notorios y 3 significativos. Los impactos intrascendentes positivos están relacionados a la plática de asesoramiento en materia ambiental, marcaje de arbolado y reubicación de fauna, actividades enfocadas como medida de prevención para que los trabajadores e involucrados tengan previsto el cuidado de la fauna, flora y los causes de agua; mientras que las actividades con impactos intrascendentes negativos son la instalación de obras provisionales y la generación de residuos sólidos urbanos, impactando de forma directa la pérdida de porosidad, infiltración y cobertura, así como la emisión de malos olores.

Los impactos perceptibles positivos se desprenden del manejo de residuos vegetales, al propiciar nueva cobertura al suelo, conservación de humedad y disminución de la erosión, al igual que la inversión económica, la cual busca generar empleos temporales e incentivar el consumo de bienes y servicios de la localidad. En cuanto a los negativos perceptibles, las actividades que más aportaron a estos efectos son el derribo de arbolado y despalme, por la generación de polvos, pérdida de cobertura y porosidad en el suelo, modificación en la topografía y el paisaje y vulneración a la distribución de especies de fauna, especialmente en anfibios, reptiles y mamíferos.

Para las reacciones positivas notorias, las actividades vinculadas son la inversión económica y la contratación de personal de la región, trayendo beneficios directos en la calidad de vida de los trabajadores y el derrame económico a otras actividades relacionadas con el sector turístico y de servicios. Por otro lado, las los efectos negativos notorios tienen que ver más con el derribo de arbolado, despalme, cortes y excavaciones, al generar la pérdida de masa forestal, la disminución de servicios ambientales, y los cambios fisicoquímicos del suelo, como temperatura, Ph, humedad y aireación del suelo.

En lo que respecta a los impactos negativos de significativos, las acciones involucradas son el derribo de arbolado y el despalme, al provocar a largo plazo el descenso de la riqueza florística y el desplazamiento de la fauna silvestre.

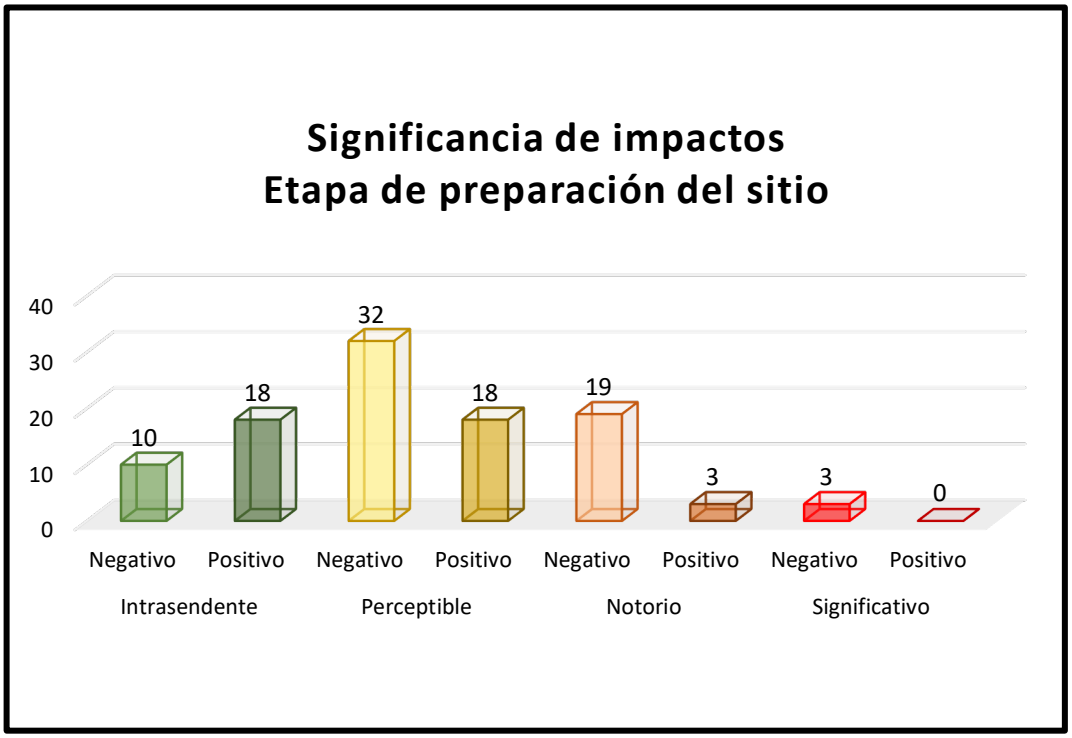



*Figura V.1. Significancia de los impactos por clase (preparación del sitio)*

Construcción

En el desarrollo de la urbanización y edificación del proyecto, se encuentran 68 impactos identificados: 10 intrascendentes, 50 perceptibles y 8 notorios.

Los impactos intrascendentes podrían perjudicar a la calidad del agua, por la generación de lixiviados y remanentes líquidos (concreto, líquidos de oxidación, etc), por la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, además, se considera que el transporte de material y personal podría generar ruidos y vibraciones que ahuyenten a la fauna local. Para el caso el de los impactos intrascendentes positivos, se consideró que el mejoramiento del estrato herbáceo y la porosidad del suelo, por acciones relacionadas a la introducción de jardinería.

Los elementos del sistema ambiental con mayores efectos negativos perceptibles son el ruido, la calidad del aire, la calidad del paisaje y la topografía, por acciones relacionadas a todo el proceso constructivo, la pavimentación de vialidades y el transporte de material y personal. En lo que respecta a

los alcances positivos perceptibles, la actividad que más aporta es la introducción al a jardinería, por ser fuente de alimentos de la fauna pequeña y por enriquecer la estructura de la flora.

Para los impactos negativos notorios, las actividades más relevantes en este aspecto fueron la obra civil y la construcción de vialidades, en afectación al ruido, el paisaje e infiltración; en tanto a los impactos positivos notorios, se encuentra la contratación del personal que ejercerá actividades relacionadas a la edificación, urbanización y acciones asociadas al proceso constructivo.

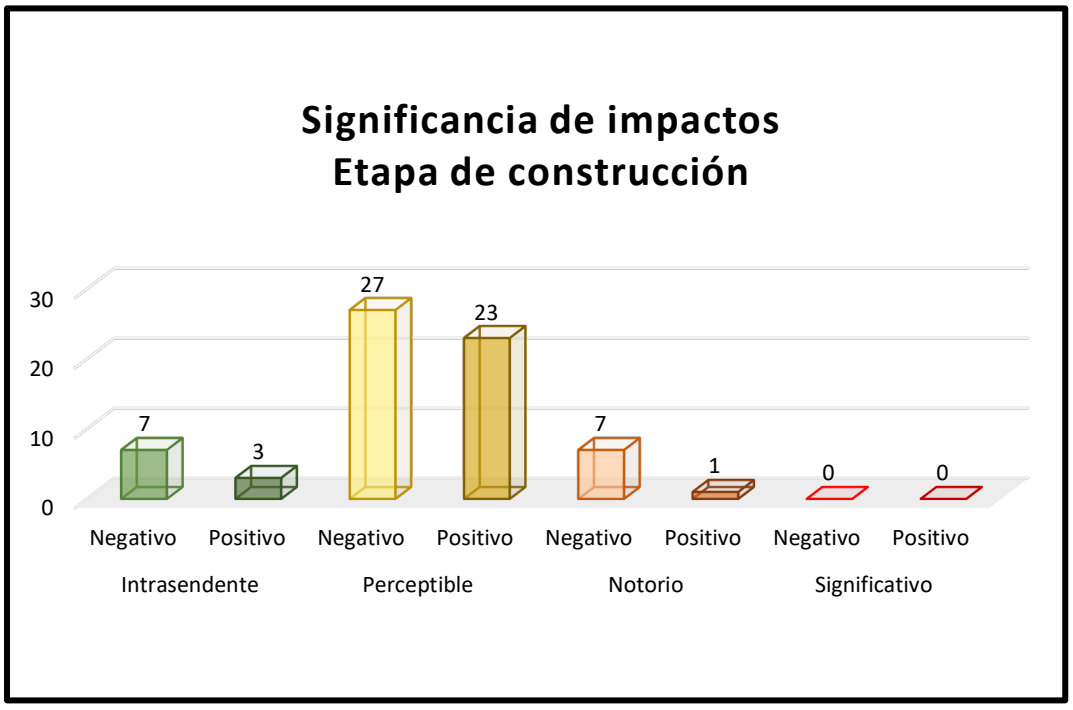



*Figura V.2. Significancia de los impactos por clase (construcción)*

Operación

Por último, en la etapa de operación del proyecto se encontraron 30 impactos (12 intrascendentes, 13 perceptibles y 5 notorios). Los efectos intrascendentes negativos se vinculan en el impacto vial, al generar modificaciones en la regulación del clima e interrumpir los caminos de la fauna nativa, mientras que los efectos positivos de esta misma escala, se clasifican en el crecimiento de la economía local por las actividades de mantenimiento de jardinería y vialidades y recolección de residuos.

Respecto a los impactos negativos perceptibles se considera afectada la disponibilidad del agua y la generación de ruido por la recolección de residuos y mantenimiento de vialidades, siendo sólo

benéficas aquellas relacionadas con el mantenimiento de áreas verdes, por la incentivación de empleos, mejora en el paisaje y la calidad del aire.

Ahora bien, los efectos negativos notorios van de la mano con el impacto vial, siendo éste el causante de ruido, disminución en la captura de carbono y en la calidad del aire.

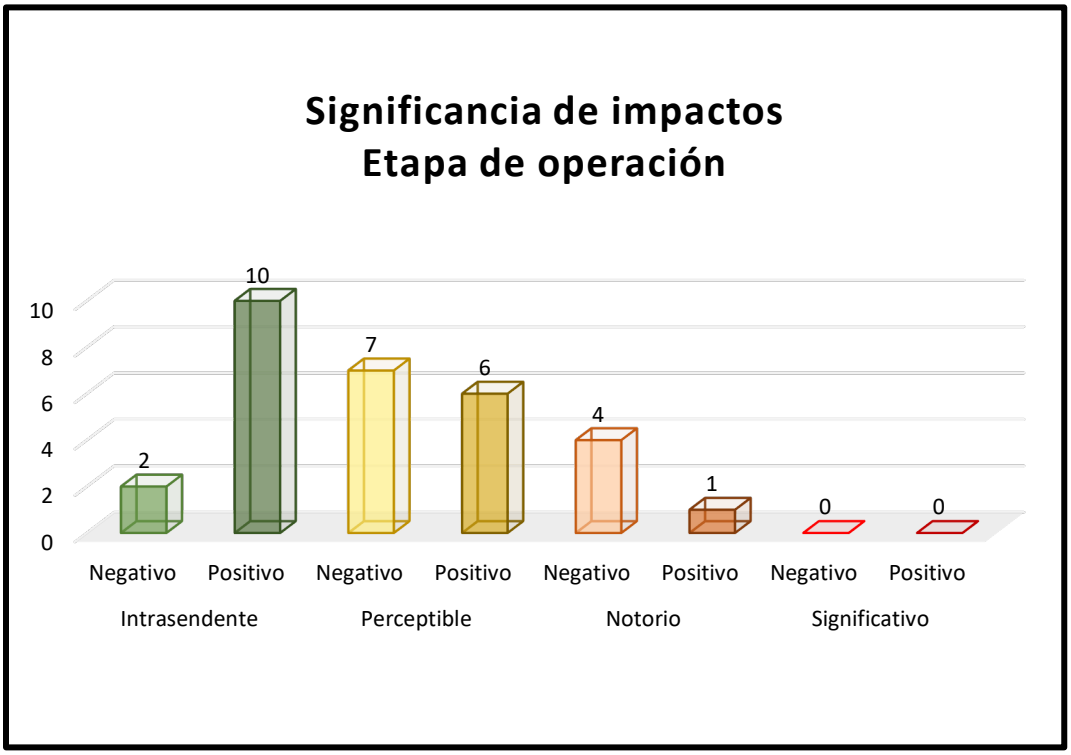



*Figura V.3. Significancia de los impactos por clase (operación)*

## V.6. Conclusiones

Una vez estudiado y analizado todas las posibilidades de interacción entre las actividades del proyecto y los elementos del sistema ambiental, se considera que aquellos impactos más relevantes son los relacionados a la pérdida de cobertura vegetal, la pérdida de masa forestal, la modificación del paisaje, la alteración de la topografía por terreplaneo y cortes, los cambios en la distribución y estructura de la fauna y flora, la modificación de temperatura en el microclima de la zona de estudio, el aumento de los niveles sonoros, emisión de contaminantes por uso de combustibles y reducción de la superficie susceptible a infiltración. Todos estos impactos son permanentes, irreversibles y directos, sin embargo, se considera que estos efectos son puntuales, por lo que son susceptibles a disiparse considerando la

proporcionalidad que la superficie del proyecto representa respecto a la zona valle del sistema ambiental, que es donde se asiente el desarrollo **ECOTERRA PARAISO 33 Ha**.

Adicionalmente, se propone una serie de medidas y acciones periódicas que fungirán como agentes de prevención, mitigación y disminución de los efectos adversos considerados en este capítulo, esto, con el fin de decremento en la medida de lo posible los impactos generados durante las tres etapas del proyecto.

**Fuentes consultadas**


- Aguilar, C., Martínez, E., y Arriaga, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: qué tan grave es el problema en México. CONABIO. Biodiversitas, Vo. 30, pág. 7-11.
- Archer, N., Otten, W., Schmidt, S., Glyn, A., Shah, N., and Bonell, M. (2015). *Rainfall infiltration and soil hydrological characteristics below ancient forest, planted forest and grassland in a temperate northern climate.* Ecohidrology. British Geological Survey.
- Aston, A.R. (1979). *Rainfall interception by eight small trees.* Journal of hidrology. Vol. 42. Pág. 383-396.
- Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1992). *Les mots de la géographie, dictionnaire critique*. Montpellier/Paris/Reclus/La Documentation Française.
- Busnel, R.G. y Fletcher, J. (1978). *Effects of noise on Wildlife.* 9th International Congress of Acoustics. Madrid, Spain.
- Buttle, J. M., and D. A. House. (1997). Spatial variability of saturated hydraulic conductivity in shallow macroporous soils in a forested basin. J. Hydrol. 203: 127–142.
- Calder, R. I. (1996). *Dependence of rainfall interception on drop size: 1. Development of the two-layer stochastic model.* Journal of hidrology. Vol. 185. Pág. 363-378.
- Ceballos, G. y Valenzuela, D. (2010). *Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica.*
- Charney, J.G. (1975). *Dynamics of deserts and drought in the Sahel*. Q.J.R. Meteorol. Soc., pág. 193-202.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Puerto Vallarta (1427), estado de Jalisco.* Ciudad de México.
- Custodio, E. (1983). *Hidráulica de captaciones de agua subterránea*. Hidrología Subterránea, pág. 969-981.
- Dalmasso, A., y Candia, R., y Llera, J. (1997). *La vegetación como indicadora de lacontaminación por polvo atmosférico.* Multequina, núm. 6, 85-91. Mendoza, Argentina.
- Dixon, R. M., y Peterson, A. E. (1971). *Water infiltration control: A channel system concept*. Soil Sci. Soc. Am. pág.: 968–973.
- Dunne, T., W. Zhang, and B. F. Aubry. (1991). *Effects of rainfall, vegetation, and microtopography on infiltration and runoff*. Water Resources Res. pág. 2271–2285.
- Gayoso, J. y Alarcón, D. (1999). *Guía de conservación de suelos forestales.* Proyecto de certificación de manejo forestal en las regiones de octava, décima y duodécima. Universidad Austral de Chile.

- Goel, N. S. y Norman, J. M. (1992*). Biospheric models, rneasurements and remote sensing of vegetation*. ISPRS, Journal of Photogremmetry and Remote Sensing, no. 47. pág. 163-188.
- Gómez Orea, D. (1984). *Metodología general para la evaluación de impacto ambiental.* Dirección General de Medio Ambiente. Madrid.
- González, M. (2005). *Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos.* Terra Latinoamericana. Vol. 23, No. 1, pág. 29-37.
- Gros, C. (2002). *La relación "Paisaje-turismo-desarrollo local": Examen de su significado en publicaciones recientes de divulgación territorial*. Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario, Vol. 6, pág. 123–133.
- ITM. Instituto Mexicano del Transporte. (2003). *Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero en el estado de Jalisco.* No. 78.
- Jarrett, A. R., y J. R. Hoover. (1985). *Evaluating the effect of increasing concentrations of CO2 on infiltration rate*. Trans. ASAE. pág. 179–182.
- Labandeira, X. (1995). *Spanish SO2 Emissions and the Damage to Forests in Europe.* Manuscrito, CSERGE (Centre for Social and Economic Research on the Global Environment), University College London y University of East Anglia.
- Leopold, L. Clarke, B. Hanshaw y J. R. Balsley, (1971*). A procedure for evaluating environmental impact.* Geological Survey. Circ. 645, G.O.P., Washington DC, pág. 13.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). *La teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton, New Jersey.
- Magrini, A. (1990). *A Avaliaçâo de impactos ambientais.* Meio ambiente. Aspectos técnicos e económicos (Ed. S. Margulis). Ipea: Brasilia. pág. 238.
- Masera, O., De Jong, B. Ricalde, I. y A. Ordoñez. (2000). Consolidación de la Oficina para la Mexicana de Mitigación de Gases de Efecto invernadero. Reporte Final. INE-UNAM.
- Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M. y Villar, S. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados.* España: Elecé Industria Gráfica. Informe de vigilancia tecnológica.
- Postnote (2009). *Biodiversity and Climate Change.* Parliamentary Office of Science and Technology. United Kingdom.
- Radle, A.L. (2007) *Effect of Noise on Wildlife: A Literature Review*.
- Rutter, A.J., Morton, A.J., y Robins, P. C. (1975). *A predictive model of rainfall interception in forests.* Journal o Applied Ecology. Vol. 12, núm. 1, pág. 367-380. London.
- Rodríguez, A. y Sánchez, C. (s.f.) *Lluvia ácida y sus efectos.* Universidad Mayor de San Simón.

- Sanz C., J.L. (1991). *Concepto de impacto ambiental y su evaluación*. Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. pág. 302.
- Sorensen, J.C. (1971). *A framework for identification and control of resource degradation and conflict in the multiple use of the coastal zone*. Master Thesis, Department of the landscape Architecture, University of California at Berkeley, CA.
- Wainwright, J., Mulligan, M., y ThornesJ. B. (1999). *Plants and water in drylands*. Ecohydrology. pág. 78–126, New York.
- Wilson, E. O. (1999). The Diversity of Life. Norton and Company. 2nd edition.
- WRI. (2001). *Evaluating carbon sequestration projects: A first attempt*. World Resources Institute, Washington DC. Disponible en: www.wri.org
- Yáñez-Sandoval, A. (2004). *La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?* Gaceta Ecológica, núm. 70, pág. 5-18. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Distrito Federal, México.

## CONTENIDO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ..... 3

VI.1. Análisis de la biodiversidad. ..... 3

VI.2. Análisis de la erosión del suelo ..... 19

VI.3. Análisis de disminución en la captación del agua (infiltración). ..... 26

VI.4. Justificación social ..... 33

VI.5. Justificación económica ..... 38

*Tabla VI.1. Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbóreo encontradas en la CHF y área de CUSTF.* ..... *5*

*Tabla VI.2. Comparación de presencia y ausencia de especies en el área* ..... *6*

*Tabla VI.3. Índices de diversidad del área de CUSTF y CHF.* ..... *7*

*Tabla VI.4. Densidad (individuos/ha) de las especies del estrato arbustivo encontradas en la CHF y área de CUSTF.* ..... *8*

*Tabla VI.5. Comparación de presencia y ausencia de especies arbustivas en el área sujeta a CUSTF y la CHF.* ..... *9*

*Tabla VI.6. Índices de diversidad estimados para el área de CUSTF y la CHF en el estrato arbustivo.* ..... *10*

*Tabla VI.7. Densidad (Individuos/ha) de las especies del estrato herbáceo registradas en la CHF y en el área de CUSTF.* ..... *11*

*Tabla VI.8. Comparación de presencia y ausencia de especies en el área de CUSTF y de la CHF.* ..... *11*

*Tabla VI.9. Índices de diversidad del área de CUSTF y de la CHF en el estrato herbáceo.* ..... *12*

*Tabla VI.10. Análisis comparativo de la fauna silvestre registrada en la CHF y área de CUSTF.* ..... *14*

*Tabla VI.11. Comparación de los resultados de los índices de diversidad obtenidos de la fauna.* ..... *15*

*Tabla VI.12. Análisis comparativo de la fauna silvestre registrada en la CHF y en el área sujeta a CUSTF.* ..... *18*

*Tabla VI.13. Estimación de Erosión Potencial (R*K*LS) en el área de CUSTF.* ..... *21*

*Tabla VI.14. Estimación de Erosión de Actual (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF.* ..... *22*

*Tabla VI.15. Clasificación de la FAO sobre grados de erosión.* ..... *23*

*Tabla VI.16. Estimación de Erosión con el Proyecto y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN Ecuación Aua= (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF.* ..... *23*

*Tabla VI.17. Barreras de material vegetal muerto.* ..... *24*

*Tabla VI.18. Barrera de material vegetal muerto en curvas a nivel.* ..... *25*

*Tabla VI.19. Datos de suelo a retener.* ..... *25*

*Tabla VI.20. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF.* ..... *26*

*Tabla VI.21. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF con proyecto y sin medidas de mitigación.* ..... *26*

*Tabla VI.22. Estimación del agua que deben de capturar las medidas de mitigación propuestas.* ..... *27*

*Tabla VI.23. Período de retorno de 5 años para la estimación de escurrimiento medio de la Estación Meteorológica La Desembocada (14081).* ..... *30*

*Tabla VI.24. Escurrimiento medio para el período de retorno de 5 años.* ..... *31*

*Tabla VI.25. Lamina de captación por obra "Terrazas Individuales".* ..... *31*

*Tabla VI.26. Número de obras a implementar en el área de CUSTF.* ..... 31
*Tabla VI.27. Resumen de datos obtenidos del Volumen de infiltración en el área de CUSTF.* ..... 32
*Tabla VI.28. Comparación con y sin CUSTF.* ..... 37

*Figura VI.1. Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel.* ..... 25
*Figura VI.2. Terrazas individuales.* ..... 28
*Figura VI.3. Diseño de obras a Tres Bolillo.* ..... 29

# VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

## VI.1. Análisis de la biodiversidad.

**Análisis desde el punto de vista Técnico y Ambiental.**

El Título Quinto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su artículo 117, establece que, para la autorización del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se requiere la presentación de estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que el uso propuesto sea más productivo a largo plazo.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Criterios de excepción.**

En este capítulo se realiza un análisis de los elementos y argumentos técnicos que demuestran que la ejecución del proyecto es amigable con el ambiente al analizar los criterios de excepción los cuales son:

1.- Que no se comprometerá la biodiversidad,
2.- Que no se provocará la erosión de los suelos,
3.- Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en la captación, y
4.- Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

### VI.1.1. Criterio de excepción de biodiversidad (flora)

En lo que corresponde a este primer supuesto, consistente en demostrar que no se comprometerá la biodiversidad característica de la Cuenca Hidrológico Forestal (CHF) o Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto Ecoterra Paraíso; para lo cual, por medio de muestreos de campo, se llevó a cabo la caracterización de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, identificándose solo a la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, que se encuentra en el área sujeta a cambio de uso de suelo, este tipo de vegetación presenta una amplia distribución en la CHF, por lo que la ejecución del proyecto no significa una amenaza para la permanencia del tipo de vegetación existente en la CHF, toda vez que se distribuye mucho más allá de los límites de la afectación prevista.

**Estrato arbóreo**

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato arbóreo de la vegetación registrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo y el ecosistema en la CHF, correspondiente a la densidad (número de individuos /ha) y al Índice de Valor de Importancia (IVI) por especies.

| No. | Especie | Densidad Ind/ha | | IVI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| 1 | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | 2 | 2 | 2.31 | 3.13 |
| 2 | Acacia hindsii Benth. | 2 | 2 | 2.11 | 3.63 |
| 3 | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 4 | 4 | 8.17 | 16.08 |
| 4 | Albizia occidentalis Brandegee | 4 | 4 | 2.34 | 3.6 |
| 5 | Bauhinia pauletia Pers. | 4 | 26 | 2.34 | 9.41 |
| 6 | Bauhinia ungulata L. | 30 | 52 | 8 | 22.32 |
| 7 | Bursera simaruba (L.) Sarg. | 12 | | 12.83 | |
| 8 | Casearia dolichophylla Standl. | 2 | 10 | 0.3 | 5 |
| 9 | Cnidoscolus spinosus Lundell | 14 | 2 | 7.39 | 3.13 |
| 10 | Coccoloba barbadensis Jacq. | | 2 | | 3.63 |
| 11 | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. | 30 | 68 | 20.19 | 57.34 |
| 12 | Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz | 18 | | 6.02 | |
| 13 | Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. | 28 | | 36.55 | |
| 14 | Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn. | 4 | | 2.34 | |
| 15 | Guazuma ulmifolia Lam. | 218 | 42 | 34.76 | 22.3 |
| 16 | Heliocarpus pallidus Rose | 4 | 2 | 2.61 | 3.13 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **17** | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | 10 | | 4.7 | |
| **18** | Jacaratia mexicana A. DC. | 8 | | 6.87 | |
| **19** | Jacquinia macrocarpa Cav. | 2 | | 2.11 | |
| **20** | Luehea candida (DC.) Mart. | 124 | 82 | 28.85 | 31.65 |
| **21** | Lysiloma microphyllum Benth. | 16 | 66 | 10.74 | 23.42 |
| **22** | Mimosa costenya McVaugh | | 2 | | 3.13 |
| **23** | Pisonia aculeata L. | 6 | 6 | 2.57 | 4.07 |
| **24** | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | 12 | 4 | 16.61 | 8.76 |
| **25** | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 190 | 2 | 29.73 | 3.13 |
| **26** | Randia armata (Sw.) DC. | 2 | | 2.31 | |
| **27** | Sapium pedicellatum Huber | 2 | | 3.11 | |
| **28** | Spondias mombin L. | 16 | 2 | 5.8 | 3.13 |
| **29** | Tabebuia rosea (Bertol.) DC. | 4 | | 3.14 | |
| **30** | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | 6 | 2 | 2.57 | 3.13 |
| **31** | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | | 6 | | 5.57 |
| **32** | Trichilia trifolia L. | 12 | | 3.25 | |
| **33** | Vitex mollis Kunth | | 2 | | 5.63 |
| **34** | Vitex pyramidata B.L. Rob. | 82 | 36 | 26.56 | 52.52 |
| **35** | Wimmeria persicifolia Radlk. | 8 | | 2.8 | |
| **36** | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | | 2 | | 3.13 |

Tabla VI.1. Densidad (Número de individuos/ha) de las especies del estrato arbóreo encontradas en la CHF y área de CUSTF.

***Análisis:***

En el área de CUSTF, la riqueza específica es de 24 especies y para la CHF se de 31. Las especies *Bauhinia pauletia, Bauhinia ungulata, Casearia dolichophylla, Cochlospermum vitifolium y Lysiloma microphyllum* su densidad (individuos por ha) es mayor en el área de CUSTF que en la CHF, por lo que dichas especies se consideran en la propuesta del programa de reforestación, a fin de que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se aplicará, entre otras medidas de mitigación, un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, el cual se anexa al presente estudio.

En siguiente tabla se presenta una **comparación de presencia y ausencia** de especies entre el área de CUSTF y la CHF.

| No. | Especie | Presencia y ausencia de especies | |
|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF |
| 1 | Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. | X | X |
| 2 | Acacia hindsii Benth. | X | X |
| 3 | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | X | X |
| 4 | Albizia occidentalis Brandegee | X | X |
| 5 | Bauhinia pauletia Pers. | X | X |
| 6 | Bauhinia ungulata L. | X | X |
| 7 | Bursera simaruba (L.) Sarg. | X | |
| 8 | Casearia dolichophylla Standl. | X | X |
| 9 | Cnidoscolus spinosus Lundell | X | X |
| 10 | Coccoloba barbadensis Jacq. | | X |
| 11 | Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. | X | X |
| 12 | Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz | X | |
| 13 | Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. | X | |
| 14 | Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn. | X | |
| 15 | Guazuma ulmifolia Lam. | X | X |
| 16 | Heliocarpus pallidus Rose | X | X |
| 17 | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | X | |
| 18 | Jacaratia mexicana A. DC. | X | |
| 19 | Jacquinia macrocarpa Cav. | X | |
| 20 | Luehea candida (DC.) Mart. | X | X |
| 21 | Lysiloma microphyllum Benth. | X | X |
| 22 | Mimosa costenya McVaugh | | X |
| 23 | Pisonia aculeata L. | X | X |
| 24 | Pseudobombax palmeri (S. Watson) Dugand | X | X |
| 25 | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | X | X |
| 26 | Randia armata (Sw.) DC. | X | |
| 27 | Sapium pedicellatum Huber | X | |
| 28 | Spondias mombin L. | X | X |
| 29 | Tabebuia rosea (Bertol.) DC. | X | |
| 30 | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | X | X |
| 31 | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | | X |
| 32 | Trichilia trifolia L. | X | |
| 33 | Vitex mollis Kunth | X | X |
| 34 | Vitex pyramidata B.L. Rob. | X | X |
| 35 | Wimmeria persicifolia Radlk. | X | |
| 36 | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | | X |

*Tabla VI.2. Comparación de presencia y ausencia de especies en el área*

***Análisis:***

De las especies encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo, la *Coccoloba barbadensis, , Mimosa costenya, Thevetia ovata, Vitex mollis y Zanthoxylum fagara* no se encuentran en la CHF, por lo que dichas especies se consideran en la propuesta del programa de reforestación para que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se aplicará, entre otras medidas de mitigación, un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, los cuales se anexan al presente estudio.

Por otro lado en la tabla VI.3, se señalan los **índices de biodiversidad** determinados para la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, tanto para el área sujeta a cambio de uso de suelo como para la CHF, respectivamente.

| Estrato | Riqueza | | Índice de Shannon | | Equidad | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| **Arbóreo** | 31 | 24 | 2.42 | 2.37 | 0.71 | 0.75 |

*Tabla VI.3. Índices de diversidad del área de CUSTF y CHF.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo, dio como resultado que la diversidad en el área de CUSTF y en la CHF es relativamente igual, considerada entre baja y moderada; así mismo se puede observar que no existen especies que empiecen a dominar sobre otras, ya que en este estrato se encuentran equitativamente distribuidas.

***Estrato arbustivo***

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato arbustivo de la vegetación registrada en el área sujeta a CUSTF y el ecosistema en la CHF, correspondiente a la densidad (número de individuos /ha) y al IVI por especie.

| No. | Especie | Densidad Ind/ha | | IVI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| **1** | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | 20 | 40 | 19.36 | 9.67 |
| **2** | Bauhinia pauletia Pers. | | 240 | | 25.13 |
| **3** | Bauhinia ungulata L. | 420 | 220 | 51.57 | 22.51 |
| **4** | Bixa orellana L. | | 80 | | 12.78 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **5** | Brickellia coulteri A. Gray | 60 | 100 | 16.3 | 14.85 |
| **6** | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | | 20 | | 6.5 |
| **7** | Casearia dolichophylla Standl. | 180 | 340 | 38.14 | 30.68 |
| **8** | Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. | 40 | | 19.37 | |
| **9** | Cnidoscolus spinosus Lundell | 80 | 60 | 27.52 | 6.84 |
| **10** | Guazuma ulmifolia Lam. | 220 | 20 | 43.68 | 6.5 |
| **11** | Helicteres guazumifolia Kunth | | 40 | | 7.5 |
| **12** | Hymenaea courbaril L. | | 60 | | 15.15 |
| **13** | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | 20 | | 12.91 | |
| **14** | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | | 20 | | 6.5 |
| **15** | Jacquinia macrocarpa Cav. | | 20 | | 6.5 |
| **16** | Luehea candida (DC.) Mart. | | 100 | | 14.85 |
| **17** | Lygodium venustum Sw. | | 120 | | 15.33 |
| **18** | Lysiloma microphyllum Benth. | 20 | | 12.91 | |
| **19** | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | | 20 | | 6.5 |
| **20** | Mimosa quadrivalvis L. | | 180 | | 17.74 |
| **21** | Pisonia aculeata L. | | 20 | | 9.82 |
| **22** | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | 40 | 20 | 11.38 | 6.5 |
| **23** | Randia armata (Sw.) DC. | | 60 | | 9.84 |
| **24** | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | | 20 | | 6.5 |
| **25** | Senna alata (L.) Roxb. | | 40 | | 7.5 |
| **26** | Solanum ferrugineum Jacq. | | 20 | | 6.5 |
| **27** | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | | 40 | | 8.84 |
| **28** | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | 60 | 40 | 21.06 | 5.84 |
| **29** | Vitex mollis Kunth | | 40 | | 6.67 |
| **30** | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | | 20 | | 6.5 |
| **31** | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | 20 | | 25.81 | |

*Tabla VI.4. Densidad (individuos/ha) de las especies del estrato arbustivo encontradas en la CHF y área de CUSTF.*

***Análisis***

En el área sujeta a CUSTF, la riqueza específica es 27 especies y en la CHF se presenta una riqueza de 12 especies. Por otro lado todas las especies que se encuentran en el área de CUSTF, presentar in Índice de valor de importancia menor en comparación con los de la CHF, por lo que no se pone en riesgo estas especies.

En tabla siguiente se presenta una **comparación de presencia y ausencia** de especies registradas en el estrato arbustivo entre el área de CUSTF y la CHF.

| No. | Especie | Presencia y ausencia de especies | |
|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF |
| 1 | Acrocomia mexicana Karw. ex Mart. | X | X |
| 2 | Bauhinia pauletia Pers. | | X |
| 3 | Bauhinia ungulata L. | X | X |
| 4 | Bixa orellana L. | | X |
| 5 | Brickellia coulteri A. Gray | X | X |
| 6 | Byrsonima crassifolia (L.) Kunth | | X |
| 7 | Casearia dolichophylla Standl. | X | X |
| 8 | Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. | X | |
| 9 | Cnidoscolus spinosus Lundell | X | X |
| 10 | Guazuma ulmifolia Lam. | X | X |
| 11 | Helicteres guazumifolia Kunth | | X |
| 12 | Hymenaea courbaril L. | | X |
| 13 | Ipomoea murucoides Roem. & Schult. | X | |
| 14 | Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. | | X |
| 15 | Jacquinia macrocarpa Cav. | | X |
| 16 | Luehea candida (DC.) Mart. | | X |
| 17 | Lygodium venustum Sw. | | X |
| 18 | Lysiloma microphyllum Benth. | X | |
| 19 | Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. | | X |
| 20 | Mimosa quadrivalvis L. | | X |
| 21 | Pisonia aculeata L. | | X |
| 22 | Psidium sartorianum (O. Berg) Nied. | X | X |
| 23 | Randia armata (Sw.) DC. | | X |
| 24 | Sabal rosei (O.F. Cook) Becc. | | X |
| 25 | Senna alata (L.) Roxb. | | X |
| 26 | Solanum ferrugineum Jacq. | | X |
| 27 | Tabernaemontana tomentosa (Greenm.) A.O. Simões & M.E. Endress | | X |
| 28 | Thevetia ovata (Cav.) A. DC. | X | X |
| 29 | Vitex mollis Kunth | | X |
| 30 | Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl. | | X |
| 31 | Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. | X | |

*Tabla VI.5. Comparación de presencia y ausencia de especies arbustivas en el área sujeta a CUSTF y la CHF.*

***Análisis:***

De las especies encontradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo: *Bauhinia pauletia, Bixa orellana, Byrsonima crassifolia, Helicteres guazumifolia, Hymenaea courbaril, Iresine diffusa, Jacquinia macrocarpa, Luehea candida, Lygodium venustum, Mimosa albida, Mimosa quadrivalvis, Pisonia aculeata, Randia armata, Sabal rosei, Senna alata, Solanum ferrugineum, Tabernaemontana tomentosa, Vitex mollis y Xylosma flexuosa* no se registraron en la CHF, sin embargo si se observaron

en dicha CHF, por lo que se consideran en la propuesta del programa de reforestación para que no se vean afectadas al realizar el cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se aplicará, entre otras medidas de mitigación, un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, mismo que se anexa al presente estudio.

A continuación, se presentan los **índices de biodiversidad** para el área sujeta a CUSTF y de la CHF.

| Estrato | Riqueza | | Índice de Shannon | | Equidad | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| **Arbustivo** | 12 | 27 | 1.96 | 2.86 | 0.79 | 0.87 |

*Tabla VI.6. Índices de diversidad estimados para el área de CUSTF y la CHF en el estrato arbustivo.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo, dio como resultado que la diversidad es más alta en el área de CUSTF con relación a la CHF, esto se debe a que en el área de CUSTF se presenta más disturbio de la vegetación, derivado del incremento acelerado de los asentamientos humanos y de los pastizales inducidos; asimismo, se puede observar tanto en el área de CUSTF como en la CHF que no hay dominancia de las especies, ya que estas se encuentran equitativamente distribuidas.

**Estrato herbáceo**

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre la composición y estructura de las especies de flora presentes en el estrato herbáceo de la vegetación registrada en el área de CUSTF y el ecosistema en la CHF, correspondiente a la densidad (número de individuos /ha) y al IVI por especie.

| No. | Especie | Densidad Ind/ha | | IVI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| **1** | Brickellia coulteri A. Gray | | 200 | | 16.88 |
| **2** | Calopogonium mucunoides Desv. | | 267 | | 21.91 |
| **3** | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | | 1,400 | | 39.46 |
| **4** | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 3,200 | | 64.27 | |
| **5** | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 3,467 | 2,600 | 53.91 | 60.78 |
| **6** | Entada polystachya (L.) DC. | | 133 | | 16.02 |
| **7** | Henrya insularis Nees | 2,467 | 800 | 48.07 | 26.27 |
| **8** | Hyptis suaveolens (L.) Poit. | 67 | | 20.87 | |
| **9** | Ipomoea bracteata Cav. | | 200 | | 15.61 |
| **10** | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 3,000 | 667 | 55.97 | 31.25 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **11** | Malachra capitata (L.) L. | | 267 | | 15.21 |
| **12** | Passiflora porphyretica Mast. | 133 | 133 | 26.65 | 20.18 |
| **13** | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 600 | 1,067 | 30.26 | 36.42 |

*Tabla VI.7. Densidad (Individuos/ha) de las especies del estrato herbáceo registradas en la CHF y en el área de CUSTF.*

En el área sujeta a CUSTF, la riqueza específica es de 11 especies y para la CHF es de 7, por otro lado la mayoría de las especies de la CHF presentar un IVI superior al de las registradas en el CUSTF; cabe señalar que por las características del proyecto, se propiciará la regeneración natural de las distintas especies del estrato herbáceo en el área sujeta a CUSTF que no interfieran con el proyecto. Adicionalmente, en el área donde se efectuará la reforestación, también se propiciará la regeneración natural del estrato herbáceo.

En la tabla siguiente se presenta una **comparación de presencia y ausencia** de especies registradas en el área de CUSTF y de la CHF.

| No. | Especie | Densidad Ind/ha | |
|---|---|---|---|
| | | CHF | CUSTF |
| **1** | Brickellia coulteri A. Gray | | 200 |
| **2** | Calopogonium mucunoides Desv. | | 267 |
| **3** | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | | 1,400 |
| **4** | Chamaecrista nictitans (L.) Moench | 3,200 | |
| **5** | *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 3,467 | 2,600 |
| **6** | Entada polystachya (L.) DC. | | 133 |
| **7** | Henrya insularis Nees | 2,467 | 800 |
| **8** | Hyptis suaveolens (L.) Poit. | 67 | |
| **9** | Ipomoea bracteata Cav. | | 200 |
| **10** | Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. | 3,000 | 667 |
| **11** | Malachra capitata (L.) L. | | 267 |
| **12** | Passiflora porphyretica Mast. | 133 | 133 |
| **13** | Wissadula amplissima (L.) R.E. Fr. | 600 | 1,067 |

*Tabla VI.8. Comparación de presencia y ausencia de especies en el área de CUSTF y de la CHF..*

Como se mencionó anteriormente, por las características del proyecto, se propiciará la regeneración natural de las distintas especies del estrato herbáceo en el área sujeta a CUSTF que no interfieran con el proyecto, así como en el área donde se efectuará la reforestación.

En la tabla VI.9, se señalan los **índices de diversidad biológica** determinados en el área de CUSTF y de la CHF.

| Estrato | Riqueza | | Índice de Shannon | | Equidad | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF | CHF | CUSTF |
| Herbáceo | 7 | 11 | 1.57 | 1.96 | 0.81 | 0.82 |

*Tabla VI.9. Índices de diversidad del área de CUSTF y de la CHF en el estrato herbáceo.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al índice de Shannon-Wiener y a la Equidad para el estrato herbáceo es relativamente semejante en la CHF como en el área sujeta a CUSTF, no existe dominancia en las especies, si no homogeneidad en ellas.

***Medidas de prevención para la conservación de la biodiversidad para la flora***

- Se prohibirá la extracción de especies de flora silvestre, se llevará a cabo capacitación ambiental al personal de campo involucrado en el CUSTF, asimismo, se realizarán pláticas de concientización al personal que labore en el proyecto, se efectuará la supervisión de los mismos, indicándoles que quien ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la flora.

- Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal, el cual se anexa al presente estudio, lo que permitirá conservar las especies de interés e importancia ecológica en la región.

- Se evitará en todo momento el uso de fuego o defoliantes para realizar las actividades de remoción de vegetación, lo que permitirá conservar los hábitats para la flora silvestre.

- El derribo del arbolado se llevará a cabo usando la técnica de derribo direccional mediante el uso de motosierra y hacha, a fin de que el arbolado no perturbe la vegetación de las zonas aledañas, lo que permitirá conservar los hábitats existentes de flora.

- Se realizará una reforestación con especies nativas de la región (se anexa al estudio el Programa de Reforestación), contemplando el ecosistema afectado por el proyecto.

- Implementación del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal para conservar la estructura que presenta el ecosistema.

Bajo este contexto, la biodiversidad (flora) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el CUSTF con motivo de la ejecución del proyecto, ya que la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de esta vegetación e la CHF.

### VI.1.2. Criterio de excepción de biodiversidad (fauna).

En lo que corresponde a este supuesto, consistente en demostrar que no se comprometerá la biodiversidad (fauna), se presenta un análisis comparativo en cuanto a los individuos de fauna silvestre, mediante la abundancia absoluta y la abundancia relativa presentes en la CHF y en el área de CUSTF (Tabla VI.10).

| Grupo | No | Especie | Registro | | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CHF | CUSTF | | |
| AVES | 1 | *Dendrocygna autumnalis* | 76 | 28 | 104 | 15.830 |
| | 2 | *Ortalis poliocephala* | 9 | 4 | 13 | 1.979 |
| | 3 | *Streptopelia decaocto* | 0 | 7 | 7 | 1.065 |
| | 4 | *Columbina inca* | 2 | 1 | 3 | 0.457 |
| | 5 | *Columbina passerina* | 2 | 3 | 5 | 0.761 |
| | 6 | *Columbina talpacoti* | 0 | 11 | 11 | 1.674 |
| | 7 | *Leptotila verreauxi* | 0 | 3 | 3 | 0.457 |
| | 8 | *Crotophaga sulcirostris* | 9 | 3 | 12 | 1.826 |
| | 9 | *Piaya cayana* | 2 | 0 | 2 | 0.304 |
| | 10 | *Amazilia rutila* | 13 | 62 | 75 | 11.416 |
| | 11 | *Charadrius vociferus* | 3 | 4 | 7 | 1.065 |
| | 12 | *Coragyps atratus* | 4 | 11 | 15 | 2.283 |
| | 13 | *Cathartes aura* | 3 | 1 | 4 | 0.609 |
| | 14 | *Trogon citreolus* | 3 | 4 | 7 | 1.065 |
| | 15 | *Momotus mexicanus* | 2 | 5 | 7 | 1.065 |
| | 16 | *Melanerpes chrysogenys* | 24 | 4 | 28 | 4.262 |
| | 17 | *Eupsittula canicularis* | 17 | 3 | 20 | 3.044 |
| | 18 | *Tityra semifasciata* | 10 | 9 | 19 | 2.892 |
| | 19 | *Pachyramphus aglaiae* | 1 | 2 | 3 | 0.457 |
| | 20 | *Myiarchus tuberculifer* | 4 | 1 | 5 | 0.761 |
| | 21 | *Myiarchus cinerascens* | 1 | 3 | 4 | 0.609 |
| | 22 | *Pitangus sulphuratus* | 19 | 34 | 53 | 8.067 |
| | 23 | *Myiozetetes similis* | 5 | 1 | 6 | 0.913 |
| | 24 | *Myiodynastes luteiventris* | 2 | 2 | 4 | 0.609 |
| | 25 | *Vireo flavoviridis* | 0 | 1 | 1 | 0.152 |
| | 26 | *Hirundo rustica* | 23 | 11 | 34 | 5.175 |

| Grupo | No | Especie | Registro | | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CHF | CUSTF | | |
| | 27 | *Turdus rufopalliatus* | 1 | 0 | 1 | 0.152 |
| | 28 | *Euphonia affinis* | 0 | 1 | 1 | 0.152 |
| | 29 | *Rhodinocichla rosea* | 1 | 0 | 1 | 0.152 |
| | 30 | *Cassiculus melanicterus* | 31 | 18 | 49 | 7.458 |
| | 31 | *Icterus pustulatus* | 30 | 11 | 41 | 6.240 |
| | 32 | *Quiscalus mexicanus* | 36 | 12 | 48 | 7.306 |
| | 33 | *Mniotilta varia* | 2 | 1 | 3 | 0.457 |
| | 34 | *Setophaga petechia* | 4 | 1 | 5 | 0.761 |
| | 35 | *Passerina caerulea* | 0 | 2 | 2 | 0.304 |
| | 36 | *Passerina versicolor* | 2 | 2 | 4 | 0.609 |
| | 37 | *Volatinia jacarina* | 6 | 30 | 36 | 5.479 |
| | 38 | *Saltator coerulescens* | 1 | 1 | 2 | 0.304 |
| | 39 | *Sporophila torqueola* | 5 | 7 | 12 | 1.826 |
| | | | 353 | 304 | **657** | **100.000** |
| MAMIFEROS | 1 | Didelphis virginiana | 2 | 1 | 3 | 6.250 |
| | 2 | Dasypus novemcinctus | 1 | 0 | 1 | 2.083 |
| | 3 | Artibeus jamaicensis | 4 | 1 | 5 | 10.417 |
| | 4 | Desmodus rotundus | 4 | 3 | 7 | 14.583 |
| | 5 | Canis latrans | 6 | 2 | 8 | 16.667 |
| | 6 | Urocyon cinereoargenteus | 3 | 4 | 7 | 14.583 |
| | 7 | Mephitis macroura | 1 | 1 | 2 | 4.167 |
| | 8 | Conepatus leuconotus | 1 | 0 | 1 | 2.083 |
| | 9 | Nasua narica | 5 | 2 | 7 | 14.583 |
| | 10 | Procyon lotor | 1 | 0 | 1 | 2.083 |
| | 11 | Odocoileus virginianus | 1 | 0 | 1 | 2.083 |
| | 12 | Sciurus colliaei | 2 | 3 | 5 | 10.417 |
| | | | 31 | 17 | **48** | **100.00** |
| REPTILES | 1 | *Ctenosaura pectinata* | 3 | 2 | 5 | 10.64 |
| | 2 | *Iguana iguana* | 6 | 2 | 8 | 17.02 |
| | 3 | *Gehyra mutilata* | 1 | 1 | 2 | 4.26 |
| | 4 | *Anolis nebulosus* | 5 | 3 | 8 | 17.02 |
| | 5 | *Aspidoscelis communis* | 15 | 4 | 19 | 40.43 |
| | 6 | *Boa constrictor* | 1 | 0 | 1 | 2.13 |
| | 7 | *Masticophys flagellum* | 2 | 1 | 3 | 6.38 |
| | 8 | *Rhinoclemmys* | 1 | 0 | 1 | 2.13 |
| | | | 34 | 13 | **47** | **100.00** |
| ANFIBIOS | 1 | *Lithobates forreri* | 5 | 2 | 7 | 46.67 |
| | 2 | *Rhinella marina* | 4 | 1 | 5 | 33.33 |
| | 3 | *Incilius mazatlanensis* | 2 | 1 | 3 | 20.00 |
| | | | 11 | 4 | **15** | 100.00 |

*Tabla VI.10. Análisis comparativo de la fauna silvestre registrada en la CHF y área de CUSTF.*

**Análisis**

De acuerdo a lo señalado en la tabla VI.10, se aprecia claramente que todas las especies de fauna registradas durante los muestreos de campo se encuentran ampliamente distribuidas en la CHF, las especies más abundantes de Aves corresponden a *Dendrocygna autumnalis, Amazilia rutila, Pitangus sulphuratus, Cassiculus melanicterus* y *Quiscalus mexicanus*. La abundancia de estas especies obedece que durante los muestreos se observaron en pequeños grupos alimentándose o en conducta de cortejo; así como a su hábito alimenticio, por lo que es común su abundancia durante las mañanas y tardes. En el caso de los mamíferos la especie más abundante corresponde a *Canis latrans* con 8 individuos, seguida de *Nasua narica, Desmodus rotundus y Urocyon cinereoargenteus* con 7 individuos cada una; por otro lado. Con respecto a la abundancia de reptiles, se registró como la más abundante a *Aspidoscelis communis* con 19 individuos, seguida de *Anolis nebulous e Iguana iguana* con 8 individuos cada una, este hecho se debe a que estas especies son muy comunes y frecuentes en esa región. Finalmente *Lithobates forreri* en el grupo de los anfibios es la especie que presenta mayor número de individuos (7). Estos resultados se debe sin duda al periodo de ejecución de los muestreos (abril-junio) periodo en el cual la temperatura en la zona aumenta, razón por la cual los anfibios no pueden realizar sus funciones vitales básicas y su cuerpo se aletarga (brumación) para poder sobrevivir.

Los sitios de muestreo de fauna tanto en la CHF como en el área sujeta a CUSTF, sirvieron para determinar la riqueza, las especies más abundantes, familias más abundantes, índice de Shannon y la equidad, cuyos cálculos y resultados se señalan en el capítulo IV del presente estudio. En la tabla VI.11 se presentan los resultados de los índices de diversidad obtenidos para cada grupo faunístico

| Grupo | No. de Especies | Especie más Abundante | No. de Familias | Familia más Abundante | Índice de Diversidad | Índice de Equitatividad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aves | 39 | *Dendrocygna autumnalis* | 22 | *Icteridae* | 4.32 | 0.82 |
| Mamíferos | 12 | *Canis latrans* | 8 | *Canidae* | 3.23 | 0.90 |
| Anfibios | 3 | Lithobates forreri | 2 | *Bufonidae* | 1.51 | 0.95 |
| Reptiles | 8 | *Aspidoscelis communis* | 7 | *Teiidae* | 2.43 | 0.81 |
| **Total** | **62** | | **39** | | | |

*Tabla VI.11. Comparación de los resultados de los índices de diversidad obtenidos de la fauna.*

La diversidad de las aves presenta una alta diversidad (4.32) (Tabla VI.11), debido a la riqueza de especies registradas, aunque se presenta una dominancia de *Dendrocygna autumnalis* y *Amazilia rutila* con 104 y 75 individuos respectivamente, observados en los sitios de muestreo.

Esta diversidad también se explica porque existe una alta igualdad entre la abundancia de las especies, exceptuando a las 2 especies que dominan en abundancia; ésta igualdad entre las especies se corroboró con el Índice de Equitatividad mostrando un valor de 0.82 (Tabla VI.11)

La diversidad de Mamíferos resultó media con un valor de 3.25 (Tabla VI.11**)**, debido a que la mayoría de las especies presenta una abundancia de 1 a 5 individuos a excepción de *Canis latrans* que se registraron 8 individuos lo que provoca que la diversidad sea poco uniforme; sin embargo los valores de equitatividad son altos al igual que el grupo de las aves derivado a que existe una uniformidad de las especies en cuanto al número de individuos y a la diversidad máxima esperada (Tabla VI.11).

La diversidad de reptiles, es considerada como una diversidad media (2.43) (Tabla VI.11), debido a que existe una dominancia de 1 especie en este grupo *Aspidoscelis communis*. Esta diversidad se ve reflejada en la equitatividad entre especies que resulta con un valor de 0.81, es decir, el resto de las especies mantienen una igualdad entre ellas a pesar de la dominancia de una de ellas (Tabla VI.11).

En el grupo de los anfibios se obtuvo una diversidad más allá de la unidad (1.51) pero muy baja (Tabla VI.11) debido a que solo se registraron 3 especies con la dominancia de una de ellas con 7 individuos (*Lithobates forreri*), lo que provoca a su vez que exista una diversidad baja. Por otro lado la equitatividad de las especies del grupo de los anfibios resulto de 0.95, considerada de media a alta, mostrando que dichas especies se encuentran registradas de manera homogénea en el área de estudio en cuanto al número de ejemplares (Tabla VI.11).

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna silvestre realizado entre los meses de abril a junio; en el área de estudio ocurren 39 especies de aves, 12 de mamíferos, 3 de anfibios y 8 de reptiles, lo que da un total de 62 especies de fauna silvestre registradas en el área de estudio **(Tabla VI.11).**

En la Tabla VI.12, se presenta un **análisis comparativo** en cuanto a los individuos de fauna silvestre registrados en los sitios de muestreo de la CHF y del área sujeta a CUSTF.

| Grupo | No | Especie | PRESENCIA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | CHF | CUSTF |
| AVES | 1 | *Dendrocygna autumnalis* | X | X |
| | 2 | *Ortalis poliocephala* | X | X |
| | 3 | *Streptopelia decaocto* | | X |
| | 4 | *Columbina inca* | X | X |
| | 5 | *Columbina passerina* | X | X |
| | 6 | *Columbina talpacoti* | | X |

| Grupo | No | Especie | PRESENCIA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | CHF | CUSTF |
| | 7 | *Leptotila verreauxi* | | X |
| | 8 | *Crotophaga sulcirostris* | X | X |
| | 9 | *Piaya cayana* | X | |
| | 10 | *Amazilia rutila* | X | X |
| | 11 | *Charadrius vociferus* | X | X |
| | 12 | *Coragyps atratus* | X | X |
| | 13 | *Cathartes aura* | X | X |
| | 14 | *Trogon citreolus* | X | X |
| | 15 | *Momotus mexicanus* | X | X |
| | 16 | *Melanerpes chrysogenys* | X | X |
| | 17 | *Eupsittula canicularis* | X | X |
| | 18 | *Tityra semifasciata* | X | X |
| | 19 | *Pachyramphus aglaiae* | X | X |
| | 20 | *Myiarchus tuberculifer* | X | X |
| | 21 | *Myiarchus cinerascens* | X | X |
| | 22 | *Pitangus sulphuratus* | X | X |
| | 23 | *Myiozetetes similis* | X | X |
| | 24 | *Myiodynastes luteiventris* | X | X |
| | 25 | *Vireo flavoviridis* | | X |
| | 26 | *Hirundo rustica* | X | X |
| | 27 | *Turdus rufopalliatus* | X | |
| | 28 | *Euphonia affinis* | | X |
| | 29 | *Rhodinocichla rosea* | X | |
| | 30 | *Cassiculus melanicterus* | X | X |
| | 31 | *Icterus pustulatus* | X | X |
| | 32 | *Quiscalus mexicanus* | X | X |
| | 33 | *Mniotilta varia* | X | X |
| | 34 | *Setophaga petechia* | X | X |
| | 35 | *Passerina caerulea* | X | X |
| | 36 | *Passerina versicolor* | X | X |
| | 37 | *Volatinia jacarina* | X | X |
| | 38 | *Saltator coerulescens* | X | X |
| | 39 | *Sporophila torqueola* | X | X |
| MAMIFEROS | 40 | Didelphis virginiana | X | X |
| | 41 | Dasypus novemcinctus | X | |
| | 42 | Artibeus jamaicensis | X | X |
| | 43 | Desmodus rotundus | X | X |
| | 44 | Canis latrans | X | X |
| | 45 | Urocyon cinereoargenteus | X | X |
| | 46 | Mephitis macroura | X | X |
| | 47 | Conepatus leuconotus | X | |
| | 48 | Nasua narica | X | X |
| | 49 | Procyon lotor | X | |

| Grupo | No | Especie | PRESENCIA | |
|---|---|---|---|---|
| | | | CHF | CUSTF |
| | 50 | Odocoileus virginianus | X | |
| | 51 | Sciurus colliaei | X | X |
| REPTILES | 52 | *Ctenosaura pectinata* | X | X |
| | 53 | *Iguana iguana* | X | X |
| | 54 | *Gehyra mutilata* | X | X |
| | 55 | *Anolis nebulosus* | X | X |
| | 56 | *Aspidoscelis communis* | X | X |
| | 57 | *Boa constrictor* | X | |
| | 58 | *Masticophys flagellum* | X | X |
| | 59 | *Rhinoclemmys pulcherrima* | X | |
| ANFIBIOS | 60 | *Lithobates forreri* | X | X |
| | 61 | *Rhinella marina* | X | X |
| | 62 | *Incilius mazatlanensis* | X | X |
| | | | X | X |

*Tabla VI.12. Análisis comparativo de la fauna silvestre registrada en la CHF y en el área sujeta a CUSTF.*

- Algunas especies de fauna del grupo de las aves que se encontraron en el área sujeta a CUSTF y que no se encontraron en la CHF, se implementara un Programa de manejo de fauna silvestre, a fin de rescatar toda la fauna que se llegase a encontrar durante el CUSTF y la ejecución del proyecto, poniendo énfasis en las especies que presenten un estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenidos en los índices de Shannon-Wiener, en la CHF es mayor la diversidad en los 4 grupos presentes (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), en comparación con el área sujeta a CUSTF; por lo que no se pone en riesgo la fauna de la CHF,

*Medidas de prevención para la conservación de la biodiversidad para la fauna*

- Se llevará a cabo una capacitación en materia ambiental al personal que labore en el proyecto, a fin de evitar que perturben las especies de fauna del lugar. Asimismo, se prohibirá la extracción y comercialización de la fauna del sitio, realizando pláticas de concientización al personal, advirtiendo que la persona que ignore la prohibición, se hará acreedor a la sanción que imponga la autoridad competente, para lo cual se colocarán letreros alusivos, lo que disminuirá la afectación a la fauna silvestre.

- Se establecerá un límite máximo de velocidad de los vehículos que llegaran a transitar en

los caminos existentes, a fin de evitar cualquier accidente con la fauna, disminuyendo la afectación a la biodiversidad de la fauna.

- Para el caso de la ornitofauna, a fin de evitar la reubicación o manipulación de nidos con polluelos, se dejarán en pie los árboles que se encuentran en el área sujeta a cambio de uso de suelo hasta que los mismos alcancen su madurez y abandonen los nidos.

- Se aplicarán las actividades señaladas en el Programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna (anexo del presente estudio), poniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas de importancia ecológica, y para la toda la fauna en general que se encuentre al momento de realizar el cambio de uso de suelo y cuando se realice la construcción del proyecto, lo que permitirá conservar la biodiversidad de fauna presente en el sitio.

- Se realizara el proyecto en forma paulatina y comenzando de un punto hacia adelante, a fin de permitir el desplazamiento de la fauna, lo que disminuirá la afectación de la biodiversidad de la fauna presente.

- Se evitará el uso de fuego para la remoción de vegetación, así como la aplicación de agroquímicos y plaguicidas que pongan en riesgo a la fauna, lo que permitirá conservar los hábitats y disminuirá la lesión de la fauna silvestre.

Con la aplicación de las medidas de mitigación antes señaladas, la realización del proyecto No comprometerá la fauna silvestre en el área sujeta a cambio de uso de suelo por subcuenca.

Bajo este contexto, la biodiversidad (fauna) no se verá comprometida en la superficie donde se solicita el CUSTF con motivo de la ejecución del proyecto, ya que, con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación antes señaladas, se asegurará la permanencia de la fauna en la CHF.

### VI.2. Análisis de la erosión del suelo

Para dar cumplimiento al desahogo del precepto normativo de excepción relativo a que no se provocará la erosión de los suelos, se presenta a continuación un análisis de la información generada referente a la tasa de erosión en tres escenarios (con vegetación y sin proyecto; sin vegetación y con

proyecto; y con la implementación de las obras de conservación de suelo y agua). Esto de acuerdo a la metodología y cálculos señalados en el capítulo IV del presente estudio.

Para determinar la cantidad de suelo que se pierde actualmente en el área sujeta a CUSTF y con la realización del Cambio de Uso de Suelo para el proyecto **Ecoterra Paraíso**, se empleó la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)**, la cual ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

Las técnicas de predicción de la pérdida de suelo se han desarrollado a lo largo de muchos años, como resultado de la creciente comprensión de los procesos que intervienen en la erosión del suelo. Actualmente, la ecuación más utilizada sobre la predicción de pérdida de suelos es la denominada Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, USLE por sus siglas en inglés (Mtchel y Bubenzer, 1980):

**A= R*K*L*S*C*P**

Done:

A=Es el promedio anual de pérdida de suelo(ton/ha/año).
R=Es el factor de erosividad de la lluvia (MJmm/hahr).
L=Es factor longitud de la pendiente (A dimensional)
S=Es el factor grado de pendiente (A dimensional)
C=Es el factor manejo de cultivo y cobertura (A dimensional)
P=Es el factor de prácticas mecánicas de control de erosión (A dimensional).

**ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL (E) EN EL ÁREA SUJETA A CUSTF.**

Entendiendo como la máxima pérdida de suelo que puede ocurrir cuando éste se encuentra sin cobertura (suelo desnudo permanentemente), sin ninguna práctica de conservación y ha sido arado en el sentido de la pendiente, fue determinada usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), siguiendo los criterios descritos por Páez (1994). El riesgo de erosión hídrica potencial depende sólo de los factores físicos de la tierra: clima, topografía y suelo. Se expresa de la siguiente manera:

Emax = R*K*LS

Las pérdidas de suelo por erosión se obtuvieron mediante el producto de los tres factores: factor Erosividad (R), Factor Erodabilidad (K) y Factor de Longitud y Gradiente de la pendiente (LS), descrita anteriormente. Con esta información y mediante el análisis multiplicativo se obtiene la estimación de la erosión potencial en el área sujeta a CUSTF, ver siguiente tabla.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Erosión Potencial (E) ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 767.37 | 20,002.12 |
| | Total | 26.0658 | | | | 767.37 | 20,002.12 |

*Tabla VI.13. Estimación de Erosión Potencial (R*K*LS) en el área de CUSTF.*

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tuvieran prácticas de conservación de suelo y de agua, se registra una pérdida de suelo de **20,002.12 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **2,000.21** mm;, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

**Escenario A: SIN PROYECTO**

**Estimación de la erosión actual (a) en el área sujeta a CUSTF**

La erosión estimada bajo uso actual (Aua) es la cantidad de suelo estimada que se pierde por erosión, bajo el uso actual de la tierra, es decir, con la(s) cobertura(s) y práctica(s) que actualmente existen:

Aua = R.K.LS.Cua.Pua

Dónde:
Cua = Factores de cobertura actual.
Pua = Factores de práctica actual.

Para estimar la erosión actual en el área de CUSTF es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, de tal forma que si a la ecuación le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la EUPS.

Considerando la cobertura vegetal presente en el proyecto y las condiciones de la cobertura de copa registradas durante el muestreo, se asignaron los valores de ***C*** que se muestran en la **siguiente tabla**; asimismo, el valor asignado a P fue de 1, ya que no se observan obras mecánicas de conservación de suelos en el área de CUSTF.

La estimación de la tasa de erosión actual del suelo se realizó para el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los resultados obtenidos se desglosan en la **tabla siguiente.**

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Factor C | Factor P | Erosión Actual E ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 0.007 | 1.00 | 5.37 | 140.01 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **5.37** | **140.01** |

*Tabla VI.14. Estimación de Erosión de Actual (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF.*

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **140.01 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de **14.00 mm**, si consideramos que **1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.**

**Tasa de Erosión en el área sujeta a CUSTF**

Los valores de los factores empleados en la ecuación EUPS, se obtuvieron de forma particular para la cobertura de copa identificada en la zona del proyecto, de tal forma que en el área solicitada para **CUSTF,** se tiene que actualmente en el **100%** de la superficie se presenta una tasa de erosión clasificada como ***LIGERA*** de acuerdo a la clasificación de FAO, PNUMA y UNESCO (1981), ver siguiente tabla.

| Grados | Perdida de suelo Ton-Ha-Año |
|---|---|
| Nula | 0 |
| Ligera | 0-10 |
| Moderada | 10-50 |
| Severa | 50-200 |
| Muy Severa | Mas de 200 |

Fuente: INEGI (1988), op. Cit.

*Tabla VI.15. Clasificación de la FAO sobre grados de erosión.*

Estos resultados reflejan cierta estabilidad del terreno, lo cual confirma como la cobertura vegetal, actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo, manteniendo el equilibrio entre los procesos erosivos naturales y la edafogenésis del suelo.

**Escenario B: CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

**Estimación de la Erosión en el área sujeta a CUSTF sin la consideración de medidas de mitigación.**

El escenario B que considera el desarrollo del proyecto, incluye el derribo de vegetación y despalme en las áreas destinadas para la instalación del proyecto. Es importante mencionar que las condiciones climáticas que se presenten en el área de CUSTF serán similares, ya que se modificaran únicamente las condiciones de las coberturas de vegetación.

La estimación de la tasa de erosión **CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN** del suelo se realizó para el área de CUSTF, los resultados obtenidos se desglosan en la **siguiente tabla.**

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Factor R | Factor K | Factor LS | Factor C | Factor P | Erosión Con proyecto (E) ton/ha*año | E*Superficie de CUSTF ton/Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 7906.83 | 0.030 | 3.24 | 0.060 | 1.00 | 46.04 | 1,200.13 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **46.04** | **1,200.13** |

*Tabla VI.16. Estimación de Erosión con el Proyecto y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN Ecuación Aua= (R*K*L*S*C*P) en el área de CUSTF.*

La erosión **CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN** nos indica una pérdida de **suelo de 1 200.13 ton/año** en la superficie de **CUSTF**, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **120.01 mm**; si consideramos que **1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.**

**Medidas de mitigación a utilizar**

Con el fin de conservar el suelo en la superficie sujeta a CUSTF, se proponen realizar obras mecánicas a través de **Barreras de material vegetal muerto en curvas a nivel**, medidas que se detallan en el capítulo VII del presente estudio, ver Tabla siguiente.

| Proyecto | Superficie (ha) | EROSIÓN ACTUAL A*SUPERFICIE ton/año | EROSIÓN ACTUAL CONSIDERANDO EL CUSTF A*SUPERFICIE ton/año | Cantidad de Suelo a retener ton/año | Cantidad de Suelo a Retener/Obra (ton) | Longitud de cada Obra (m) | Número de Obras a utilizar | Cantidad de Suelo que retienen las obras (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ecoterra Paraíso** | 26.0658 | 140.01 | 1,200.13 | 1,060.11 | 57.51 | 100 | 18 | 1060.11 |
| Total | **26.0658** | **140.01** | **1,200.13** | **1,060.11** | **57.51** | | **18** | **1,060.11** |

*Tabla VI.17. Barreras de material vegetal muerto.*

**DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS**

Con el objetivo de prevenir el incremento de la pérdida de suelo como consecuencia de la ejecución del CUSTF en el área del proyecto, se prevé la instalación de la obra de conservación denominada**. (Barrera o cordón de material vegetal muerto en curvas a nivel**)

Esta obra, consiste en formar cordones de material vegetal muerto resultante de la remoción de la vegetación siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocan barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los sedimentos provenientes de aguas arriba como parte del proceso erosivo.

El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural del estrato herbáceo (CONAFOR, 2012).

Por otra parte, también hay que considerar la distancia de arrime del material al cordón, en la práctica, se observa que un espaciamiento de 10 metros entre cordones consecutivos es muy adecuado, ya que

el material para su construcción sólo se arrastra 5 metros de arriba y abajo del cordón y eso facilita su construcción, pero pueden espaciarse a mayor distancia, ver siguiente figura.

*Figura VI.1. Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel.*

Para fines de este proyecto se realizarán un total de 18 barreras con una longitud de 100 m, y 30 cm de alto, conforme a la distribución señalada en la tabla anterior.

| No. | Proyecto | Superficie (ha) | Pendiente (%) | Obra 0.30 m de altura | Largo de la obra (m) | Longitud de la Pendiente | A=b*h/2 | Volumen m3 | SR=V*Pv (Vm3*1.2 Ton/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | 26.0658 | 12.52 | 0.30 | 100 | 2.3963 | 0.3595 | 35.945 | 57.512 |
| | **Total** | **26.0658** | | | | | | **35.945** | **57.512** |

*Tabla VI.18. Barrera de material vegetal muerto en curvas a nivel.*

Como conclusión final, se tiene puede mencionar que la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de **905.30 toneladas,** ya que de acuerdo con los cálculos efectuados, se requiere retener o conservar la misma cantidad de **905.30 toneladas** de suelo para evitar aumentar la cantidad actual de suelo perdido por el proceso de erosión, ver siguiente tabla.

| Proyecto | Superficie (ha) | EROSIÓN ACTUAL A*SUPERFICIE ton/año | EROSIÓN ACTUAL CONSIDERANDO EL CUSTF A*SUPERFICIE ton/año | Cantidad de Suelo a retener ton/año | Número de Obras a utilizar | Cantidad de Suelo que retienen las obras (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ecoterra Paraíso** | 26.0658 | 140.01 | 1,200.13 | 1,060.11 | 18 | 1060.11 |
| Total | **26.0658** | **140.01** | **1,200.13** | **1,060.11** | **18** | **1,060.11** |

*Tabla VI.19. Datos de suelo a retener.*

En virtud de lo anterior, con la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación antes señaladas, no se compromete la pérdida de suelo que se tiene actualmente en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

## VI.3. Análisis de disminución en la captación del agua (infiltración).

Con la finalidad de demostrar que con el cambio de uso de suelo no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución, de acuerdo a la hipótesis normativa establecida en el artículo 117 de la LGDFS, se presenta a continuación un análisis de la información generada referente a la infiltración. La metodología y cálculos para determinar la disminución de la captación de agua en el área sujeta a cambio de uso de suelo se encuentra en el capítulo IV de este estudio; de tal manera que se consideran tres escenarios: Situación actual, con proyecto y sin medidas de mitigación, con proyecto y medidas de mitigación.

- **Escenario 1 (Situación Actual)**

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 1073.1 | 1.07 | 0.12 | 0.0494 | 12.297 | 248,980.169 |
| | **Total** | **23.2031** | | | | | | | **12.297** | **248,980.169** |

*Tabla VI.20. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF.*

De manera general en el **escenario 1**, el **agua** que es **captada** en el área de **CUSTF, corresponde a 248,980.169 $m^3$, ver Tabla VI.14.**

- **Escenario 2 (Con proyecto y sin medidas de mitigación)**

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 1073.1 | 1.07 | 0.26 | 0.1803 | 44.902 | 248,947.564 |
| | **Total** | **23.2031** | | | | | | | **44.902** | **248,947.169** |

*Tabla VI.21. Volumen de Infiltración en el área de CUSTF con proyecto y sin medidas de mitigación.*

**P=**Precipitación **K=**Condición hidrológica **Ce=** Coeficiente de escurrimiento. **Q=** Escurrimiento

En el escenario 2, la captación de agua es afectada moderadamente por la realización del proyecto sin las medidas de mitigación pertinentes, puesto que se presenta una infiltración de 248,947.169 $m^3$ en la captación de agua en el área de CUSTF; que significa un decremento del 32.606 $m^3$ de agua no captada, en relación con la situación actual.

- **Escenario 3 (Con proyecto y con medidas de mitigación)**

En este escenario se da solución estratégica a la problemática que se suscitaría de realizarse el proyecto sin medidas de mitigación.

Primeramente se determinó el déficit de infiltración (Tabla VI.22.): la situación actual (escenario 1), con respecto a la realización del proyecto sin medidas de mitigación (escenario 2); para posteriormente estimar la eficiencia de la captación de agua por la medida de mitigación propuesta (terrazas individuales) para cubrir dicho déficit.

| No. | Proyecto | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Déficit de infiltración ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ecoterra Paraíso | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 32.606 |
| | **Total** | | **23.2031** | **32.606** |

*Tabla VI.22. Estimación del agua que deben de capturar las medidas de mitigación propuestas.*

En el entendido del agua que se dejaría de capturar, por la realización del proyecto sin medidas de mitigación; se propone la realización de obras para el control de la erosión laminar y captación de agua, como son las terrazas individuales.

A continuación, se presenta las características de las obras, posteriormente el cálculo de captación de agua en las obras y por último la ubicación de las mismas.

- **Características de las terrazas individuales**

Consiste en un terraplén en contrapendiente y de forma circular que se construye alrededor de alguna especie vegetal (forestal o frutal), a manera de diques pequeños de tierra en forma de semicírculo, cuyos extremos terminan sobre una curva de nivel.

Este tipo de obras permite frenar la erosión y captar agua de escurrimientos superficiales; es una práctica de conservación de suelos y aguas que sirve para conservar y retener la humedad, incrementa la supervivencia de árboles en la reforestación y acelera el desarrollo de especies vegetales evitando que el agua de la escorrentía tenga una sola dirección; es considerada una obra prometedora para recargar los mantos acuíferos.

Para el caso que nos ocupa se formarán primeramente los terraplenes circulares de 1.5 m de diámetro y 10 cm de profundidad, alineadas con la curva de nivel para plantación de árboles de la zona; la tierra extraída se colocará junto a la cepa, hacia abajo, formando un ligero arco que retenga el agua de lluvia que escurra y la concentre en la cepa para captar agua, tal como se muestra en la figura VI.2. La especie plantada no quedará en la parte más baja, ya que en el periodo de lluvias el agua almacenada en abundancia puede causar problemas de exceso de agua a las plantas.

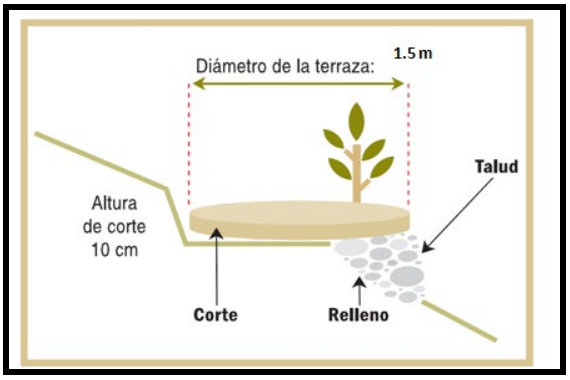



*Figura VI.2. Terrazas individuales.*

La hilera de terrazas aguas abajo se distribuirán diagonalmente, lo cual permitirá interceptar los escurrimientos de las cotas altas; su distribución será a tresbolillo, con un distanciamiento entre terrazas de 3 m (Figura VI.3.). Este tipo de terrazas son una alternativa económica que evita el movimiento de grandes cantidades de tierra y maximiza la captación de la lluvia y el escurrimiento superficial.

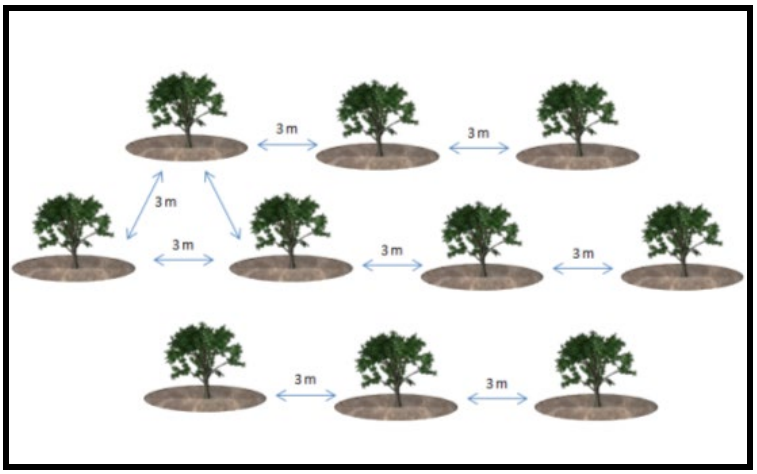



*Figura VI.3. Diseño de obras a Tres Bolillo.*

- **Estimación de la eficiencia de las terrazas individuales**

Una vez caracterizada la obra a implementar, se procedió a la estimación de la eficiencia de captación de agua por terrazas individuales, conforme a lo descrito en el Manual de Obras y Prácticas "Protección, restauración y conservación de suelos forestales" de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el cual se encuentra detallado en el **ANEXO IX.VI.1 "METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS"** del presente estudio; de tal manera que se procedió a realizar lo siguiente, en el orden escrito:

- ✓ Cálculo del escurrimiento medio, en base a un periodo de retorno de 5 años.
- ✓ Cálculo de la lámina de captación de las obras.
- ✓ Determinación del número de obras a implementar, para solventar el déficit de infiltración.

- Cálculo del Escurrimiento Medio, en base a un periodo de retorno de 5 años

La metodología descrita en el **ANEXO IX.VI.1"METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS"** detalla que es necesario determinar un escurrimiento medio a partir de una lluvia máxima dada por un período de retorno de cinco años.

La estimación del período de retorno se muestra a continuación (Tabla VI.23.)

| AÑO ORDENADO | LLUVIA MÁX. 24 HRS. ORDENADA (mm) | NÚMERO DE ORDEN | PROBABILIDAD (%) | PERÍODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---|---|---|---|---|
| **1998** | 171 | 1 | 4.00 | 25.00 |
| **1985** | 161.5 | 2 | 8.00 | 12.50 |
| **2000** | 160 | 3 | 12.00 | 8.33 |
| **1988** | 147.5 | 4 | 16.00 | 6.25 |
| **1991** | 123.5 | 5 | 20.00 | 5.00 |
| **1993** | 108.5 | 6 | 24.00 | 4.17 |
| **2002** | 91.5 | 7 | 28.00 | 3.57 |
| **1992** | 88.5 | 8 | 32.00 | 3.13 |
| **1996** | 84.5 | 9 | 36.00 | 2.78 |
| **1994** | 83 | 10 | 40.00 | 2.50 |
| **1989** | 83 | 11 | 44.00 | 2.27 |
| **1990** | 80 | 12 | 48.00 | 2.08 |
| **1995** | 72.5 | 13 | 52.00 | 1.92 |
| **1984** | 71.5 | 14 | 56.00 | 1.79 |
| **1980** | 71.5 | 15 | 60.00 | 1.67 |
| **2001** | 70 | 16 | 64.00 | 1.56 |
| **1999** | 69 | 17 | 68.00 | 1.47 |
| **1983** | 69 | 18 | 72.00 | 1.39 |
| **1981** | 63.5 | 19 | 76.00 | 1.32 |
| **1987** | 63 | 20 | 80.00 | 1.25 |
| **1997** | 60.5 | 21 | 84.00 | 1.19 |
| **1982** | 55.5 | 22 | 88.00 | 1.14 |
| **1986** | 44 | 23 | 92.00 | 1.09 |
| **2003** | 42.5 | 24 | 96.00 | 1.04 |

*Tabla VI.23. Período de retorno de 5 años para la estimación de escurrimiento medio de la Estación Meteorológica La Desembocada (14081).*

**Período de retorno considerado**

Posterior a este se procedió, a determinar el escurrimiento medio que se presenta para dicha tormenta, antes mencionada:

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficie ($m^2$) | Superficie ($km^2$) | PP (mm) | PP (m) | K | Ce | VOL. Q ($m^3$) | LAMINA DE CAPTACIÓN/OBRA ($m^3$) | DEFICIT DE INFILTRACIÓN ($m^3$) | N° DE OBRAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 232031.00 | 0.2320 | 123.50 | 0.12 | 0.27 | 0.0629 | 1.803 | 0.902 | 32.606 | 36 |
| | | **23.2031** | | | | | | | **1.803** | | **32.606** | **36** |

*Tabla VI.24. Escurrimiento medio para el período de retorno de 5 años.*

Una vez determinado el escurrimiento medio para la tormenta considera en el período de retorno de 5 años, se estima la lámina de captación/obra ($m^3$), conforme lo dicta la metodología descrita en el **ANEXO IX.VI.1. "METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OBRAS"**; que suscribe que la lámina de captación, es considerada solo la mitad del escurrimiento superficial, obteniendo así la eficiencia de infiltración neta por obra (Tabla VI.25).

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Lamina de captación/obra ($m^3$) | N° De Obras |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 0.902 | 36 |
| | | **23.2031** | | **36** |

*Tabla VI.25. Lamina de captación por obra "Terrazas Individuales".*

Por último, se determinó el número de obras a implementar. La lámina de captación de las obras, entre el déficit de infiltración, dan como resultado el número de obras a implementar en el área de CUSTF (Tabla VI.26).

| No. | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Lamina De Captación/Obra ($m^3$) | Déficit De Infiltración ($m^3$) | N° De Obras |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia | 23.2031 | 0.902 | 32.606 | 36 |
| | | **23.2031** | | **32.606** | **36** |

*Tabla VI.26. Número de obras a implementar en el área de CUSTF*

| ACTUAL SIN PROYECTO ($m^3$) | CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS ($m^3$) | CON PROYECTO Y OBRAS ($m^3$) | VOL. INFIL. ($m^3$) ACTUAL VS. CON PROYECTO Y MEDIDAS |
|---|---|---|---|
| 248,980.169 | 248,947.564 | 248,980.169 | 0.000 |
| 248,980.169 | 248,947.564 | 248,980.169 | 0.000 |

*Tabla VI.27. Resumen de datos obtenidos del Volumen de infiltración en el área de CUSTF.*

Es importante mencionar que la medida de mitigación propuesta, evitará la afectación a la capacidad de captación de agua en dichas áreas forestales, permitiendo así que la dinámica propia del ciclo de agua no se vea afectada por la realización del proyecto.

Como se muestra en la Tabla VI.27. en su columna denominada "VOL. INFIL. ($m^3$) ACTUAL VS. CON PROYECTO Y MEDIDAS (EXCEDENTE DE INFILTRACIÓN)" se apreciar, que las medidas de mitigación (obras) recuperaran el volumen de infiltración que se tiene actualmente en el área de CUSTF, en el supuesto de que se realice el proyecto con la medida de mitigación (Terrazas Individuales).

La humedad presente en el área por el desarrollo de vegetación forestal, no se verá afectada debido a que la medida de mitigación (terrazas individuales) propuesta ayuda a mantener humedad para el desarrollo de especies forestales, por la integración de la planta dentro de la terraza y la cavidad donde se almacenará el agua, retendrá agua para proveer de mayor posibilidad de que ésta se infiltre en el área de CUSTF y por consecuencia no se verá afectada dicha humedad.

Por lo tanto el establecimiento del proyecto no afectará la captación de agua que actualmente se da, ya que se implementarán las medidas de mitigación para lograr que la infiltración del agua ocurra en cantidad similar o mayor al estimado en el escenario sin proyecto, con esto se demuestra que las medidas de mitigación propuestas son las suficientes y adecuadas a las condiciones del terreno para recuperar la cantidad de agua que se dejaría de captar con el desarrollo del proyecto.

En virtud de lo anterior, con la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación antes señaladas, no se compromete la infiltración y calidad del agua que se tiene actualmente.

## VI.4. Justificación social

El Municipio de Puerto Vallarta tiene una enorme importancia como factor de desarrollo para el estado y la federación, sobre todo en temas relacionados con el sector turístico, el cual da gran auge a la economía mexicana y que ha logrado el impulso nacional e internacional de la ciudad. Sin embargo, en la actualidad, el municipio de Puerto Vallarta enfrenta importantes retos, que tienen que ver con los efectos e impactos de desarrollos turísticos y sus implicaciones, esto obliga a buscar, de manera conjunta, alternativas innovadoras que permitan, no solo enfrentar estos retos, sino además llevarlos hacia un modelo de ciudad turística inteligente y desarrollo humano. Así mismo, la ciudad vive un importante proceso de metropolización, en muchos sentidos, con el municipio de Bahía de Banderas en el vecino estado de Nayarit, lo que impulsa el desarrollo conjunto de todo un corredor turístico lo cual, sin duda, trae beneficios importantes para los habitantes de ambos municipios. Por ello, es fundamental fortalecer, primeramente, la coordinación interna de las dependencias del Ayuntamiento, la intergubernamental hacía con los dos órdenes de gobierno y sobre todo fortalecer la coordinación con la sociedad civil organizada, académicos, empresarios y demás actores importantes, encontrando un punto de encuentro, cuyo objeto fundamental sea el generar soluciones efectivas acordes con las condiciones imperantes de la sociedad.

Uno de los factores negativos, producto del proceso de urbanización acelerada de Puerto Vallarta, es la conformación de áreas deprimidas por la falta de servicios básicos municipales, tales como agua, luz y drenaje. Estas áreas se distinguen por su desventaja socioeconómica, al estar asentadas, en su mayoría, en predios irregulares que se localizan y se consolidan en la periferia de la ciudad.

Este proceso de crecimiento acelerado ha dado lugar a la diferenciación de dos grandes aglomeraciones urbanas en Puerto Vallarta; en definitiva se trata del mismo continuo de conglomerado, pero singularizado por las distintas condiciones socioeconómicas y de localización. La primera Vallarta se caracteriza por ser el centro espacial integrado activamente a la dinámica del turismo; la otra Vallarta es la de la periferia, marginada de los procesos intensivos de conformación espacial, y con rasgos propios de una ciudad subdesarrollada. Esta última la conforman áreas apartadas de la interacción territorial del centro de la ciudad y, a su vez, del turismo; pero por paradójico que esto pueda parecer, es en realidad el hábitat de gran parte de la población económicamente activa, empleada por los servicios turísticos y el comercio que constituyen las actividades productivas del destino.

En este esquema se requiere un esquema preponderante en la construcción de las políticas públicas, hechas con una visión cercana a la sociedad, quienes contribuyen a orientar los recursos públicos con mayor precisión y eficacia, este trabajo en conjunto eleva la calidad y puntualidad del gasto público através de esquemas de presupuestos participativos que propicien la generación de satisfactores que incrementen el índice de desarrollo humano de los habitantes. Para para lograr lo anterior, se hace evidente la necesidad de contar con un sistema de planeación estratégica, con metas a mediano y largo plazo, así como la generación de programas de brinden respuestas a la problemática existente en el corto plazo; como los esquemas de participación ciudadana, la consulta pública y los talleres participativos, otorgaran elementos fehacientes para concatenar de manera correcta los planes y programas de gobierno. Por todo ello, se priorizan las necesidades que se deban atender en el corto, mediano y largo plazos, mediante objetivos, estrategias y líneas de acción, construidas a través de la participación activa de la sociedad. En este Plan de Desarrollo Municipal y Gobernanza, se definen y expresando, por cada Pilar temático y Eje transversal; los objetivos, estrategias y líneas de acción, con las que se trabaja arduamente. La ciudad turística de Puerto Vallarta debe de construirse bajo un proceso participativo entre el Gobierno Municipal y la ciudadanía, las políticas públicas de los tiempos actuales, deben de crearse sobre acuerdos que fortalezcan el desarrollo en materia social, económica, seguridad pública, eficiencia gubernamental y financiamiento, desarrollo sustentable y turismo, todo esto con miras hacia un Municipio turístico inteligente, en donde sus habitantes tengan una opción de vida digna, con progreso socio-económico, mayor bienestar y seguridad.

El crecimiento y desarrollo de la ciudad es evidente, su trascendencia nacional e internacional ha propiciado una serie de efectos e impactos, normales en un proceso de consolidación del destino, esto implica que las necesidades para sus habitantes cada vez sean mayores, por ello se ha trabajado en un diseño de políticas públicas, con el objeto de avanzar hacia el desarrollo integral y sostenible del municipio, priorizando el desarrollo humano de sus habitantes y su bienestar.

De acuerdo a lo anterior, el Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza contempla, en un primer término, conservar sus cinco ejes rectores generados en el periodo de gobierno anterior, estos son: Ciudad Funcional Ciudad Verde, Ciudad Justa, Ciudad Próspera, Ciudad Segura. Sin embargo, el proceso innovador del gobierno municipal y las nuevas tendencias mundiales propiciaron una adecuación a las políticas públicas y sus objetivos, parte del nuevo esquema que se implementará contempla la sinergia entre las distintas dependencias del municipio, así como también su colaboración con los diferentes órganos de gobierno, lo que brinda un mejor empleo de los recursos humanos y financieros, evita la duplicidad de funciones y fortalece las acciones para el logro de

objetivos comunes, es decir, entre los ejes existe una interrelación y no funcionan de manera ajena uno a otro.

Puerto Vallarta se sitúa enl crecimiento de la ciudad, su población y necesidades aumentan de forma vertiginosa por ello es imperativo adecuar las políticas públicas implicadas en el desarrollo urbano a las nuevas tendencias mundiales, que tengan un perfil innovador y tecnificado que permita generar las bases para lograr una ciudad inteligente sin perder los atributos de identidad, cultura y medio ambiente. Una ciudad funcional es aquella que brinda una mejor cobertura y calidad en su infraestructura: vivienda, social, tecnologías de la información, movilidad urbana y conectividad de las vías, para con ello incidir en el funcionamiento y desarrollo económico, mejorando la calidad de vida de los habitantes y fortaleciendo el tejido social, teniendo como objetivo estratégico el fortalecimiento de desarrollo urbano orientado a generar una mejor calidad de vida para habitantes y visitantes, vinculando los ordenamientos urbanos, ecológicos y de riesgos con una perspectiva metropolitana, todo esto a través de estrategias de acción como la creación de órganos que fortalezcan la planeación y estrategias para desarrollo ordenado del municipio y la región; generando y en su caso actualizando los instrumentos y normatividad en materia de planeación urbana; asi como impulsar el desarrollo de vivienda adecuada a la demanda.

Considerando los indicadores analizados; el proyecto Ecoterra Paraiso 33 ha, manifiesta oportunidades para llevar a cabo una intervención urbanística integral que permita el uso racional del territorio e incrementar o reforzar el equipamiento de carácter social relativo a los subsectores de educación, salud, asistencia social y capacitación para el trabajo particularmente en las localidades de El Zancudo, El Colorado, El Ranchito y Ojo de Agua y en las demás reservas urbanas que permitas ofertar suelo urbano acorde a la respuesta que demanda tal problemática en la zona.

El desarrollo habitacional "**Ecoterra Paraíso 33 ha"** consiste en un desarrollo inmobiliario con objetivo social para la construcción de 2,440 viviendas plurifamiliares de alta densidad y estará conformado por:

- Áreas de desarrollo a mediano plazo
- Vialidades principales y secundarias
- Servicios
- Áreas de conservación y áreas verdes

Teniendo como objetivo principal la construcción de un desarrollo habitacional de interés social de tipo plurifamiliar de alta densidad diseñado y construido con los estándares de calidad y construcción que se marcan para dicho fin, para el uso residencial permanente. Lo anterior en concordancia y total apego con los diversos instrumentos de planeación de desarrollo urbano, reapetando y cumpliendo con sus objetivos estratégicos y ejes rectores, asi como cumpliendo con la normatividad ambiental con la finalidad de garantizar la sustentabilidad ambiental de las construcciones de la zona del proyecto y de su entorno en todas las etapas del proyecto.

La construcción del proyecto y sobre tod, la etapa de operación del mismo representará para la zona mayor calidad de vida permitiendo un desarrollo que beneficiará directamente a 2,440 familias en promedio de 3 personas por cada familia a través de dicho desarrollo habitacional de interés; éste proyecto además de beneficiar al sector habitacional también representa un recurso indispensable para la generación y crecimiento de los sectores comercial, servicio y de transportes etc. representando incremento en ingresos económicos, generación de empleos y bienestar social. En este sentido la construcción del proyecto y su operación generará 408 empleos de los cuales 382 serán de procedencia regional y 26 externos y de éstos 370 serán eventuales y 38 permanentes.

En resumen los beneficios esperados a nivel regional y área de influencia del proyecto son:

- Eliminación de conflictos sociales por asenamientos irregulares
- Satisfacer la demanda incremental de los desarrollos urbanos en la zona
- Mejoramiento de la calidad de vida
- Administración general
- Generación de empleos temporales y permanentes
-

Aunado a lo anterior, en la tabla siguiente se presenta una comparativa de los beneficios que conlleva la realización del proyecto y sin el:

Comparación de los diferentes impactos del uso de suelo actual con la construcción del proyecto

| No. | Impactos sociales | Con CUSTF | Sin CUSTF |
|---|---|---|---|
| 1 | Generación de empleos directos | ✓ | |
| 2 | Generación de empleos indirectos | ✓ | ✓ |
| 3 | Crecimiento de la mancha urbana | ✓ | ✓ |
| 4 | Colonización humana (construcción de casa-habitación, escuelas, | ✓ | |
| 5 | Mejoramiento de la calidad en los servicios | ✓ | |
| 6 | Accesibilidad a terrenos lejanos | ✓ | |
| 7 | Establecimiento de servicio de telecomunicaciones | ✓ | |
| 8 | Ampliación del servicio eléctrico a comunidades rurales y áreas urbanas marginadas | ✓ | |
| **No.** | **Impactos económicos** | **Con CUSTF** | **Sin CUSTF** |
| 1 | Generación de empleos directos (construcción y operación del proyecto) | ✓ | |
| 2 | Generación de empleos indirectos | ✓ | ✓ |
| 3 | Aumento en el ingreso *per capita* | ✓ | |
| 4 | Fortalecimiento del sector industrial, agrícola, ganadero y de bienes y servicios. | ✓ | |
| 5 | Apertura de nuevas industrias | ✓ | |
| **No.** | **Impactos ambientales** | **Con CUSTF** | **Sin CUSTF** |
| 1 | Fragmentación del hábitat | ✓ | |
| 2 | Desmonte y despalme de las áreas del proyecto | ✓ | |
| 3 | Pérdida de suelo | ✓ | ✓ |
| 4 | Afectación de flora y fauna | ✓ | ✓ |
| 5 | Apertura de nuevos caminos de acceso | ✓ | ✓ |
| 6 | Afectación paisajística | ✓ | |
| **Nota.** La afectación al ambiente está ocurriendo en la zona y seguirá ya que desde hace unos años se está cambiando el uso de suelo forestal a terrenos de producción agropecuaria y a asentamientos humanos irregulares. | | | |

*Tabla VI.28. Comparación con y sin CUSTF.*

## VI.5. Justificación económica

Puerto Vallarta, como destino turístico a nivel nacional, se ubica entre los tres primeros lugares en términos de recepción de visitantes, lo que explica que el turismo sea la base de la economía local. De hecho, existe una excesiva concentración de la actividad económica en torno al turismo, puesto que cerca del 80% de los empleos de Puerto Vallarta se relacionan con actividades vinculadas al mismo. Su economía altamente dependiente de la actividad turística la hace muy vulnerable a las posibles contingencias del sector.

Este es probablemente el motivo por el cual se ha producido un desarrollo regional irregular, con una alta concentración productiva en la región dominante (Puerto Vallarta y Bahía de Banderas), adquiriendo una ventaja de localización sobre las demás poblaciones, lo que ha intensificado las desigualdades regionales y la polarización entre la población. De hecho, existe una fragmentación de la ciudad en dos partes: la primera es la integrada a la dinámica del turismo y la segunda es la periferia marginada, carente de dinamismo económico y conformada por áreas deprimidas, en predios irregulares con falta de servicios básicos municipales, tales como agua, luz y drenaje.

En cuanto a la calidad de vida de sus habitantes, pese a que los indicadores de bienestar del Índice de Desarrollo Humano (IDH) indican un rango muy alto, dichos indicadores describen valores promedio sin atender a las cuestiones de dispersión y distribución de los mismos. Estos valores contrastan con la percepción de la población local, quien afirma que su calidad de vida no es tan alta, y destacan numerosas deficiencias.

Puerto Vallarta es uno de los tres municipios que constituyen la región económica- administrativa Costa Norte de Jalisco; Cabo Corrientes y Tomatlán son los restantes. Vallarta, como suele ser llamada por los habitantes de Guadalajara, colinda al Norte con los municipios de Bahía de Banderas, perteneciente al vecino estado de Nayarit; al Noreste tiene como limítrofes los municipios de San Sebastián del Oeste y Mascota; al Sur colinda con Talpa de Allende y Cabo Corrientes; y al Oeste con la Bahía de Banderas y el Océano Pacífico.

La dinámica económica basada en el turismo, aunado a la escasez de reserva territorial apta para suelo urbano en Puerto Vallarta, fomentó el crecimiento hacia el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit; particularmente en la localidad de Nuevo Vallarta, conformando así la Zona Metropolitana de Bahía de Banderas.

Puerto Vallarta dejó de ser un municipio dedicado al sector primario desde ya hace muchos años. La relocalización de sus actividades económicas se dirigió hacia el sector terciario, principalmente a los servicios turísticos y al comercio, lo que trajo consigo una restructuración socioeconómica en su población y, por consiguiente, en su territorio.

Este fenómeno favoreció, sin duda, la inversión de capital, concretamente en la cabecera municipal. Sin embargo, Puerto Vallarta no ha estado exento de sufrir las dinámicas de crecimiento urbano desmedido que suelen presentar los destinos turísticos de sol y playa. Dicha expansión conlleva una serie de obligaciones, que demanda la población local a los diferentes órganos de gobierno, especialmente en cuanto a la provisión de determinados servicios públicos para los nuevos asentamientos humanos.

Dentro de los destinos tradicionales de México, Puerto Vallarta se ha consolidado como uno de los más importantes centros turísticos de sol y playa a nivel nacional e internacional. El atractivo de este destino va más allá de sus playas, ya que combina los atractivos para el turismo alternativo, la montaña, la recreación, el descanso, el turismo médico, el turismo cultural y el de congreso y convenciones, entre otros; lo que, aunado a la amplia oferta de servicios, ha posicionado al puerto dentro del escenario turístico mundial.
En base a lo anterior se realizo el análisis económico y social del proyecto para justificar que el proyeco en esudio es mas productivo a largo plazo que el uso que presenta actualmente, considerando lo siguiente.

- **Estimación económica de la realización del proyecto en un horizonte de 30 años Beneficios económicos por la operación del proyecto.**

Una vez que el proyecto se ha construido se hacen las pruebas técnicas para su puesta en servicio, aprobado su funcionamiento de acuerdo a los objetivos planteados, inicia la etapa de operación del proyecto. Durante ésta etapa el proyecto Ecoterra Paraiso 33 ha, comprende 2,440 viviendas de interés social, en las cuales vivirán aproximadamente 7,320 personas; se estima que por el servicio durante la operación del proyecto se generará un beneficio económico de $ 1,830´000,000.00 por un periodo de 30 años.

- **Situación de los beneficios esperados del terreno forestal (sin CUSTF)**

Actualmente los beneficios que se estiman en el área donde se pretende establecer el proyecto obedecen al uso de los recursos forestales para el consumo o servicio directo como alimento, medicina, materias primas maderables y no maderables, recreación, salud, etc. y al uso directo a través de los servicios ambientales como retención de carbono, protección y regulación de suelos, captación y purificación de agua, etc. De acuerdo a la estimación del costo de los recursos biológicos, estos se estima en **$ 6,239,286.62** (Seis millones, doscientos treinta y nueve mil, doscientos ochenta y seis pesos 62/100 MN) para el área forestal del proyecto que fueron presentados en el desarrollo del capítulo II del presente documento de acuerdo a los siguientes conceptos:

| Concepto | Costo total ($) |
|---|---|
| **Costos Directos (Flora silvestre)** | 3,306,445.15 |
| **Costos Directos (Fauna silvestre)** | 500,201.00 |
| **Costos Indirectos** | 2,432,640.47 |
| **Gran Total** | **6,239,286.62** |

Lo anterior serían los beneficios esperados del terreno en el supuesto que se conservaran los recursos existentes, sin embargo considerando la dinámica que se presenta en la zona del proyecto las áreas forestales se van reduciendo paulatinamente sufriendo una conversión a un uso no forestal como es el establecimiento de actividades agropecuarias y asentamientos humanos de forma irregular.

- **Análisis de los beneficios en un escenario sin proyecto vs escenario con proyecto**

Considerando que se mantenga una dinámica estable en cuanto al costo de los recursos biológicos que se estimaron para el área forestal donde se pretende establecer el proyecto y que la cantidad de los mismos no tenga mucha variación, en un periodo de 30 años se estima un costo de $ 6,239,286.62; en contraparte los beneficios económicos por el establecimiento del proyecto en el ésta área forestal son mayores a largo plazo ya que se estima que durante la operación del proyecto en 30 años se generará un monto económico de $ 1,830´000,000.00 por un periodo de 30 años.

***Con lo anterior se justifica que el proyecto es más productivo a largo plazo con respecto al uso actual.***

Finalmente, se concluye que los beneficios sociales y económicos son mayores a la afectación al medio ambiente. Sin embargo, para ayudar a la mitigación del impacto ambiental, se realizará la ejecución de proyectos con fines de compensación ambiental por el daño ocasionado por la instalación del proyecto; asimismo en el presente documento, se contemplan medidas de mitigación sobre los recursos forestales de suelo, agua, flora, fauna silvestre, paisaje y socioeconomía con lo que se concluye que el proyecto no comprometerá la pérdida de estos recursos en el ecosistema por afectar.

**CONTENIDO**

VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES ..... 2

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación ..... 2

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas ..... 19

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo ..... 34

*Tabla VII.1. Costos previsibles para el manejo de vegetación.* ..... *20*
*Tabla VII.2. Costos previsibles por el control del parque vehicular y maquinaría* ..... *21*
*Tabla VII.3. Costos previsibles por el control y manejo de residuos.* ..... *22*
*Tabla VII.4. Costos previsibles para la atención de fugas o derrames.* ..... *23*
*Tabla VII.5. Costos previsibles por otras actividades relevantes para el cumplimiento de medidas.* ..... *24*
*Tabla VII.6. Costos previsibles del Programa de Manejo Ambiental.* ..... *27*
*Tabla VII.7. Costos por concepto del manejo y restauración de suelos.* ..... *29*
*Tabla VII.8. Estimación de costos del programa de reforestación* ..... *30*
*Tabla VII.9. Costos para el programa de flora silvestre.* ..... *32*
*Tabla VII.10. Costos por concepto en materia de fauna.* ..... *33*
*Tabla VII.11. Costo total previsible por conceptos o medidas y acciones que se llevarán a cabo para el cumplimiento de medidas preventivas y de mitigación* ..... *34*
*Tabla VII.12. Estimación del costo de restauración del área sujeta a CUSTF* ..... *39*

# VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

Con base a los impactos ambientales negativos que podría ocasionar el desarrollo de **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**, los cuales han sido descritos en el Capítulo V del presente documento, se identificaron medidas de prevención, mitigación y compensación para los componentes ambientales afectados en las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación). A continuación, se describen las medidas generales, que aplican para todos los componentes ambientales, en cada una de las etapas del proyecto.

## VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

El proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha** tiene la finalidad de acoplarse al medio físico que lo rodea, a través del aprovechamiento de espacios vegetales como nuevos lugares de recreación y el crecimiento compacto de la urbe. Asimismo, se prevé la incorporación en la etapa de operación de diversos sistemas de eficiencia energética y de manejo de aguas, así el estímulo de la organización vecinal y la cohesión social de habitantes del proyecto.

El proyecto principalmente se integra de un conjunto de torres departamentales en tres niveles, con dos viviendas en cada nivel. Además, se propone un conjunto de espacios comunes como áreas deportivas, parques, escuelas de educación básica, vialidades municipales, infraestructura hidráulica para el almacenamiento de agua potable, áreas verdes y áreas de cesión municipal. Todo lo anterior está alineado a parámetros de respeten los elementos naturales de la zona, como la reforestación de especies nativas, la mínima intervención en espacios elegidos por sus características de singularidad geológica y topográfica, así como la formación y continuidad de una organización civil vecinal encargada de llevar a cabo actividades enfocadas a la educación ambiental y el respeto del medio ambiente.

Con fin de que todas las actividades que se contemplan realizar dentro de las tres etapas del proyecto reduzcan su repercusión al medio ambiente, se propone una serie de medidas de prevención y mitigación que se ejecutarán durante toda la vida del proyecto, para así minimizar la afectación negativa que los componentes ambientales pudieran tener.

De acuerdo con lo que establece la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales negativos que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad.

De igual forma, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento).

Con fundamento en el Artículo 3 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental se tienen las siguientes definiciones:

> ***Fracción XIII. Medidas de prevención:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;*
> ***Fracción XIV. Medidas de mitigación:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas;*

De acuerdo con las fracciones anteriores y para precisar en cuanto a la descripción de las medidas a implementar para contrarrestar los efectos negativos de los impactos ambientales identificados se adaptará el término de Medida de compensación la cual se referirá a la descrita en la fracción XIV del reglamento y la cual serán aquellas medidas que su finalidad es:

> *"compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas"*

Abundando en lo anterior, algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la reforestación o la inversión en obras de beneficio al ambiente. De forma general se entienden a qué espacialmente, la medida no es aplicable en el sitio, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas.

De acuerdo con los párrafos previos, a continuación, se presentan las medidas de prevención y mitigación planteadas de acuerdo con los impactos ambientales identificados. Posterior a la descripción de las medidas, se presentan las buenas prácticas que se seguirán en todas las etapas del proyecto y las cuales también están contenidas en la propuesta de programas de seguimiento ambiental. En este capítulo se abordará de forma general a las acciones a realizar para la reducción de daños en el ambiente ocasionados por las etapas del proyecto, pero en el programa de manejo ambiental, así como

en el de seguimiento y control, se dará describirán la periodicidad, los responsables, los métodos y cuantificación del cumplimiento de las medidas de forma más detallada y sistemática.

A continuación, se describen las medidas planteadas en cada una de las etapas del proyecto.

**PREPARACIÓN DEL SITIO**

**Atmosfera**

Las emisiones de gases contaminantes al aire emitidas por los automotores para el traslado del equipo, personal y materiales necesarios para la obra, así como para el retiro de residuos no deben exceder los límites establecidos por la normatividad vigente, tal como se describe en las presentes normas oficiales:

- **NOM-041-SEMARNAT-2015**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles.
- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.
- **NOM-050-SEMARNAT-1993**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

Es importante mencionar que a la fecha no existen Centros de Verificación Vehicular autorizados dentro de la Zona de Estudio para verificar el cumplimiento de las Normas antes mencionadas, por lo que se considera que se dará cumplimiento de las mismas con la aplicación de un Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Equipo y Vehículos, hasta que no se establezcan en la zona Centros de Verificación Vehicular autorizados; asimismo, se llevará una bitácora de registro de mantenimiento.

A continuación, se enlistas las medidas a ejecutar:

1. Se establecerán riegos continuos con agua tratada a las zonas de tránsito y de desmonte por el cambio de uso de suelo, con el fin de evitar que las partículas suspendidas migren a las zonas aledañas, dichos riegos se intensificarán durante el periodo de estiaje y serán durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

2. Se utilizará material triturado de la vegetación producto del desmonte para cubrir las plataformas de trabajo y áreas donde se prevea áreas de cesión y áreas verdes.

3. Los vehículos de transporte de personal y material tendrán transitarán a una velocidad a 10 km/h para evitar en medida de lo posible el levantamiento de polvos.

4. Todos los vehículos que transporten material, ya sea de entrada o salida de la obra, deberán contar una lona que cubra en su totalidad la caja de carga, y a su vez, que esté sujeta a la caja misma para evitar que caiga o se destape.

5. Queda prohibido la quema de cualquier residuo o fogata realizada con madera o carbón.

6. Respecto al ruido se menciona que se elaborará y aplicará un *Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Equipo y Vehículos*, para asegurar el buen funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos, evitando la emisión excesiva de ruido. Se llevará una bitácora de registro de mantenimiento y se proporcionará a los trabajadores expuestos a niveles sonoros iguales o superiores a 85 dB el equipo de protección personal auditiva de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS-2008.

**Hidrología**

1. Vigilar que no existan vertimientos de aguas residuales, desechos de obra, ni fecalismo en las áreas de trabajo durante las etapas de preparación del sitio, para lo cual se instalarán baños portátiles y la contratación de una empresa encargada del mantenimiento, la cual deberá contar con sus autorizaciones vigentes, así como emitir los comprobantes del tratamiento de dichos desechos.

**Edafología**

1. El despalme deberá limitarse a las áreas con autorización de cambio de uso de suelo, caminos y zonas de desplante, además de requerirse se podrán instalar trampas para la captura de material rodante producto del pateo.
2. Se colocarán barreras de material vegetal muerto en curvas de nivel, para así evitar la erosión del suelo por viento y lluvia.

3. Se deberán ejecutar las actividades de recuperación de suelo orgánico y transportarlo a los depósitos de suelo para su futuro aprovechamiento en las áreas verdes que así lo requieran.

4. Se deberá procurar que los camiones que transporten el suelo orgánico no derramen parte de su carga en el recorrido del sitio de recuperación de suelo hacia los depósitos temporales. En la medida que sea posible se sugiere que los camiones estén equipados con cubiertas perfectamente sujetas, para evitar la deposición de suelo en su trayecto.

5. En los depósitos el suelo orgánico deberá estar protegido del arrastre de la lluvia y el viento para evitar su erosión hasta que sean utilizados.

6. Las áreas por las que se desplace personal y la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

7. Todo tipo de cambio y recarga de líquidos en maquinaria y transporte se ejecutará sobre una superficie aislante para que, en caso de derrame, este no suceda de forma directa en el suelo desnudo.

8. Se debe contar con contenedores especiales para almacenar temporalmente los residuos producto del mantenimiento de maquinaria y equipo y con el registro de manejo de residuos peligrosos por parte del promovente para su manejo.

9. En caso de requerir material pétreo (grava, arena, tepetate, etc) que no se encuentre dentro del área del proyecto, éste será adquirido en bancos de material autorizados por la SEMADET.

**Paisaje**

1. Las actividades de desmonte respetarán las dimensiones del diseño propuesto.

2. Se deberán llevar a cabo acciones de rescate y reubicación de especies de flora silvestre a en zonas forestales aledañas; especialmente las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de interés por su uso comercial, uso local o de difícil regeneración, como lo son las cactáceas.

3. Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto, evitando interrumpir más espacios de lo necesario.

4. Los cumplimientos de las medidas establecidas por la posible afectación (residuos, partículas suspendidas, etc) a otros componentes ambientales disminuirán en gran medida la posible visualización de las zonas propuestas a CUSTF por lo que la afectación al paisaje se considera que será mitigado. Asimismo, el diseño del proyecto considera el entorno como parte de los atractivos del mismo, por lo que se propone no alterar las colindancias de las zonas a intervenir, además que no se realizará un CUSTF del total de la propiedad.

**Geología**

1. El mayor impacto a la geomorfología será durante la etapa de preparación del sitio en la que se realizaran las actividades de corte y nivelación de los terrenos propuestos al CUSTF, además de las perforaciones que se realicen para la canalización de los servicios. Para este impacto se identificaron medidas de mitigación debido a los impactos asociados a dicha modificación de la topografía y los cuales se presentan en los apartados correspondientes de los componentes ambientales en los que inciden. A pesar de ello, se considerará perfilar ángulos de inclinación en las excavaciones que disminuyan el empuje lateral respecto a la profundidad.

**Flora**

1. El material vegetal que no se pueda aprovechar se triturará y se favorecerá su compostaje para reutilizarse en las actividades de reintroducción de flora.

2. Se deberá delimitar las áreas, utilizando diversos métodos como la cinta fluorescente, cal, banderines, entre otros, con las cuales se marcarán los límites de las zonas propuestas a CUSTF y de esta forma no intervenir las zonas aledañas.

3. El desmonte de cobertura vegetal deberá limitarse a las áreas con autorización de Cambio de Uso de Suelo y el desmonte propuesto deberá realizarse de manera paulatina y evitar en todo momento dejar zonas intervenidas en el CUSTF sin iniciar la obra propuesta en dicha sección.

4. El desmonte será manual y mecánico, es decir, no se utilizarán agroquímicos en esta actividad.

5. Se deberán llevar a cabo acciones de rescate y reubicación de especies de flora silvestre susceptibles al trasplante; especialmente las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de interés por su uso comercial, uso local o de difícil regeneración. Para lo cual antes de iniciar el desmonte se deberá establecer una zona para su estadía temporal y su reincorporación posterior al proyecto.

6. Antes de realizar las actividades de desmonte, se deberá ejecutar la inspección para localizar especies vegetales para su trasplante y reubicación mediante el marcaje de los ejemplares.

7. Las especies de flora que requieran ser reubicadas deberán de trasplantarse con el cuidado pertinente, de personal capacitado, además de mantenerlas en lugares frescos y con suficiente humedad (sitio de estadía temporal).

8. La reubicación de las especies de flora deberá realizarse en las primeras horas de la mañana y en sitios que cuenten con las mismas condiciones de hábitat que tenía el lugar donde se realizó la extracción de los individuos, o bien, directamente en la zona de estadía temporal previamente establecida.

9. Se deberá concientizar a los trabajadores que laboren en la zona respecto de las medidas a realizar y de evitar en todo momento el daño a los individuos forestales aledaños a las zonas de CUSTF.

10. Se realizarán platicas de educación ambiental al personal de obra con el fin de informar y sensibilizar sobre el cuidado y manejo ambiental, e instruirles que los ejemplares de flora no deben ser extraídos de su hábitat.

**Fauna**

1. No se deberá destruir cobertura vegetal fuera de las áreas solicitadas a CUSTF para evitar una mayor perturbación a la fauna por la destrucción de hábitat.

2. Se deberán llevar a cabo acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna silvestre, especialmente las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de baja movilidad (especies que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas no cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación).

3. Las especies animales de alta movilidad (especies que no requieran ser capturadas ya que cuentan con reflejos rápidos de huida) como lo son aves y mamíferos deberán ser ahuyentados de las zonas de trabajo.

4. Al menos unas horas antes de realizar las actividades de desmonte se deberá efectuar la inspección para el ahuyentamiento, rescate y/o reubicación de fauna silvestre.

5. En caso de ser requerido el rescate o reubicación de fauna silvestre, el manejo de los individuos (captura y manipulación) deberá ser realizado por personal capacitado para el manejo de fauna silvestre.

6. Los individuos de fauna capturados para su reubicación, deberán de mantenerse en sitios adecuados, sombreados y con agua un lapso de tiempo no mayor a 24 horas para su reubicación.

7. Las reubicaciones de las especies de fauna silvestre deberán de efectuarse en horarios adecuados (principalmente en las primeras horas de la mañana o por la tarde) y deberán realizarse en zonas que cuenten con las condiciones óptimas o similares al sitio donde se realizó la captura de cada individuo.

8. Estará prohibida la captura, colecta o disturbio de la fauna del lugar, excepto por personal expresamente capacitado y autorizado para ello y con fines de investigación o mejoramiento ambiental.

9. Capacitar al personal del proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.).

10. El personal dedicado a la preparación del sitio debe limitarse a recorrer los espacios por donde se desarrollen sus actividades. No se debe permitir al personal que produzca ruidos muy fuertes, con equipos de música u otros aparatos de audio.

**Residuos**

1. Con fin de evitar la dispersión de residuos sólidos urbanos que los trabajadores generen durante la etapa de preparación, se asignará contenedores de gran capacidad para la colocación de los mismos, colocándolos en áreas techadas o sobre superficies aislantes, con fin de evitar que puedan escurrir lixiviados hacia el suelo desnudo. La recolección y disposición de los RSU se realizará con una empresa autorizada por la SEMADET, solicitando los manifiestos necesarios para comprobar su manejo correcto.

2. La obra contará sanitarios portátiles considerando una medida de un baño por cada 20 trabajadores, para así evitar el fecalismo al aire libre y la dispersión de malos olores y agentes biológicos. Las empresas prestadoras de servicio deberán estar autorizadas para ejercer su actividad por la SEMADET.

3. Si se llegase a generar residuos peligrosos por mantenimiento de maquinaria y equipos de transporte, estos residuos serán colocados en un almacén temporal, con una canaleta de concreto que permita la retención de líquidos en caso de derrame. Además, este espacio estará delimitado, techado y asegurado, con fin de que sólo el personal autorizado pueda acceder a él. Se colocará la señalética necesaria para la identificación del lugar y las medidas precautorias en caso de acceder a él.

**CONSTRUCCIÓN**

**Atmósfera**

1. Se continuará aplicando las medidas propuestas para la etapa de preparación del sitio que tienen como propósito disminuir la suspensión de polvos en los caminos con tránsito vehicular y de equipos, es decir el humedecimiento de caminos y regulación de velocidad de circulación

2. Se seguirá aplicando el cubrimiento de las cajas de carga en aquellos vehículos que transporten material susceptible a generar polvos.

3. Los vehículos y maquinaria que sean utilizados tendrán la revisión y mantenimiento periódico con la finalidad de operar de manera eficiente los mismos y así evitar la disminución de los humos.

4. No se permitirá la operación de equipo que haya sido alterado, de forma que los niveles de ruido sean más altos que los producidos por el equipo original.

5. Queda prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo, con el objetivo de evitar emisiones a la atmósfera e incendios forestales de zonas aledañas al proyecto. Tampoco estarán permitidas las fogatas con madera o carbón.

6. Respecto al ruido se menciona que se continuará aplicando el *Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Equipo y Vehículos*, para asegurar el buen funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos, evitando la emisión excesiva de ruido. Se llevará una bitácora de registro de mantenimiento y se proporcionará a los trabajadores expuestos a niveles sonoros iguales o superiores a 85 dB el equipo de protección personal auditiva de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS-2008.

**Hidrología**

1. Instruir al personal que realiza la construcción, antes de comenzar el trabajo, sobre no arrojar residuos sólidos y demás material de desecho producto de cada actividad en cuerpos de agua.

2. Para el caso de hidrocarburos, estos serán almacenados en un anaquel localizado el cual contará con equipo para contener derrames, se contará con la señalización adecuada y todas las características señaladas por la autoridad. Asimismo, se prevé sólo el almacenaje temporal de una cantidad mínima de dichas sustancias.

3. En este sentido y de manera complementaria se establecerán diferentes medidas en las etapas que considera el proyecto y que repercuten de manera positiva sobre este componente ambiental como son la implementación de una PTAR durante la operación que ya está en funcionamiento en otra etapa del proyecto, la incorporación de equipos de disminución en el uso de agua, reúso de agua tratada para el riego en jardinería, entre otros.

**Edafología**

1. Se deberá monitorear que el apilamiento de suelo en los depósitos temporales sea estable para evitar su erosión y arrastre por viento y lluvia mientras aún no sean aprovechados.

2. Las áreas por las que se desplace el personal y la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto tal como en la etapa de preparación del sitio.

3. Se realizará la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria que sean utilizados, con la finalidad de prevenir contaminación de suelo por derrame de combustibles y otros líquidos.

**Paisaje**

1. Se respetarán las dimensiones del diseño propuesto sin exceder las áreas de intervención.

2. Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

3. Se mantendrán las zonas de trabajo y accesos limpios y se sancionará al personal que arroje residuos en sitios no autorizados.

4. Los cumplimientos de las medidas establecidas por la posible afectación (residuos, partículas suspendidas, etc.) a otros componentes ambientales disminuirán en gran medida la posible visualización de las zonas propuestas a CUSTF por lo que la afectación al paisaje se considera que será mitigado. Asimismo, el diseño del proyecto considera el entorno como parte de los atractivos del mismo, por lo que se propone no alterar las colindancias de las zonas a intervenir, además que no se realizará un CUSTF del total de la propiedad.

**Flora**

1. Incluir señalamientos donde se prohíba estrictamente la captura extracción y/o cualquier perjuicio hacia los árboles y las plantas silvestres dentro del área del proyecto y zonas aledañas como las zonas de conservación.

2. Proteger del impacto a los sitios menos perturbados y de conservación dentro del área del proyecto, para tal caso se puede realizar una señalización con elementos visibles sobre dichas áreas para la restricción del paso.

3. Queda prohibido el corte de árboles para obtener material adicional de construcción.

4. Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

5. A lo largo del borde de las áreas de construcción se puede apilar la maleza, para proporcionar franjas de filtración, hábitat de vida silvestre, o barreras para la sedimentación.

**Fauna**

1. Incluir señalamientos donde se prohíba estrictamente la caza, dar alimentos, captura, extracción y/o cualquier perjuicio hacia fauna silvestre dentro del área del proyecto y zonas aledañas.

2. Proteger del impacto a los sitios menos perturbados dentro del área del proyecto mediante restricción del paso a zonas fuera de las áreas de trabajo. Por tanto, las áreas por las que se

desplace la maquinaria y deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

3. El personal dedicado a la construcción debe limitarse a recorrer los espacios por donde se desarrollen sus actividades. No se debe permitir al personal que produzca ruidos muy fuertes, con equipos de música y otros aparatos de audio.

**Residuos**

1. Se seguirán los parámetros de uso de baños portátiles como en la etapa de preparación del sitio.

2. En cuanto a la generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, estos serán depositados en contenedores y espacios puntuales, con fin de mantener a la obra limpia y ordenada. Estos residuos serán recolectados y dispuestos periódicamente por empresas autorizadas por la SEMADET, con fin de garantizar su correcto manejo.

3. En caso de que la obra genere residuos peligrosos por mantenimiento de maquinaria y equipo, así como por remanentes por el proceso constructivo, estos residuos serán almacenados de forma temporal en un espacio bien delimitado, ventilado y techado, considerando una canaleta de concreto que contenga algún derrame dentro de él. Los residuos serán recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMARNAT.

4. Para aquellos residuos de fácil movimiento por peso ligero, como el casetón, se colocarán en jaulas de alambre que permitan su contención y fácil disposición durante su permanencia dentro del proyecto.

## OPERACIÓN

### Atmósfera

1. Se continuará aplicando las medidas propuestas para la etapa de preparación del sitio y construcción, acotadas a los automotores en operación y que pertenezcan a la empresa, por lo que dichas unidades serán integradas a un Programa continuo de mantenimiento.

### Hidrología

1. La aplicación de riego en áreas verdes se realizará en horas con menor exposición al sol, por las mañanas o al anochecer, con fin de evitar la evaporación en lo más mínimo. El agua que se usará para esta actividad provendrá de la planta de tratamiento para evitar el uso de agua potable.

### Paisaje

1. Se realizará acciones de mantenimiento en áreas verdes como poda, abono, integración de nuevos ejemplares de flora, etc. Además, la junta vecinal será la encargada de dar mantenimiento a la infraestructura urbana que forme parte del desarrollo.

2. Las áreas por las que se desplace los automóviles deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

### Geología

1. Si bien la topografía ya habrá sido modificada por las acciones de desmonte, cortes y excavación en las etapas anteriores, la autoridad u organismo correspondiente estará en compromiso de dar mantenimiento a las vialidades con fin de evitar los baches, socavones u otros acontecimientos de modificación topográfica.

**Flora**

1. Se deberán de llevar actividades de prevención de incendios en el sitio principalmente durante la época de estiaje.

2. Las áreas por las que se desplace los vehículos de los habitantes deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.

3. Se considerará dar mantenimiento a la vegetación introducida del proyecto, como acciones de poda, abono, saneamiento de plagas, entre otros. Además, con fin de dar continuidad a la vegetación del lugar, se introducirán especies de flora nativas.

**Fauna**

1. A las personas que habiten en el proyecto, se les informará que la caza, captura y dar alimentos a las especies silvestres del lugar son acciones prohibidas por la autoridad competente.

2. Estará prohibida la introducción de animales a zonas que no sean habitacionales dentro del proyecto, especialmente caninos y felinos.

3. Se notificará a la junta de colonos sobre las áreas prohibidas para ingreso de personas, con fin de respetar aquellas zonas no intervenidas donde se encuentre fauna silvestre.

4. La iluminación artificial nocturna será empleada de forma limitada en áreas colindantes a la zona del proyecto, a fin de reducir el potencial de disturbio a las especies de actividad nocturna.

**Residuos**

1. Los residuos generados por los habitantes deberán ser depositados en contenedores al interior de su hogar, con fin de evitar la emisión de malos olores y vulnerar el paisaje. Se espera que la recolección de los residuos estará a cargo del municipio, o en su defecto, la junta vecinal contratará una empresa autorizada por la SEMADET para su recolección y disposición.

**Servicios ambientales**

Debido a que los servicios ambientales se encuentran asociados y derivan de los componentes ambientales que se consideran, serán impactados en diferentes grados durante las etapas del proyecto, por lo cual se prevé que las medidas propuestas para atenuar o eliminar el impacto ambiental negativo tendrán repercusión directamente hacia los servicios ambientales y sus beneficios en la zona.

Es importante mencionar que en todas las etapas que considera el proyecto se incorporaran nuevas tecnologías que disminuyen el efecto negativo de la construcción y operación del proyecto, por lo que dichas acciones se mencionarán en específico en los apartados subsecuentes; estas acciones se refieren a la concientización ambiental de trabajadores y usuarios sobre el manejo de residuos, respeto a la flora y fauna locales, uso eficiente de agua, así como incorporación de tecnologías de eficiencia energética y de bajo consumo, entre otros.

## VII.2. Impactos residuales

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan los siguientes impactos residuales de forma específica para la zona de intervención y para cada componente ambiental, como resultado de la ejecución del presente proyecto.

**Atmósfera**

- Incremento temporal y localizado de ruido generado por vehículos y operación de equipos debido al funcionamiento de los mismos durante todas las etapas del proyecto.

- Incremento bajo en los niveles de iluminación artificial en la zona durante la operación.

**Hidrología**

- Alteración de los patrones de flujo naturales por reencauzamiento natural de cauces. El reencauzamiento ocasionará menor flujo en algunas escorrentías y mayor flujo en otras este impacto se considera poco significativo ya que las corrientes son intermitentes.

- Reducción de la superficie con capacidad natural de infiltrar agua pluvial. Los flujos son intermitentes y desaparecen, por lo que su modificación no afectaría significativamente al sistema hídrico de la zona ni el patrón regional de infiltración.
- Disminución de la disponibilidad de agua en el acuífero a largo plazo, en consecuencia, al nuevo asentamiento humano que proyecta el desarrollo. Sin embargo, en el acuífero de Puerto Vallarta, cuenta aún con disponibilidad de agua para extracción.

**Paisaje**

- El principal impacto residual de la ejecución del proyecto, corresponde a la modificación del paisaje por la operación, los cuales serán de carácter permanente.

**Flora y fauna**

- Pérdida de la cobertura vegetal en el área de ocupación del proyecto. El impacto residual se considera poco significativo al no representar una amenaza para la viabilidad de la comunidad o poblaciones de flora de la zona, además que se contara con reintroducción de algunos individuos a las áreas verdes del proyecto y su densificación con individuos de especies nativas reproducidos en el mismo proyecto.

- La pérdida de la cobertura vegetal y el desplante de infraestructura, representa la eliminación de hábitat local y la degradación de hábitat de la zona por efectos indirectos. El impacto residual se considera poco significativo ya que se realizarán actividades de reubicación y ahuyentamiento de fauna y actividades de reubicación de especies vegetales de difícil regeneración.

- La interrupción por efecto barrera de las nuevas vialidades provocará que el desplazamiento de fauna en búsqueda de agua, alimento, apareamiento y hogar se vea restringido.

- Los efectos ambientales residuales para la vida silvestre son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes o largo plazo de gran magnitud sin solución desde el punto de vista técnico.

## VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La presente información será base para determinar la fijación de un instrumento de garantía que asegure el debido cumplimiento de las medidas de mitigación enunciadas en el presente estudio, así como a los términos y condicionantes derivadas durante el proceso de evaluación y/o dictaminarían del mismo, sin dejar a un lado las posibles contingencias que puedan generarse durante las diferentes etapas del proyecto, considerando los costos económicos que implica el cumplimiento a cada uno, incluyendo el valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de los mismos.

### A). ACCIONES Y/O MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y REMEDIACIÓN Y LA ESTIMACIÓN DE SUS COSTOS PREVISIBLES

**Manejo de la Vegetación**

Para minimizar los daños a la flora silvestre y al suelo presente en el area del proyecto; el derribo de la vegetación se realizará de acuerdo a un esquema de manejo de vegetación, mismo que incluye trabajos de control de residuos vegetales que consiste en el picado y esparcido de estos residuos, así como la dirección y supervisión técnica. Estos trabajos serán ejecutados por dos técnicos forestales y dos cuandrillas de 5 personas cada una; con la experiencia necesaria en el ramo.

Los costos (**Tabla VII.1**) por este concepto de Manejo de Vegetación, incluye la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Se limitarán todas las actividades de desmonte y despalme estrictamente al área propuesta para evitar las modificaciones de las superficies y daños adyacentes.
2. Quedará prohibido afectar cualquier tipo de vegetación fuera de las 33 ha.
3. Durante las labores de desmonte no se usará fuego ni agroquímicos con la finalidad de minimizar en lo posible el impacto a la vegetación.
4. El arbolado que por su importancia ecológica y que no interfiera con la operación del proyecto será conservado.

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Especialista (2) | Jornal | 300 | 900 | 270,000.00 |
| 2 | Personal de Campo (10) | Jornal | 300 | 300 | 90,000.00 |
| 3 | Costo del Vehículo (1) | Pza. | 1 | 250,000.00 | 250,000.00 |
| 4 | Uso de Vehículo (1) incluye combustible y peajes | Hrs | 2304 | 70 | 181,440.00 |
| 5 | Mantenimiento del Vehículo (1 juego de llantas ) | Servicio | 1 | 16,000.00 | 16,000.00 |
| 6 | Equipo (Motosierras, machetes, cuerdas, Guantes, limas, piedras, etc.). | Lote | 1 | 11,542.00 | 11,542.00 |
| 7 | Gasolina/Aceite | Lt | 1 | 19,200.00 | 19,200.00 |
| **TOTAL** | | | | | **818,022.00** |

*Tabla VII.1. Costos previsibles para el manejo de vegetación.*

**Control de vehículos y maquinaria**

El mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria en talleres comerciales en los poblados cercanos al área del proyecto, permite mantener un control de las emisiones a la atmósfera y minimiza las probabilidades de posibles derrames de aceites y/o combustibles de los vehículos y maquinaria sobre el sitio del proyecto

Los costos por este concepto de Control de vehículos y maquinaria (**Tabla VII.2**), están calculados para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Asegurar que la maquinaria y vehículos utilizados en el área del proyecto operen bajo lo establecido en la norma NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006; las cuales regulan los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes y de opacidad respectivamente.
2. Con el objetivo de minimizar el ruido generado, deberá asegurarse que los vehículos utilizados para transportar materiales y equipos circulen de acuerdo a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido.
3. Con el objeto de evitar la contaminación del agua precipitada que logre infiltrarse y pudiese abastecer los mantos freáticos. El mantenimiento y reparación de los vehículos se realizará en talleres apropiados para tal fin, en las poblaciones cercanas al proyecto.
4. Toda la maquinaria y equipo que se utilice para este proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles evitando la posible contaminación al suelo, por medio de un Programa de Mantenimiento.

5. No se permite la reparaciones de vehículos en el sitio de la obra y en caso necesario de atender una reparación menor en el área del proyecto se deberán tomar todas las precauciones para evitar la contaminación del suelo, así como también cuando se realice suministro de combustible de vehículos, de esta manera se evitará modificar la calidad del agua precipitada que logre infiltrarse. El mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos se debe de realizar en los talleres apropiados para tal fin, en las poblaciones cercanas al proyecto.
6. En relación a las condiciones de la maquinaria y vehículos, ésta será verificada constantemente para evitar derrames de aceites u otras sustancias que contaminen la vegetación local, además, se prohibirá el uso de áreas de vegetación para que funjan como parques de maquinaria o estacionamientos temporales
7. Los niveles de ruido ocasionados por los vehículos automotores, deberán cumplir con los parámetros establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.
8. Los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o fuera de este, serán cubiertos con una lona las cajas y/o humedecerlo para evitar su dispersión durante el recorrido.
9. Cuando se realicen actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean considerables, deberán desarrollarse en estricto horario diurno.

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Controlador del parque vehicular | Jornal | 300 | 300 | 90,000.00 |
| 2 | Mantenimiento mensual de maquinaria | Servicio | 300 | 3,500.00 | 1,050,000.00 |
| **TOTAL** | | | | | **1,140,000.00** |

*Tabla VII.2. Costos previsibles por el control del parque vehicular y maquinaría.*

**Control y manejo de residuos**

Durante el periodo constructivo del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha, se mantiene en campo una cuadrilla encargada del control y manejo adecuado de los residuos peligrosos y no peligros para su almacenamiento temporal y disposición final, previa autorización por parte de las autoridades municipales; con estos trabajos se evita la contaminación del suelo.

Los costos por el Control de residuos peligrosos y no peligrosos (**Tablas VII.3 y VII.4**), están calculados para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Los residuos sólidos de tipo doméstico que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, deberán manejarse por separado de acuerdo a sus características. Deberán depositarse en contenedores metálicos o de plástico con tapa, indicando su contenido; su disposición final será de acuerdo a lo que señale la autoridad del municipio de Puerto Vallarta.
2. El equipo de recolección y transporte de los residuos sanitarios contará con autorización emitida por la entidad correspondiente y cumplirá con las medidas de seguridad que eviten la dispersión del líquido.
3. Los residuos sólidos no peligrosos reaprovechables que se generen durante el desarrollo del proyecto serán recolectados para su posterior utilización o enajenación de acuerdo a lo estipulado por la empresa Constructora e Inmobiliaria Los Patos y las autoridades correspondientes.
4. Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su disposición final.
5. Queda prohibido verter los restos de materiales utilizados en las etapas del proyecto en ninguna de las áreas adyacentes al proyecto, por lo que se mantendrá una estricta supervisión durante el desarrollo de la obra percatándose de la disposición final de los mismos, su disposición será de acuerdo a lo indique la autoridad competente. De igual manera; se realizará por cada frente de trabajo y de forma diaria la limpieza general de todas las áreas donde se desarrollen las obras de construcción.
6. Se prohíbe el vertido de los residuos (aceites, diésel, cementos, entre otros) al terreno y se establece que deberán ser gestionados de acuerdo con la normativa aplicable.
7. Para evitar la contaminación del suelo, se aplicará un plan de emergencias para atender problemas de fuga y derrames accidentales de combustibles o aceites en el área del proyecto.

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Personal de Campo (2) | Jornal | 1152 | 300 | 345,600.00 |
| 2 | Permisos | Doc. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 |
| 3 | Vehículo | Pza. | 1 | 250,000.00 | 250,000.00 |
| 4 | Uso de Vehículo (1) | Hrs | 1152 | 75 | 86,400.00 |
| 5 | Mantenimiento del Vehículo (mantenimiento) | Servicio | 2 | 10,000.00 | 20,000.00 |
| 6 | Mantenimiento del Vehículo (1 juego de llantas ) | Servicio | 2 | 18,000.00 | 36,000.00 |
| 7 | Contenedores residuos sólidos urbanos | Pza. | 10 | 600 | 6,000.00 |
| 8 | Contenedores residuos peligrosos | Pza. | 10 | 600 | 6,000.00 |
| 9 | Material absorbente (Tela oleofilítica) | Kg | 2 | 50,000.00 | 100,000.00 |
| 10 | Bolsas de basura/costales | Pza. | 250 | 8 | 2,000.00 |
| 11 | Renta y mantenimiento de letrinas | Servicio | 136 | 4,200.00 | 571,200.00 |
| | | | | | **1,424,200.00** |

*Tabla VII.3. Costos previsibles por el control y manejo de residuos.*

| N° | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Especialista | Jornal | 10 | 900 | 9,000.00 |
| 2 | Personal de Campo (15) | Jornal | 60 | 900 | 54,000.00 |
| 3 | Transporte del material recolectado | Servicio | 1 | 100,000.00 | 100,000.00 |
| 4 | Vehículo | Pza | 1 | 250,000.00 | 250,000.00 |
| 5 | Uso de Vehículo (1) | Hr | 15 | 63 | 945 |
| 6 | Contenedores residuos peligrosos | Pza | 20 | 600 | 12,000.00 |
| 7 | Material absorbente (Tela oleofilítica) | Kg | 4 | 50,000.00 | 200,000.00 |
| **TOTAL** | | | | | **625,945.00** |

*Tabla VII.4. Costos previsibles para la atención de fugas o derrames.*

**Otras actividades relevantes**

Derivado de la presencia de personal en el proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha, se llevarán a cabo talleres de capacitación y se establecerán reglamentaciones internas con el fin de evitar daños al medio ambiente de forma dolosa o por ignorancia por parte del personal que labora en la obra; evitar incendios forestales, caza o comercialización de especies de flora y fauna silvestre; así como la concienciación y cuidados al defecar al aire libre.

Los costos por este concepto de Otras actividades relevantes, estan calculados (**Tabla VII.5**) para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Los materiales pétreos que se utilicen durante la construcción del proyecto, deberán obtenerse en casas comerciales establecidas o bancos de materiales autorizados por las autoridades competentes (municipales, estatales o federales) para su explotación comercial.
2. Mantener un estricto control de los residuos sanitarios, durante la construcción de las obras se deberá contar con letrinas portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores en las diferentes etapas de construcción; a las cuales se les dará mantenimiento a través de alguna compañía que se dedique al manejo de este tipo de residuos. En las áreas rurales se instruirá al personal que labore en el proceso constructivo, a través de pláticas de concientización de los procedimientos sanitarios para combatir los efectos de defecar al aire libre (por ejemplo: cubrir con cal, enterrar las heces, etc.).
3. Dentro del marco normativo aplicable, el personal deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
4. A lo largo del proyecto se deberán colocar estratégicamente señales de riesgo y/o precaución, dirigidas específicamente hacia la población.

5. En la contratación de mano de obra, se deberá dar preferencia a los habitantes de las localidades próximas al área del proyecto.
6. Vigilancia permanente durante las actividades de construcción, por si se descubren piezas arqueológicas o de interés histórico, notificar inmediatamente del hecho al Centro Regional del Instituto Nacional de Antropología e Historia para que ésta autoridad decida las acciones a seguir.

| N° | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Coordinador General. | Jornal | 576 | 900.00 | 518,400.00 |
| 3 | Costo del Vehículo (1). | Pza | 1 | 250,000.00 | 250,000.00 |
| 4 | Uso de Vehículo (1) incluye combustible y casetas. | Hr | 576 | 63.00 | 36,288.00 |
| 5 | Mantenimiento del Vehículo (1 juego de llantas ) | Servicio | 2 | 6,000.00 | 12,000.00 |
| 6 | Verificación de utilización de bancos de material comerciales. | Jornal | 4 | 300.00 | 1,200.00 |
| 7 | Renta de 12 letrinas y mantenimiento semanal. | Servicio | 86 | 4,500.00 | 387,000.00 |
| 8 | Equipo de seguridad para personal | Paq. | 50 | 2,000.00 | 100,000.00 |
| **TOTAL** | | | | | **1,304,888.00** |

*Tabla VII.5. Costos previsibles por otras actividades relevantes para el cumplimiento de medidas.*

**Programa de Manejo Ambiental (PMA)**

Conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Ambiental para el proyecto **Ecoterra Paraíso 33 ha,** se presentan los costos para dar cumplimiento a todas las medidas de prevención, mitigación y remediación establecidas en el presente documento; incluyendo los costos previsibles que se aplicarán, en caso de presentarse la necesidad de aplicar acciones y medidas urgentes derivado del registro de umbrales de alerta o inadmisibles durante la construcción del proyecto.

El programa de manejo ambiental tiene por objetivo instrumentar las medidas y acciones propuestas para la prevención y mitigación de los impactos negativos resultantes de la ejecución del proyecto, así como facilitar su seguimiento y control, mismo que agrupa a 17 medidas en 8 líneas estratégicas de acción.

Los costos por este concepto, estan calculados (**Tabla VII.6**) para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Se establecerán talleres de capacitación al personal que se vincule de manera directa e indirecta al proyecto, de manera que se promueva una cultura de respeto y conservación de los recursos naturales y el ecosistema que se verá afectado por la ejecución del proyecto habitacional.
2. Se implementará una campaña informativa acerca del proyecto para informar acerca de las características del proyecto y tiempo de ejecución, así como establecer un canal de comunicación entre el promovente del proyecto y la población aledaña con la finalidad de recibir retroalimentación así como atender quejas e inquietudes que pudiesen surgir por las actividades que se realicen en el predio durante su ejecución.
3. En apego a lo establecido por la normatividad vigente para el control de emisiones, se aplicarán riegos matapolvos sobre las superficies desmontadas, montículos de tierra y zonas de tránsito dentro del predio. Para ello se utilizará agua tratada aplicándose al menos dos veces al día o dependiendo de las condiciones atmosféricas, de manera homogénea evitando arrastres y encharcamientos. En los meses correspondientes a los más secos se realizará el riego con mayor frecuencia, preferiblemente en las horas en que la radiación solar es mayor.
4. Se exigirá y verificará el uso de dispositivos protectores como lonas u otro tipo de coberturas que se aseguren a la caja de carga, de manera que se evite al máximo la posible fuga de material particulado al aire.
5. Se establecerá una velocidad máxima permitida de 10 km/h para el tránsito de vehículos y maquinaria dentro del predio. De igual manera, se limitará su desplazamiento a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.
6. Quedará prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier residuo y no se permitirán las fogatas con madera o carbón.
7. Se vigilará que el apilamiento de suelo en los depósitos temporales sea estable para evitar su erosión y arrastre por viento y lluvia mientras aún no sean aprovechados.
8. Evitar las emisiones de partículas a la atmósfera producto del tránsito de vehículos sobre suelo desnudo y propagación de polvo por el viento.
9. Todo vehículo y maquinaria que sea utilizada en las actividades que se lleven a cabo en el proyecto, deberá someterse a revisiones regulares y mantenimiento oportuno. Se exigirá llevar a cabo el mantenimiento y limpieza periódica de todos los ductos de salida como chimeneas y tubos de escape.
10. Se instalarán en puntos estratégicos del predio contenedores temporales para depositar los residuos sólidos urbanos que el personal que labore en la obra genere, estos serán

recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMADET, emitiendo comprobantes que detallen las cantidades y destino final.

11. Como parte del programa de educación ambiental propuesto, se instruirá al personal de obra para que conozcan el programa de manejo de residuos que se implementará durante la ejecución de la obra y se exigirá el completo apego a las indicaciones para el correcto manejo de los residuos. Se mantendrán las zonas de trabajo y accesos limpios, sancionando al personal que arroje residuos a sitios no autorizados.
12. Los residuos peligrosos son de competencia federal, dada la posibilidad de que en el proceso construcción se tenga presencia de residuos peligrosos, estos serán debidamente identificados y separados para darles el manejo que prevé la ley mediante la contratación de empresas de servicio autorizadas para su destino final, además dentro de la obra se instalará un almacén temporal donde estos residuos serán almacenados y rotulados adecuadamente de acuerdo al Artículo 46 del LGPGIR el cual establece se marquen con etiquetas o rotulen los envases que contienen residuos peligrosos, señalando el nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén.
13. A través de un *Programa de Conservación de Fauna Silvestre,* se llevarán a cabo acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna silvestre, poniendo especial atención a aquellas especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de baja movilidad (especies que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas o cuentan con respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación). Las especies animales de alta movilidad (especies que no requieran ser capturadas ya que cuentan con reflejos rápidos de huida), como lo son las aves y mamíferos se ahuyentarán de los frentes de trabajo. El manejo de los individuos (captura y manipulación) será realizado por personal capacitado para hacerlo.
14. Se implementará un *Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre* diseñado para reubicar ejemplares susceptibles de rescate que se encuentren en el área de afectación del proyecto.
15. Para prevenir la contaminación de los escurrimientos identificados dentro del predio, se implementará un *Programa de Conservación de Suelos y Agua*, se vigilará el vertimiento de aguas residuales, desechos de obra o cualquier otro tipo de residuo para lo cual se contratarán las empresas correspondientes para el mantenimiento de los sanitarios portátiles y la disposición de residuos, mismas que contarán con autorizaciones vigentes para ofrecer el servicio y emitirán los comprobantes pertinentes.

16. El proyecto durante su funcionamiento contará con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas que ya se encuentra en funcionamiento y se localiza en otra etapa del proyecto. Se establece el tipo de tratamiento más adecuado para obtener un efluente con la calidad que cumpla con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y las condiciones particulares de descarga que la autoridad considere convenientes.
17. Todas las actividades que se lleven a cabo para el desarrollo del proyecto tomarán en consideración las condiciones de fragilidad ambiental con respecto a los procesos de erosión – sedimentación.
18. Se contará con los caminos de acceso con la amplitud suficiente que permita la maniobra de vehículos y maquinaria, procurando afectar en la menor medida posible el paisaje, prohibiendo el paso tanto de personal como de vehículos por sitios no autorizados que pudiesen dañar terrenos aledaños que no forman parte del proyecto.
19. Se delimitará el perímetro del proyecto con barreras y puertas de control estratégicamente ubicadas para mantener el registro y control del acceso al sitio por personas no autorizadas. Además, se demarcarán y señalizarán las áreas de excavación y actividades de riesgo para personal o civiles, dicha señalización se hará mediante cinta y otros elementos físicos que se requieran de acuerdo con las características de la obra.
20. Se diseñará e implementará un *Programa de Seguridad de la Construcción* que contenga las regulaciones pertinentes que garanticen la seguridad de quienes laboren en el sitio.

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Costos previsibles para el Programa de Vigilancia Ambiental, aplicación y ejecución. | Servicio | 1 | 560,308.00 | 560,308.00 |
| 2 | Costos previsibles para la aplicación de medidas urgentes. | Servicio | 1 | 3,167,963.49 | 3,167,963.49 |
| 3 | Mecanismos de Acción para dar respuesta a impactos no previstos en el DTU | Servicio | 1 | 647,000.00 | 647,000.00 |
| **TOTAL** | | | | | **4,375,271.49** |

*Tabla VII.6. Costos previsibles del Programa de Manejo Ambiental.*

**Programa de Manejo y Restauración de Suelos**

Este programa tiene como finalidad conservar y recuperar los recursos naturales; así como mejorar la calidad de los servicios ambientales en las áreas sujetas a despalme y derribo de vegetación en el área del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha.

Los costos por este concepto, incluyen la elaboración del programa de Manejo y Restauración de Suelos, están calculados en la **Tabla VII.7**, considerando además la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Pica y acomodo de los residuos vegetales. Consiste en hacer la pica de tallos y ramas de los individuos que fueron derribados, las trozas de mayor diámetro se pondrán a disposición para que sean aprovechados para uso doméstico. Por otro lado, todo aquel material que no sea aprovechado serán esparcidos en las áreas desmontadas lo más pronto posible una vez concluidas las actividades; esto contribuirá a la prevención de erosión del suelo y a la reincorporación de materia orgánica generándose mejores condiciones para la regeneración de vegetación herbácea y arbustiva, además estas medidas favorecerán la infiltración de agua de lluvia.
2. Control de erosión en la zona del proyecto, considerando prevenir la dispersión de partículas de suelo en la atmósfera, generada durante las actividades de tránsito de vehículos al momento de las jornadas de trabajo.
3. Respetar la vegetación que no interfiera con el proyecto en áreas de barrancas o cañadas y la existente en los márgenes de los arroyos.
4. Conservación de una cubierta vegetal dentro del proyecto, (áreas de conservación)

Los costos por conceptos generales del Programa de Manejo y Restauración de Suelos y/o control de erosión, basadas en un estudio de Análisis de Riesgo de Erosión, son los siguientes:

| CONCEPTO | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD REQUERIDA | COSTO UNITARIO $ | COSTO TOTAL $ |
|---|---|---|---|---|
| Especialista | Jornal | 288 | 820 | 236,160.00 |
| Ayudantes (6) para picado, esparcido, acomodo | Jornal | 1728 | 300 | 518,400.00 |
| Derribo selectivo (2 ayudantes) | Jornal | 576 | 300 | 172,800.00 |
| Riegos periódicos (2 ayudantes) | Jornal | 576 | 300 | 172,800.00 |
| Conservación de vegetación de arroyos | Jornal | 288 | 300 | 86,400.00 |
| Conservación de una cubierta vegetal dentro del derecho de vía que no interfiera con la operación del proyecto (2 ayudantes) | Jornal | 576 | 300 | 172,800.00 |
| **Subtotal** | | | | **1,359,360.00** |

*Tabla VII.7. Costos por concepto del manejo y restauración de suelos.*

**Programa de Reforestación**

Este programa, el cual es objeto principal del presente documento, considera trabajos propios del establecimiento de vegetación en zonas donde la pérdida vegetal ha sido considerable. Estas actividades son en compensación por la afectación que se realizará a la vegetación por la construcción e instalación de del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha.

Considerando que el impacto ambiental generado por la pérdida de vegetación que se removerá, no tan solo repercute a nivel de pérdida de hábitats los cuales forman parte los sitios donde habitan las especies en alguna categoría de riesgo, sino también trascienden en la captación de agua de lluvia, humedad, retención de carbono, entre otros a nivel del SA delimitado.

Para llevar a cabo la plantación, será necesario un técnico y 15 ayudantes de campo aproximadamente durante 2 meses.

El personal de campo, será contratado en poblados aledaños al proyecto para la reforestación, y este será definido una vez que inicie el proceso constructivo, con el objeto de además proporcionar beneficios ambientales también se proporcionen empleos temporales en la región.

| Actividad o concepto | Unidad de medida | Cantidad por concepto | Costo unitario ($) | Costo ($) |
|---|---|---|---|---|
| Elaboración del Programa de Reforestación | Programa | 1 | 30,000.00 | 30,000.00 |
| Localización del área a reforestar | Área | 2 | 10,000.00 | 20,000.00 |
| Ejecución del Programa de Reforestación | | | | |
| Adquisición de planta | Pza | 25,300 | 12 | 303,600.00 |
| Transporte de planta | Pza | 25,300 | 5 | 126,500.00 |
| Delimitación del área a reforestar | Jor | 5 | 900 | 4,500.00 |
| Mojoneras | Pza | 50 | 50 | 2,500.00 |
| Trazo de curvas de nivel | Jor | 50 | 300 | 15,000.00 |
| Limpieza del terreno (chaponeo, | Jor | 900 | 300 | 270,000.00 |
| Apertura de cepas | Cepa | 25,300 | 5 | 126,500.00 |
| Plantación | Pza | 25,300 | 5 | 126,500.00 |
| Brecha cortafuego | Jor | 300 | 250 | 75,000.00 |
| Insumos (fertilizantes y plaguicidas) | Paq | 1 | 25,000.00 | 25,000.00 |
| Materiales (machetes, limas, cal, hilillo, | Paq | 1 | 15,000.00 | 15,000.00 |
| GPS | Pza | 1 | 5,000.00 | 5,000.00 |
| Cámara fotográfica | Pza | 1 | 10,000.00 | 10,000.00 |
| Vehículo pickup | Hora | 240 | 63 | 15,120.00 |
| Equipo de cómputo e impresiones | Paq | 1 | 15,000.00 | 15,000.00 |
| Papelería | Paq | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 |
| Elaboración de informes | Informe | 1 | 15,000.00 | 15,000.00 |
| Técnico | Jor | 60 | 900 | 54,000.00 |
| **Subtotal** | | | | **1,255,220.00** |
| Mantenimiento un año* | | | | |
| Adquisición de planta | Pza | 10,120 | 12 | 121,440.00 |
| Transporte de planta | Pza | 10,120 | 5 | 50,600.00 |
| Re-apertura de cepas | Cepa | 10,120 | 5 | 50,600.00 |
| Chaponeo de maleza | Jor | 10,120 | 250 | 2,530,000.00 |
| Re-plantación | Pza | 10,120 | 5 | 50,600.00 |
| Brecha cortafuego | Jor | 300 | 250 | 75,000.00 |
| Técnico | Jor | 60 | 300 | 18,000.00 |
| Informe | Informe | 1 | 15,000.00 | 15,000.00 |
| * Considerando una pérdida del 40% de la plantación. | | | **Subtotal** | **2,911,240.00** |
| Mantenimiento 1 año | | | | |
| Mantenimiento de brechas corta-fuego | Jor | 100 | 300 | 30,000.00 |
| Chaponeo de maleza, solo eliminación de malezas | Jor | 100 | 300 | 30,000.00 |
| Técnico | Jor | 50 | 900 | 45,000.00 |
| **Subtotal** | | | | **105,000.00** |
| **TOTAL** | | | | **4,271,460.00** |

*Tabla VII.8. Estimación de costos del programa de reforestación.*

**Programa de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**

Previo al derribo de vegetación, personal especializado recorre los tramos con vegetación forestal en el área del proyecto, con el fin de ubicar y señalizar las especies de flora silvestre catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de escasa presencia en la zona y de difícil regeneración.

Inmediatamente, se inicia con los trabajos de identificación, extracción y reubicación de cada uno de los individuos que pueden ser afectados por los trabajos propios de la construcción; así como proteger y conservar *in-situ* aquellos que no interfieran con la construcción y operación del proyecto; incluyendo talleres, reglamentaciones dirigidos al personal de campo, supervisión técnica, elaboración de informes y su entrega a la autoridad ambiental. Estos trabajos serán ejecutados por un Coordinador, un Administrativo, dos especialistas en flora y 3 jornaleros.

Los costos por este concepto de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, están calculados para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación.

1. Todo el personal que labore en la obra deberá recibir capacitación para concienciación y acatar indicaciones de no cortar, colectar o dañar ningún ejemplar de flora silvestre fuera del proyecto y no contemplada en su remoción. Se establecerán reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora silvestre y especialmente sobre aquellas que se encuentran bajo estatus de protección, de acuerdo al listado establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Reubicar todas aquellas especies mencionadas en el Programa de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que por su ubicación interfieran con la construcción del proyecto.

Los costos previsibles por concepto de de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre se presentan en la siguiente tabla. (**Tabla VII.9**).

| N° | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Costos previsibles por administrativas y educación ambiental | Servicio | 1 | 60,520.00 | 60,520.00 |
| **2** | Identificación y señalización de individuos para reubicación y para protección y conservación *in-situ.* | Servicio | 1 | 116,100.00 | 116,100.00 |
| 3 | Extracción y reubicación de individuos | Servicio | 1 | 104,650.00 | 104,650.00 |
| 4 | Monitoreo y Mantenimiento. | Servicio | 1 | 87,300.00 | 87,300.00 |
| 5 | Generales | Servicio | 1 | 252,500.00 | 252,500.00 |
| **TOTAL** | | | | | **621,070.00** |

*Tabla VII.9. Costos para el programa de flora silvestre.*

**Programa de Conservación de Fauna Silvestre**

El manejo de fauna silvestre (anfibios, reptiles, mamíferos y aves), consiste en actividades encaminadas a su protección; previo al derribo de vegetación y despalme se realizarán recorridos para la localización de nidos y madrigueras, así como para ahuyentar a la fauna del lugar.

Durante el periodo constructivo, se realizará el rescate de fauna que pudiera caer en las cepas (excavaciones), o individuos que se encuentren en el área del proyecto y que puedan ser dañados con la maquinaria y con los vehículos; así mismo, se protegen nidos y/o madrigueras que no fueron abandonadas y se realiza una vigilancia constante a los trabajadores de campo para evitar la caza o la comercialización de la fauna silvestre; incluyendo la impartición de talleres y reglamentaciones dirigidos al personal de campo, supervisión técnica, elaboración de informes y su entrega a la autoridad ambiental.

Estos trabajos serán ejecutados por personal especializado en manejo de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. Los costos por este concepto de Conservación de Fauna Silvestre, están calculados (**Tabla VII.10**) para la ejecución de las siguientes medidas preventivas y de mitigación:

1. Todo el personal que labore en la obra deberá recibir capacitación para concienciación y acatar indicaciones de no maltratar, colectar o dañar ningún ejemplar de fauna silvestre. Se establecerán reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal, sobre las poblaciones de fauna silvestre y especialmente sobre aquellas que se encuentran bajo estatus de protección, de acuerdo al listado establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

2. También previo al derribo de la vegetación, se ahuyentará a la fauna silvestre por medio de sirenas o silbatos, con el propósito de reducir su posible afectación.
3. Se realizarán supervisiones periódicas con personal especializado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto para asegurar la adecuada aplicación de las medidas de mitigación.
4. Los trabajos del desmonte y despalme se realizarán de forma paulatina y direccional para permitir el libre desplazamiento de la fauna.
5. Los vehículos automotores y maquinaria en general, deberán circular a velocidades moderadas y solo por los caminos establecidos, con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que transite por el sitio del proyecto.
6. Se taparán las excavaciones a cielo abierto, para evitar accidentes a personas y animales principalmente roedores y reptiles caigan en ellas y vehículos, además se colocarán señales adecuadas; en caso de caer dentro de las cepas especies de fauna silvestre como roedores o reptiles, deberán de ser rescatados y liberados de forma inmediata en las áreas adyacentes al área del proyecto.
7. Previo a los trabajos del desmonte y despalme de la vegetación, se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre; con el fin de ser señalados para su protección y que sean abandonados por sus habitantes de forma paulatina conforme el avance y ruidos propios de la construcción.

| No. | ACTIVIDAD | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO ($) | COSTO ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Elaboración y ejecución del Programa de manejo de fauna silvestre | Personal y material necesario | Servicio | 1 | 814,115.00 | 814,115.00 |
| 2 | | Generales | Servicio | 1 | 351,480.00 | 351,480.00 |
| **TOTAL** | | | | | | **1,165,595.00** |

*Tabla VII.10. Costos por concepto en materia de fauna.*

**B) COSTO TOTAL PREVISIBLE PARA EL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONANTES, TÉRMINOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN CONSIDERADAS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.**

En la **Tabla VII.11**, se resume el costo total previsible por concepto o medidas y acciones preventivas y de mitigación que se llevarán a cabo para el proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha; siendo este de **$17,105,811.00 Diecisiete millones ciento cinco mil ochocientos once pesos 00/100 MN).**

| No | Medida o acción | COSTO ($) |
|---|---|---|
| 1 | Manejo de la Vegetación | 818,022.00 |
| 2 | Control de vehículos y maquinaria | 1,140,000.00 |
| 3 | Control y manejo de residuos | 1,424,200.00 |
| | Atención de fugas o derrames | 625,945.00 |
| 4 | Otras actividades relevantes | 1,304,888.00 |
| 5 | Programa de Manejo Ambiental (PMA) | 4,375,271.49 |
| 6 | Programa de Manejo y Restauración de Suelos | 1,359,360.00 |
| 7 | Programa de Reforestación | 4,271,460.00 |
| 8 | Programa de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre | 621,070.00 |
| 9 | Programa de Conservación de Fauna Silvestre | 1,165,595.00 |
| | **GRAN TOTAL** | **17,105,811.49** |

*Tabla VII.11. Costo total previsible por conceptos o medidas y acciones que se llevarán a cabo para el cumplimiento de medidas preventivas y de mitigación.*

## VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en los Artículos 17, 21, 22 fracciones I, IV, XI, XII, XV y XXV, 118; así como en su Reglamento, Artículos 139, 144 y 152, se establece el costo de las actividades de restauración de suelos.

La normativa anterior, sin duda representa una de las regulaciones más importantes para coadyuvar la pérdida de biomasa en bosques, selvas y matorrales, donde se realizan cambios de uso de suelo forestal.

La restauración que se implementa durante y después de un determinado cambio de uso de suelo, se define como la aplicación de técnicas o acciones para facilitar o simular la sucesión natural. De tal forma, que en las áreas sujetas a restauración sea recuperada la biomasa perdida y por ende las interacciones entre aspectos físicos y biológicos.

La ejecución del cambio de uso del suelo forestal para el establecimiento del proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 Ha**; de acuerdo al esquema para manejar la vegetación que se propone implementar, generará pérdida de biomasa y cambios en algunos aspectos físicos y biológicos presentes en el área destinada para la construcción del proyecto. Por tal motivo es necesario estimar cuales son los costos de la restauración de esas áreas que sean la base de la formulación de programas y actividades tendientes a la compensación y/o recuperación de las condiciones funcionales para el ecosistema.

Sin duda el cálculo real de los costos de restauración de las áreas donde se ejecuta un cambio de uso de suelo, es el que resulta una vez que se terminan las actividades de ese cambio, ya que se pueden ubicar con más precisión las áreas, cantidad de actividades y el costo de las mismas. Para fines de este documento y en particular para la información requerida en este capítulo se realizó una estimación de los costos de restauración considerando que no se tiene claro la cantidad de superficie a restaurar toda vez que el esquema de manejo de la vegetación que se propone y la implementación de medidas de mitigación minimizan en gran medida la pérdida de biomasa e impactos negativos incluyendo el resto de los aspectos ambientales involucrados durante el CUSTF.

Así pues, para la estimación de los costos de restauración se tomó como base la superficie requerida para el cambio de uso de suelo forestal al establecimiento del proyecto y las actividades apropiadas para recuperar las posibles áreas perturbadas por el derribo de vegetación dentro del proyecto; buscando con ello propiciar la presencia de especies, prevenir procesos erosivos; permitiendo llevar al ecosistema a condiciones similares a las que presenta actualmente.

Para ejecutar el proyecto es necesario realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de **23.2031 ha,** ocupadas por vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

***Descripción detallada de las actividades que se implementarán para restaurar el sitio afectado por el CUSTF***

Por el tipo de proyecto, las actividades de restauración en áreas que han sufrido perturbación por el cambio de uso de suelo, se presentan por etapas, mismas que se describen a continuación:

**a) Etapa de planeación y programación**

En esta etapa se incluye la elaboración de un estudio prospectivo que nos arroje como resultado, la ubicación de las áreas a restaurar, superficie, grado de deterioro, actividades a implementar según el tipo de erosión y grado de deterioro ambiental. Una vez que se cuenta con esta información se procede a la generación de listados sobre las necesidades de material y equipo para alcanzar los objetivos propuestos.

Posteriormente se elabora un programa que incluya todas las actividades previas a la ejecución, durante y el tiempo de monitoreo para alcanzar la meta.

**b) Etapa de ejecución de actividades**

Se implementa un *Programa de Restauración y Conservación* de suelos donde se incluyen las actividades, el número de las mismas y el tiempo de su realización, así como la aplicación de recursos humanos y económicos con el propósito de alcanzar los objetivos y metas planteadas.

**c) Etapa de monitoreo**

Las actividades de esta etapa comprenden desde el momento de la conclusión de las obras hasta el logro de los objetivos planteados en el Programa de Restauración y conservación de suelos.

| **A) ETAPA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Actividad** | **Descripción** | **Duración** | **Concepto de costos** | **Total/ha ($)** | **Total ($)** |
| Estudio prospectivo | Visita de las áreas donde se realizó el CUSTF para localizar y registrar las áreas que sufrieron deterioro; además de hacer la caracterización de los elementos físicos y biológicos de cada área, utilizando las herramientas necesarias para lograrlo. | 16 DIAS | • Salario de 2 técnicos<br>• 2 vehículos<br>• Comisiones Material y equipo | 4,343.06 | 100,772.43 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elaboración del Programa de Restauración | Una vez que se cuenta con el estudio prospectivo, se elabora el Programa de Restauración que incluya el alcance, objetivos, metas, caracterización del medio físico y biótico, resultados esperados y el cronograma de actividades que incluya el monitoreo. | 19 DIAS | • Salario de 2 técnicos<br>• 1 vehículo<br>• Material y equipo | 3,425.65 | 79,485.59 |
| Contratación de personal | Consiste en hacer la contratación del personal necesario para realizar las actividades de restauración. | 5 DIAS | • Salario de 1 técnico<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones<br>• Material y equipo | 768.51 | 17,831.81 |
| Adquisición de materiales y equipo | Se refiere a la cantidad de materiales que se deberá comprar para las actividades de restauración | 11 DIAS | • Salario de 1 técnico<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones<br>• Material y equipo | 1,494.94 | 34,687.34 |
| Adquisición de planta | Se refiere a la cantidad de planta que se deberá comprar para plantar como parte de la actividad de restauración | 8 DIAS | • Salario de 1 técnico<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones<br>• Costo de planta | 7,085.81 | 164,412.73 |
| Capacitación de personal | Una vez que se contrata al personal que ejecutará las obras de conservación, se les da una capacitación con el objetivo adiestrar y concienciar sobre los objetivos del programa. | 8 DIAS | • Salario de 1 técnico<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones<br>• Materiales y equipo | 908.2411482 | 21,074.01 |
| **B) DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN** | | | | | |
| Traslado de personal, materiales, equipo e insumos para ejecutar las actividades de restauración | Una vez concluida la etapa de planeación y obedeciendo al programa cronológico, como primera actividad es necesario el traslado de personal que trabajará en la obra, el material y equipo, así como los insumos como la planta, etc. Cabe señalar que el traslado del personal y algunos materiales y equipo se realizará diariamente. | 48 DIAS | • Salario de 1 técnico<br>• 1 vehículo | 3,252.75 | 75,473.87 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del terreno | Consiste en el arrime de materiales e insumo al sitio donde se realizarán las obras; además del acondicionamiento de cada área según las características de la actividad que se vaya o esté realizando | 13 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones | 2,765.27 | 64,162.74 |
| Plantación | Es la ejecución de las actividades de plantación de especies vegetales previamente seleccionadas, las características de las especies serán las apropiadas para el logro de los objetivos. | 35 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones | 2,923.40 | 67,832.02 |
| Obras mecánicas | Son las obras que se realizaran con el propósito de lograr la restauración del área. Los tipos de éstas serán determinadas durante el estudio prospectivo y la cantidad y tiempo de ejecución se incluirán en el programa de restauración. | 25 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1Vehiculo<br>• Comisiones | 2,570.43 | 59,642.03 |
| Medidas para prevenir incendios | Actividades indispensables ya que cualquier agente podría entorpecer el logro de los objetivos, para ello es necesario implementar medidas de acuerdo a la ubicación del sitio. | 9 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1 vehículo | 909.50 | 21,103.33 |
| Control de plagas y enfermedades | Se hace con el propósito de mantener sana la plantación y vegetación presente dentro de los sitios a restaurar para que las obras o actividades realizadas cumplan su propósito. | 9 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1 vehículo | 783.70 | 18,184.25 |
| **C) ETAPA DE MONITOREO** | | | | | |
| Reposición de planta | Durante este monitoreo y de acuerdo a los registros generados durante la ejecución de la plantación de especies vegetales, se realizará un inventario para reponer los individuos muertos. | 25 DIAS | • Salario de 1 técnico y 2 ayudantes<br>• 1 vehículo<br>• Compra de planta | 3,308.11 | 76,758.45 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mantenimiento de las obras mecánicas | En caso de que alguna de las obras mecánicas que se construyeron sufriera algún deterioro que ponga en riesgo su eficiencia, se le dará el mantenimiento necesario. | 6 DIAS | • Salario de 1 técnico y 3 ayudantes<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones | 1,023.72 | 23,753.37 |
| Muestreo para evaluar la eficiencia y resultados de las obras de restauración | Consiste en levantar datos que nos muestren el grado de cumplimiento de los objetivos y con ello podamos programar actividades de mantenimiento. | 7 DIAS | • Salario de 1 técnico y 2 ayudantes<br>• 1 vehículo<br>• Comisiones | 748.34 | 17,363.78 |
| Atención a posibles daños del área por agentes físicos y biológicos (humanos, animales domésticos, plagas, enfermedades, etc. | Actividad que se realiza después del muestreo del estado actual de las obras que se implementaron para la restauración de áreas. | 9 DIAS | • Salario de 1 técnico y 2 ayudantes<br>• 1 vehículo | 780.17 | 18,102.38 |
| **Total** | | | | **37,091.60** | **860,640.12** |

*Tabla VII.1. Estimación del costo de restauración del área sujeta a CUSTF*

Por lo antes expuesto, en el supuesto de realizar el CUSTF en una superficie de **23.2031 ha**, con vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, el costo por la restauración que lleve a las condiciones similares al actual, se estima de **$ 860,640.12 (ochocientos sesenta mil seiscientos cuarenta pesos 12/100 M.N.).**

**CONTENIDO**

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACÓN DE ALTERNATIVAS ..... 3

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto ..... 8

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación, prevención o compensación ambiental ..... 9

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación ..... 13

VIII.4. Pronóstico ambiental ..... 19

VIII. 5 Programa de manejo ambiental ..... 20

VIII.6 Seguimiento y control ..... 57

*Tabla VIII.1. Comparación de los principales aspectos ambientales que se modifican por la construcción del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha, con relación al SA. ..... 5*
*Tabla VIII.2. Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación. ..... 13*
*Tabla VIII.3. Escenario con proyecto, considerando la aplicación de medidas de mitigación. ..... 18*
*Tabla VIII.4. Conformación del Plan de Manejo Ambiental. ..... 21*
*Tabla VIII.5. Educación ambiental al personal de obra. ..... 24*
*Tabla VIII.6. Comunicación con la comunidad. ..... 25*
*Tabla VIII.7. Riegos con agua tratada. ..... 27*
*Tabla VIII.8. Prevención de emisiones de material particulado. ..... 28*
*Tabla VIII.9. Programa de mantenimiento de maquinaria. ..... 30*
*Tabla VIII.10. Manejo de residuos sólidos urbanos. ..... 32*
*Tabla VIII.11. Programa de manejo de residuos de manejo especial. ..... 34*
*Tabla VIII.12. Programa de manejo de residuos peligrosos. ..... 37*
*Tabla VIII.13. Manejo de fauna. ..... 40*
*Tabla VIII.14. Manejo de flora. ..... 42*
*Tabla VIII.15. Protección del recurso hídrico. ..... 44*
*Tabla VIII.16. Planta de tratamiento de aguas residuales. ..... 45*
*Tabla VIII.17. Acopio e incorporación de material de despalme ..... 47*
*Tabla VIII.18. Caminos de accesos. ..... 48*
*Tabla VIII.19. Adquisición de material geológico. ..... 49*
*Tabla VIII.20. Delimitación del sitio. ..... 51*
*Tabla VIII.21. Seguridad y protección personal. ..... 53*

*Figura VIII.1. Grado de conservación de los aspectos, geomorfología y cobertura vegetal.* ..... 5
*Figura VIII.2. Grado de conservación de los aspectos, degradación del suelo, calidad del paisaje y marginación social.* ..... 6
*Figura VIII.3. Grado de conservación del índice de Shannon.* ..... 6

## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos ambientales que se darán en el sitio donde se propone realizar el proyecto **ECOTERRA PARAISO 33 HA**, se describen considerando principalmente los aspectos abióticos, bióticos, sociales y paisajísticos que tendrán cambios permanentes en sus estructuras o composición. Por lo que se pronostica un escenario diferente al actual en la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, así como en el paisaje. Este escenario diferente que se dará es debido a la apertura de la cubierta vegetal para incluir elementos artificiales como son las estructuras (edificios y vías de acceso) sobre una superficie terrestre que presenta un relieve de ondulado y en algunas áreas con pendientes pronunciadas con diferentes tipos de usos de suelo.

Se prevé que los factores ambientales aire, suelo, agua, fauna o algún otro recurso pueden ser conservados tanto en la etapa constructiva como en la etapa de operación, mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y corrección (ver capitulo VII).

El factor ambiental vegetación es el que será el más afectado, sin embargo, las medidas de protección, mitigación y corrección que se proponen, tiene como objetivo esencial la protección y conservación de las condiciones ecológicas de las comunidades vegetales.

Por lo anterior, y considerando a la vegetación como fuente de recursos y satisfactores esenciales trae consigo la responsabilidad de ser protegida y conservada a fin de evitar un escenario degradante para la misma. Por lo que se pronostica, que con las medidas aplicadas:

- No se contribuye a condicionar el sitio seleccionado al fenómeno de erosión.
- La cobertura vegetal en algunas áreas no cambiara su estructura y diversidad
- La fragmentación de la vegetación no tiene efecto significativo en la densidad y distribución de las especies de fauna silvestre en la zona.
- Se mantiene la biodiversidad en algunas áreas de acuerdo a lo manifestado en el capítulo IV del presente documento.
- No se afecta la recarga de los acuíferos de la zona del proyecto, pues no se extraerá agua ni se impedirá que ocurra la infiltración subterránea y superficial.
- Cambia el impacto visual en el paisaje de la zona.

En los siguientes puntos se comparan los diferentes escenarios que pueden pronosticarse en el sitio donde se pretende realizar el proyecto **ECOTERRA PARAISO 33 HA**, considerando las medidas de mitigación y/o corrección.

De acuerdo con lo manifestado en los capítulos precedentes, se pronostican los siguientes escenarios. Con la finalidad de apreciar la calidad y dinámica de las comunidades vegetales en el área del proyecto, tomando como base el manejo de vegetación explicada en los Capítulos II y VII, así como la descripción de la caracterización del sistema ambiental en el Capítulo IV y a los índices de la diversidad para vegetación y fauna, se hace la siguiente comparación de escenarios del área del proyecto (AP), según el principio que se establece para cada uno.

- **Escenario 1.** La zona donde se ubica el proyecto, condiciones actuales.
- **Escenario 2.** La zona con la inclusión del proyecto, sin aplicar las medidas de mitigación y corrección.
- **Escenario 3.** La zona con la inclusión del proyecto, considerando la aplicación de las medidas de mitigación y corrección.

En la tabla VIII.1 se describen los principales aspectos ambientales que se modificarán con la construcción del proyecto **ECOTERRA PARAISO 33 HA**; así mismo en las figuras VIII.1 a VIII.3, se comparan los factores que tendrían cambios en los escenarios ambientales. Cabe señalar que se agruparon dichos factores en tres grupos para que fuera más fácil su interpretación. Para el aspecto de la cobertura vegetal se utilizó el porcentaje promedio en cada uno de los escenarios; por otro lado para los aspectos con grado de conservación de manera cualitativa, se utilizaron valores de 1 a 3; correspondiendo 1 para la conservación baja, 2 para media y 3 para alta. Para el caso específico del aspecto "marginación social" fue considerado la creación de empleos y el mejoramiento de los servicios básicos.

| Aspecto ambiental | Escenario 1 (Grado de conservación) | Escenario 2 (Grado de conservación) | Escenario 3 (Grado de conservación) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Geomorfología | 100% | 96% | 98% | Se mantiene básicamente en su estructura y forma. |
| Suelo degradación | Media | Media | Media a baja | Se aplicara un Programa de restauración y conservación de suelos. |
| Cobertura vegetal | 70 | 20 | 50 | Se hace manejo de la vegetación y se ejecutara |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | un Programa de rescate de flora silvestre. |
| Hidrología superficial | Con disponibilidad | Con disponibilidad | Con disponibilidad | No hay interferencia del proyecto. |
| Hidrología subterránea | Déficit | Déficit | Déficit | No hay interferencia del proyecto. |
| Diversidad Ind.de Shano-Wiener | 2.39 | 1.50 | 2.00 | Se disminuye la diversidad en algunas areas, sin embargo se aplicara un programa de rescate de flora silvestre. |
| Calidad de Paisaje | Media | Media | Media a Baja | Presencia de vías de acceso y edificaciones |
| Marginación social | Media a Baja | Media a Baja | Media | Baja, al crearse empleos y mejorar servicio básico. |

*Tabla VIII.1. Comparación de los principales aspectos ambientales que se modifican por la construcción del proyecto Ecoterra Paraíso 33 ha, con relación al SA.*

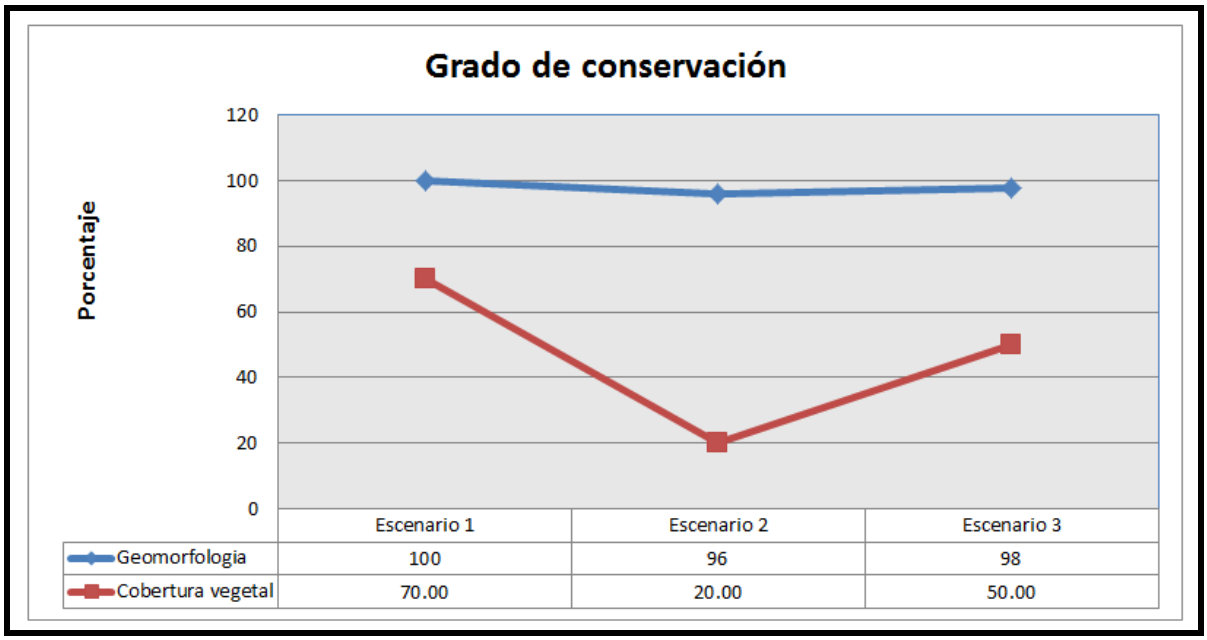



*Figura VIII.1. Grado de conservación de los aspectos, geomorfología y cobertura vegetal.*

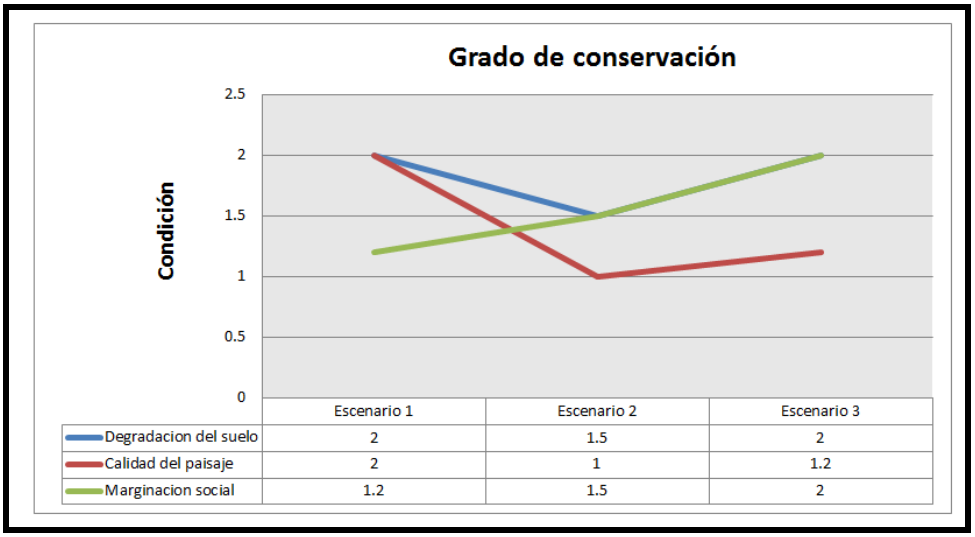



*Figura VIII.2. Grado de conservación de los aspectos, degradación del suelo, calidad del paisaje y marginación social.*

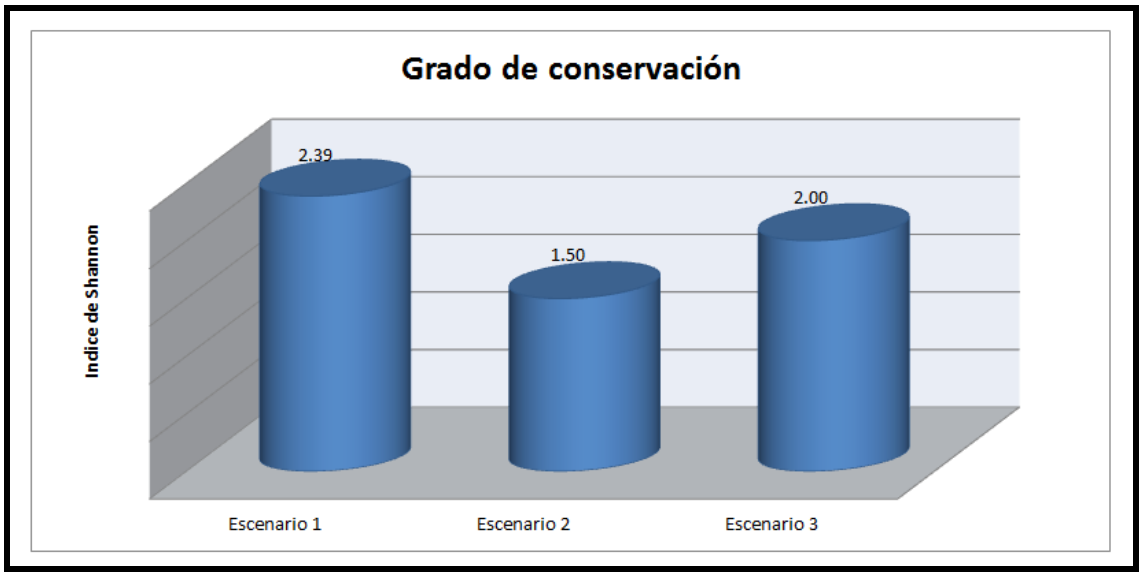



*Figura VIII.3. Grado de conservación del índice de Shannon.*

**Escenarios creados para la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.**

Los escenarios que se pronostican, consideran la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, dado que es el factor biótico que interactuará con el proyecto y modificará en cierta manera en estructura y cobertura.

**Escenario 1**

La vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, presenta una estructura dominada por especies secundarias que han emplazado a los arboles primarios en la cual de acuerdo al POEGT y a trabajos de campo, existe una alta degradación de la vegetación debido principalmente al cambio de uso del suelo a terrenos agropecuarios y a asentamientos humanos irregulares, así mismo presenta una moderada (media) degradación de los suelos, principalmente por las actividades agropecuarias.
Se aprecia claramente que los acelerados cambios de uso del suelo es cada vez más palpable, por lo que en un futuro sin el proyecto la estructura y superficie de la vegetación secundaria de la selva mediana subcaducifolia, será disminuida a consecuencia de desmonte de la vegetación para dedicarlos a terrenos agropecuarios, así como al acelerado crecimiento de los asentamientos humanos,

**Escenario 2**

Este ecosistema de la vegetación secundaria de de selva mediana subcaducifolia, junto con las selvas bajas y medianas, son los mas importantes ecológicamente ya que alberga una diversidad de especies indicadoras de buen estado de conservación y provee de alimento a especies de, reptiles, anfibios y mamíferos, la masa forestal es relativamente homogénea en su estructura, no presenta perturbaciones naturales por erosión hídrica, de acuerdo al POEGT como moderada degradación de suelos, y que posiblemente con la construcción del proyecto, se presenten incrementos en la perturbación de la misma si no se aplican las medidas de mitigación de una manera eficiente y oportuna.

**Escenario 3**

La adecuada y acertada aplicación de medidas de mitigación, propuestas en el capitulo VII del presente documento, derivadas por la instalación del proyecto, permitirá además de mantener una cubierta vegetal en diferentes áreas del proyecto, se conservarán los recursos naturales, así como se evitará un incremento de erosión a través de obras de conservación de suelos por la perdida de la vegetación.

## VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El área donde se pretende construir el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 HA**, presenta una inestabilidad ambiental con grandes conflictos sectoriales y ambientales donde registra una mediana degradación de los suelos y una alta degradación de la vegetación por las actividades antropogenicas y los acelerados cambios de uso de suelo por cultivos agropecuarios y asentamientos humanos. Por otro lado no presenta una degradación por desertificaciones, registra muy bajo porcentaje de cuerpos de agua, la densidad de población es considerada como baja; registra una alta disposición de agua superficial y un bajo porcentaje de consolidación de la vivienda, finalmente presenta un alto porcentaje de trabajadores por actividades ganaderas y mineras.

Por otro lado, y teniendo como objetivo principal del proyecto, la construcción de un desarrollo habitacional de interés social de tipo plurifamiliar de alta densidad diseñado y construido con los estándares de calidad y construcción que se marcan para dicho fin, para el uso residencial permanente. Lo anterior en concordancia y total apego con los diversos instrumentos de planeación de desarrollo urbano, respetando y cumpliendo con sus objetivos estratégicos y ejes rectores, asi como cumpliendo con la normatividad ambiental con la finalidad de garantizar la sustentabilidad ambiental de las construcciones de la zona del proyecto y de su entorno en todas las etapas del proyecto.

La construcción del proyecto y sobre todo, la etapa de operación del mismo representará para la zona mayor calidad de vida permitiendo un desarrollo que beneficiará directamente a 2,440 familias en promedio de 3 personas por cada familia a través de dicho desarrollo habitacional de interés; éste proyecto además de beneficiar al sector habitacional también representa un recurso indispensable para la generación y crecimiento de los sectores comercial, servicio y de transportes etc. representando incremento en ingresos económicos, generación de empleos y bienestar social.

## VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación, prevención o compensación ambiental

En el caso hipotético de que el proyecto se llevara a cabo sin las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental, la respuesta del sitio, tanto sus componentes bióticos como los abióticos se observarían procesos acelerados de degradación ambiental, esto se traduce en impactos negativos que terminarían por afectar al Sistema Ambiental del que forma parte el proyecto. A continuación, se describe el escenario en el cual el proyecto se lleva a cabo sin dichas medidas y el escenario (simulación) del área de estudio debido a las actividades a realizarse en cada etapa del proyecto, tal como lo describe el contenido del presente capítulo, en este subapartado no se consideran las medidas de mitigación planteadas para cada una de las posibles afectaciones.

| **Componente ambiental** | **Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación)** |
|---|---|
| **Atmósfera** | **a) Generación de gases y material particulado**:<br>1. Aumento en la zona por Monóxido de Carbono, Benceno, Aldehídos y Fenoles, debido a la presencia de fuentes productoras como son los vehículos automotores que utilizan gasolina o diésel como combustible.<br>2. Óxidos de nitrógeno y Ácidos nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia con cierto nivel de acidez, para este caso debido al SA se consideraron solo como aporte a la atmósfera, es decir sus posibles efectos son a nivel posiblemente regional.<br>3. Dióxido de Carbono, al igual que los gases anteriores éste se considera como aporte a la atmósfera y sus efectos comprobados del incremento del calentamiento global.<br>Por lo anterior, se deriva que los impactos generados por la emisión de gases debido a la operación de maquinaria que funcionan con gasolina o diésel tienen su repercusión en un contexto regional por lo que, se estima que estos impactos afectarán durante todas las etapas del proyecto.<br><br>**b) Generación de polvos**<br>Se consideró separar este elemento del material particulado, debido a que su impacto tiene efectos regionales, locales y sus partículas fácilmente son volátiles |

| Componente ambiental | Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación) |
|---|---|
| | por efecto del viento. La estimación de este impacto deriva de manera significativa de las actividades durante la etapa de preparación del sitio, en donde se realiza el despalme, excavación y movimiento de tierras, así como también en la etapa de construcción en donde se realiza el transporte de materiales.<br><br>**c) Incremento de luz**<br>Durante las tres etapas del proyecto, el aumento de la luz se ve involucrada al mantener personal trabajando en el sitio, ya que, se utiliza iluminación artificial durante las primeras horas de la mañana, así como la iluminación vehicular y de la maquinaria, lo que, ocasionarán impactos negativos sobre la fauna, ya que podría provocar el desplazamiento e interrupción de sus actividades.<br><br>**c) Generación de ruido**<br>Se considera que la afectación por ruido sea a los humanos presentes en la obra y en los alrededores, así como a la fauna silvestre. Se precisa que el ruido que se presentará en el proyecto se generará durante las tres etapas de este (preparación, construcción y operación), aunque no de la misma forma la etapa de preparación será la que presente el mayor nivel de ruido, mientras que en las otras dos etapas el ruido disminuirá de intensidad. |
| **Hidrología** | **a) Pérdida de capacidad de infiltración del suelo**<br>Dado que, para la construcción de plataformas y vialidades, se pretende realizar el desmonte y despalme de la vegetación nativa, las condiciones de escorrentías se modificarán en su mayoría, aunado a que, debido a la cimentación no se permitirá la infiltración de agua al subsuelo. De no contar con un sistema de captación pluvial o un sistema hidráulico adecuado las condiciones hidrológicas en el sitio tendrán una degradación y desbalance en el recurso del agua.<br><br>**b) Contaminación** |

| Componente ambiental | Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación) |
|---|---|
| | De no tener un manejo correcto de residuos, potencialmente aumentarían los niveles de contaminación del agua, en los canales de agua naturales, de igual manera, al no contar con un correcto sistema de drenaje, se provocarían malos olores, la acumulación de metales pesados y el aumento de patógenos en el agua, provocando un desequilibrio en el ecosistema. |
| **Geología** | **a) Arreglo geológico**<br>Durante la etapa de preparación, la geología se ve afectada modificando la estructura, profundidad y estabilidad del sitio. Por la naturaleza de las obras, los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles y, en el mejor de los casos, controlables. De no considerarse las medidas de mitigación para este impacto, se vería afectada la estabilidad del sitio.<br>Por otro lado, el material obtenido de cortes y excavaciones será utilizado como material de relleno, de no ser así se deberá extraer de otras zonas y aumentando la demanda de los bancos de material. |
| **Edafología** | **a) Pérdida de cobertura edáfica**<br>El suelo será el indicador ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la obra, la principal afectación será el cambio de uso de suelo a uso forestal, por el desmonte y despalme de terreno, previo cambio de uso de suelo del polígono que se requiera. La erosión es otro factor de impacto al suelo que debido a los desmontes y despalmes se propiciará su incremento.<br>Otro aspecto no menos importante que los anteriores es, la deposición del suelo por migración de partículas, la cual podría verse afectado por inadecuado diseño de las obras de control de escurrimientos. |
| **Paisaje** | **a) Pérdida de calidad**<br>De no considerar la restauración y reforestación de las áreas verdes y áreas de cesión del Proyecto **"ECOTERRA PARAÍSO" 33 HA**., las cualidades estéticas del paisaje se verán afectadas durante las 3 etapas del proyecto, al cambiar drásticamente la vegetación por el proceso constructivo del proyecto, considerando la alteración en la cromaticidad paisajística y la alteración a la vegetación. |

| Componente ambiental | Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación) |
|---|---|
| | |
| **Flora** | **a) Pérdida de riqueza**<br>El cambio de uso forestal lleva a la fragmentación de las áreas verdes nativas, por lo que se pueden ver alteradas las poblaciones de la flora nativa y con ello, la alteración y pérdida de la riqueza de especies florísticas de la zona del proyecto.<br>**b) Competencia por especies exóticas**<br>De no considerarse como medida de mitigación la reforestación e instalación de áreas verdes con especies nativas, llevaría a la competencia directa con la flora de la región. Las especies exóticas compiten en propagación, disponibilidad de recursos y dispersión por lo que, desplazan a las especies nativas y alteran de manera directa el ecosistema.<br>**c) Alteración en la biodiversidad**<br>La urbanización es de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Rolstad, 1999), al alterar la flora de la región y fomentar la fragmentación del hábita. Por lo que, es de importancia considerar como medida de mitigación la reforestación con especies nativas. |
| **Fauna** | **a) Disminución de riqueza**<br>Al cambiar el uso de suelo, la fauna se verá desplazada, por lo tanto, la riqueza de especies locales se verá reducida.<br>Las especies presentes potencialmente será la avifauna, mientras que los demás grupos se verán afectados de manera directa.<br>**b) Competencia por especies domésticas**<br>La urbanización de la zona trae consigo a las especies domésticas, quienes desplazan a la fauna silvestre, son predadores y, alteran el equilibrio ecológico. |

| Componente ambiental | Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación) |
|---|---|
| | **c) Alteración en la biodiversidad**<br>El proyecto **"ECOTERRA PARAÍSO" 33 HA**, alterará la biodiversidad del ecosistema, debido a la introducción de especies domésticas (como son perros y gatos), fomenta la pérdida y disminución del hábitat, siendo estás las principales causas de pérdida de biodiversidad. |
| **Medio socioeconómico** | **a) Estimulación económica local**<br>La economía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación del personal, que genera empleos de tipo directo e indirecto. En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que se impactarán son la vialidad.<br>El proyecto a su vez promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte. |

*Tabla VIII.1. Escenario con proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación.*

## VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

| Componente ambiental | Escenario con proyecto, con la aplicación de medidas de mitigación (prevención, mitigación, compensación) |
|---|---|
| **Atmósfera** | De manera general las medidas de mitigación y o prevención que se tienen contempladas para los impactos en la atmósfera son: el riego a caminos, supresores de polvo, compactación de superficies y el mantenimiento de la maquinaria cada 200 horas de servicio y horarios exclusivos de actividades. A continuación, se desarrollan estas medidas respecto a los impactos generados.<br>**a) Generación de gases y material particulado**:<br>**1.** Las medidas de mitigación y/ o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son conforme las Normas NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-050-SEMARNAT-1993, que establecen los niveles máximos permisivos de emisión de gases, humo de acuerdo con el uso de diésel, gasolina, gas natural o combustibles |

alternos. Por lo que, la maquinaria estará en mantenimiento periódico asegurando encontrarse en óptimo funcionamiento y apegado a la normatividad.

2. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para los impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo, compactación de superficies apoyado por lo estudios de caracterización ambiental y el mantenimiento cada 200 horas de servicio de la maquinaria.
3. Durante la etapa de preparación del sitio, en todos los casos se procurará remover el suelo de manera ordenada y cuidadosa, para evitar desprendimientos de partículas que puedan incorporarse a la atmósfera. Cuando se presenten vientos cuya intensidad y dirección ocasionen tolvaneras y en general produzcan la remoción y dispersión de polvos, se domará como prioridad la suspensión de los trabajos de preparación del terreno y solo se reanudarán una vez esta condición metereológica se haya normalizado.
4. El avance de los vehículos automotores será de velocidad baja a moderada, para minimizar el desprendimiento de las partículas.
5. La nivelación y compactación del terreno reducirá el flujo de polvos al ambiente, ya que el uso de agua, junto con apisonamiento del terreno favorecerá el endurecimiento del suelo.
6. Durante las actividades de preparación del terreno, la maquinaria solo operará un máximo de 10 horas diarias en el periodo diurno comprendido a las 8:00 a.m. a las 6:00 p.m. para evitar mayores afectaciones en los alrededores.

**b) Generación de polvos**

1. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para los impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo. Cuando se presenten vientos cuya intensidad y dirección ocasionen tolvaneras y en general produzcan la remoción y dispersión de polvos, se tomará como prioridad la suspensión de los trabajos de preparación del terreno y solo se reanudarán una vez esta condición meteorológica se haya normalizado.
2. El avance de los vehículos automotores será de velocidad baja a moderada, para minimizar el desprendimiento de las partículas.
3. La nivelación y compactación del terreno reducirá el flujo de polvos al

| | |
|---|---|
| | ambiente, ya que el uso de agua junto con apisonamiento del terreno favorecerá el endurecimiento del suelo.<br>**c) Incremento de luz**<br>1. Únicamente se utilizarán luminarias LED, con el fin no impactar de manera excesiva la energía.<br>**d) Ruido**<br>1. Se aplicará un *Programa de Mantenimiento de Maquinaria, Equipo y Vehículos,* para asegurar el buen funcionamiento y así evitar el excesivo ruido. Se llevará a cabo una bitácora de registro de mantenimiento y se proporcionará a los trabajadores expuestos a niveles sonoos iguales o superiores a 85Db el equipo de protección auditiva de acuerdo con lo establecido por la NOM-017-STPS-2008. |
| **Hidrología** | **a) Pérdida de capacidad de infiltración del suelo**<br>1. Como medida de mitigación se utilizarán vasos reguladores para aguas pluviales, los cuales se considerarán tengan canaletas hacia el sistema de drenaje pluvial, o vasos para absorción para un sistema de absorción natural hacia los cuerpos acuíferos subterráneos.<br>**b) Contaminación**<br>1. Se llevará a cabo un Plan de Manejo de Residuos, en el cual se mantendrá orden y control del manejo y disposición final de los residuos, asegurando que no se viertan aguas residuales o deshechos a los cuerpos de agua o al suelo, evitando la contaminación a cuerpos acuíferos subterráneos.<br>2. La cantidad de agua a utilizar para la preparación del terreno será la estrictamente necesaria y serán aguas residuales con previo tratamiento. |
| **Geología** | **a) Arreglo geológico**<br>1. Debido a la naturaleza de las obras, como se ha mencionado con anterioridad, el arreglo geológico tiene modificaciones en estructura, profundidad y estabilidad, los cuales son irreversibles, sin embargo, se llevará a cabo el monitoreo y mantenimiento de vialidades, con el fin de evitar baches, socavones y otros acontecimientos que repercutan en la topografía del sitio. |

| | |
|---|---|
| **Edafología** | **a) Cambio de uso de suelo**<br>1. Se llevará a cabo la reforestación de un área equivalente a el área impactada debido al proyecto.<br>2. El despalme deberá limitarse a las áreas con autorización de cambio de uso de suelo, caminos o zonas de desplante.<br>3. Se ejecutarán actividades de recuperación de suelo orgánico, es decir, el material orgánico extraído en la etapa de desmonte será utilizado posteriormente en las áreas verdes del proyecto.<br>4. El material obtenido de cortes y excavaciones será utilizado como material de relleno de diversas obras, como terracerías y nivelación, esta medida disminuirá notablemente los requerimientos de material de bancos.<br>**a) Contaminación**<br>1. Se harán revisiones periódicas para a la maquinaria y vehículos de carga, para detectar a tiempo indicios de derrames de aceites que puedan ocasionar contaminación al suelo.<br>2. La afinación de la maquinaria y vehículos se realizará en talleres de la ciudad, para evitar contaminantes en el sitio.<br>3. El suministro del combustible de la maquinaria se realizará en la estación de servicio más próxima o sobre superficie impermeable para evitar residuos hacia el suelo desnudo.<br>4. Los residuos sólidos peligrosos que se genere en campo serán dispuestos en depósitos impermeables con el fin de evitar cualquier derrame, posterior, se hará el correcto manejo para su disposición final a un sitio Autorizado para dicho fin, autorizado ante SEMARNAT.<br>5. Los residuos sólidos que se generen durante las etapas constructivas se depositarán en contenedores cerrados para ser dispuestos a sitios autorizados ante SEMARNAT, para dicho fin. |
| **Hidrología** | **a) Contaminación**<br>1. Se instruirá al personal que realiza la construcción, antes del comienzo de la obra, para evitar arrojar residuos sólidos o cualquier otro material a los cuerpos de agua.<br>2. Para el caso de los hidrocarburos, serán almacenados en un anaquel el |

| | |
|---|---|
| | cual contará con un equipo antiderrames, con su respectiva señalética, la cual preveé la contaminación de suelo y por consecuencia se evita la contaminación de cuerpos de agua subterráneos.<br>3. Se instalará una Planta de Tratamientos Residuales, para la disminución del uso de agua y el reúso de aguas tratadas en áreas verdes o jardinerías. |
| **Paisaje** | **a) Pérdida de calidad**<br>1. Se llevará a cabo la restauración y reforestación de las áreas verdes y áreas de cesión aumentando la calidad ambiental del paisaje.<br>2. Las acciones que afectan el paisaje como el desmonte serán llevadas a cabo estrictamente sobre las áreas señaladas, respetando las dimensiones.<br>3. Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no son usadas en la construcción, rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda zona afectada. |
| **Flora** | **a) Pérdida de riqueza**<br>1. Se llevará a cabo la reforestación en áreas verdes y de cesión con especies nativas, mitigando la pérdida de riqueza y la competencia de especies exóticas.<br>2. El material despalmado será estrictamente en las áreas con autorización de Cambio de Uso de Suelo.<br>3. Se llevarán acciones de rescate de flora silvestre susceptible al trasplante, especialmente especies con categorías de riesgo ante la NOM-059-SEMARNAT-2010.<br>4. Se llevará a cabo la concientización del personal que laboren en la obra con el fin de evitar en todo momento el daño a los individuos forestales aledaños a las zonas de CUSTF. |
| **Fauna** | **a) Pérdida de riqueza de especies**<br>1. Se llevarán a cabo acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento de especies faunísticas silvestres, especialmente aquellas que se encuentren protegidas ante la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aquellas con baja movilidad, que por sus características motrices, físicas, conductuales o |

| | |
|---|---|
| | metabólicas no cuenten con una respuesta rápida de desplazamiento.<br>2. El personal laborando en el Proyecto, se abstendrá de capturar o cazar a cualquier animal silvestre, tanto en el proyecto como en los alrededores, por lo que el supervisor de la obra vigilará en todo momento que esta medida sea cumplida por los trabajadores.<br>3. Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada al cambio de uso de suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite n dicha porción del predio. |
| **Medio socioeconómico** | **b) Estimulación económica local**<br>1. La economía de la región se verá impactado benéficamente, esto principalmente por la contratación del personal generando empleo de tipo directo e indirecto.<br>2. Los propietarios de terreno favorecen la tenencia de la tierra y la economía regional. En cuanto a lo servicios e infraestructura, las acciones que impactaron son la rehabilitación de camiones existentes, el suministro de servicio, los cuales serán a corto plazo y directos, donde los efectos se consideran a largo plazo, de manera indirecta para utilidad de la comunidad. El proyecto a su vez promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.<br>3. El personal de campo portará el equipo de trabajo y protección. El supervisor de los trabajos verificará que el personal de obra no incurra en práctica que por descuido o negligencia pueda ocasionar un accidente.<br>4. Se evitarán condiciones antihigiénicas y proliferación de enfermedades y se dispondrán sanitarios fijos y agua suficiente para el lavado de manos y alimentos.<br>. |

*Tabla VIII.1. Escenario con proyecto, considerando la aplicación de medidas de mitigación.*

### VIII.4. Pronóstico ambiental

Se puede llevar a cabo el proyecto y comenzar la construcción, utilizando técnicas adecuadas según los fines planteados en el diseño. Como se ha mencionado se espera una afectación sobre la vegetación, sin embargo, es importante señalar que esta será moderada debido a que se implementarán acciones encaminadas a la mitigación y compensación de los impactos ambientales.

Con base en los estudios de caracterización del sistema ambiental se intenta formar un panorama de las condiciones actuales, basado en los estudios de línea base, que prevalecen en los diferentes componentes del ambiente en el área del proyecto, lo que se sintetiza en el diagnóstico del Capítulo IV de este documento.

A partir de esto y con el conocimiento de las obras que se pretenden desarrollar mostradas en el Capítulo II previo, se intenta describir el escenario modificado una vez que se inserten las obras y se explica cómo serán amortiguados los cambios mediante medidas de prevención, mitigación y medidas compensatorias.

Con base en el trabajo de campo y del trabajo de gabinete para este estudio, se identifica que las condiciones actuales del proyecto presentan un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales.

Cabe destacar que, en el área de estudio, ninguno de los aspectos del sistema ambiental que se han analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, cuencas, patrones de drenaje y disponibilidad de agua, flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional.

Como resultado del análisis ambiental efectuado en el Capítulo VI y habiendo aplicado las medidas correctivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados, se realiza la proyección del escenario modificado para el Proyecto **"ECOTERRA PARAÍSO" 33 HA**.

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, es considerada como una obra de carácter social de alto impacto positivo sobre el desarrollo socioeconómico de las poblaciones que se ubican en esta región al este del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, al facilitar el desplazamiento hacia el proyecto, el cual una vez en operación dicho proyecto generará empleos para los ciudadanos de la región.

Los predios que serán afectados por el proyecto cuentan con uso forestal, sin embargo, sus alrededores se han visto perturbados por asentamientos humanos, modificando las condiciones

generales, por lo que el cambio de uso de suelo no tendrá repercusiones considerables, siendo también importante la reforestación que se llevará a cabo para la mitigación de este impacto.

El proyecto será dirigido y ejecutado por el contratista que cuente con la maquinaria requerida, así como todas las medidas necesarias para cumplir con la Normatividad señalada con anterioridad, para cada actividad, reduciendo considerablemente los impactos ambientales adicionales, asimismo el promovente cuenta con personal con capacidad técnica que permita vigilar y supervisar las obras.

El paisaje tendrá una modificación por la ampliación del camino y en particular por la construcción del proyecto **"ECOTERRA PARAÍSO" 33 HA** y vialidades, mientras que la calidad visual se mantendrá aun después de ejecutado el proyecto, dado que no se prevé la construcción de infraestructuras elevadas que impidan la visión.

La dinámica natural de las comunidades de fauna que existen actualmente en la zona del proyecto, no se verá afectada de manera considerable, debido a la conservación de áreas verdes naturales y zonas forestales en sus aledaños, por lo que la fauna podrá ser desplazada a sitios con fines de conservación y se evitará la caza o depredación de cualquier especie faunística.

Se estima que las medidas preventivas y correctivas propuestas son suficientes y adecuadas para disminuir, resarcir o atenuar los impactos ambientales negativos, de tal manera que se mantenga, a nivel del sistema ambiental, la cantidad y calidad de los servicios ambientales. La actividad adicional prevista como la reforestación en un área fuera del sitio del proyecto, tiene relevancia en la reducción aún más específica sobre los factores mayormente afectos.

Por lo tanto, se observa un escenario modificado pero que armoniza con su entorno, en el cual no se generan más residuos que lo indispensable y que busca en todo momento mantener la simbiosis en el ecosistema, respetando los componentes ambientales. No se prevén construcciones adicionales que las previstas en las obras proyectadas.

## VIII. 5 Programa de manejo ambiental

El presente Programa de Manejo Ambiental se elabora a partir de la información obtenida del Diagnóstico Ambiental del sistema ambiental en el que se pretende desarrollar el proyecto **ECOTERRA PARAÍSO 33 HA**, así como las medidas y acciones propuestas en el capítulo VII de este documento, para la prevención y mitigación de los impactos evaluados en el capítulo V.

Este programa tiene por objetivo instrumentar las medidas y acciones propuestas para la prevención y mitigación de los impactos negativos resultantes de la ejecución del proyecto, así como facilitar su seguimiento y control.

El plan se conforma de **17** medidas que han sido agrupadas en **8** líneas estratégicas según su naturaleza y se presentan a manera de fichas de manejo. A continuación, se presentan los elementos que componen del plan de manejo ambiental.

| PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | |
|---|---|
| **LÍNEAS ESTRATÉGICAS** | **MEDIDAS** |
| **1. Cultura ambiental** | 1.1. Educación ambiental al personal de obra.<br>1.2. Comunicación con la comunidad. |
| **2. Control de emisiones a la atmósfera** | 2.1. Riegos con agua tratada.<br>2.2. Prevención emisiones de material particulado.<br>2.3. Programa de mantenimiento de maquinaria. |
| **3. Manejo de residuos** | 3.1. Manejo de residuos sólidos urbanos.<br>3.2. Programa de manejo de residuos de manejo especial.<br>3.3. Programa de manejo de residuos peligrosos. |
| **4. Protección de ecosistema** | 4.1. Manejo de fauna silvestre.<br>4.2. Manejo de flora silvestre. |
| **5. Gestión del agua** | 5.1. Protección del recurso hídrico.<br>5.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. |
| **6. Conservación del suelo** | 6.1. Acopio e incorporación del material de despalme.<br>6.2. Caminos de accesos.<br>6.3. Adquisición de material geológico. |
| **7. Higiene y seguridad** | 7.1. Delimitación del sitio.<br>7.2. Programa de Seguridad de la Construcción. |
| **8. Plan de Contingencia y Respuesta ante Emergencia** | |

*Tabla VIII.1. Conformación del Plan de Manejo Ambiental.*

Cada ficha de manejo contiene lo siguiente:

**Línea estratégica:** Agrupación a la que pertenece la medida por su tipo de impacto.

**Elemento impactado:** indica el elemento del sistema ambiental que se verá afectado por la ejecución del proyecto.

**Objetivo:** indica de manera específica la finalidad de la medida.

**Etapa de proyecto:** hace referencia a una o varias fases del proyecto (preparación, construcción, operación y abandono).

**Tipo de medida:** concierne a las acciones de prevención, control, compensación y mitigación.

**Descripción de la medida:** indica en forma detallada las actividades específicas que implica la medida en cuestión.

**Duración de ejecución:** especifica la duración o el tiempo durante el cual se ejecutará la medida y el momento de aplicación.

**Recursos necesarios:** se refiere a los equipos, obras e instrumentos requeridos para desarrollar y controlar la ejecución de la medida.

**Lugar de aplicación:** indica con precisión la ubicación del sitio, área o trayecto en el cual se ejecutará la medida.

**Responsable de la ejecución:** indica el responsable o responsables en la ejecución de la medida.

**Seguimiento y monitoreo:** hace referencia a los indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizaran para hacer seguimiento a las medidas propuestas para atender a los impactos identificados.

Las acciones de supervisión del cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental aquí propuesto se sujetarán al procedimiento descrito en el apartado de Seguimiento y Control. Esta supervisión consiste principalmente en la inspección visual durante recorridos por la obra realizados por el residente ambiental, estos tendrán por objeto la verificación y el levantamiento de evidencia documental del cumplimiento de las medidas propuestas, así como de evidencias de otra clase, tales como fotografías, información proporcionada por el promovente, entre otras.

La evaluación del desempeño ambiental quedará plasmada en los reportes de supervisión, que contendrá, además de los hallazgos, las observaciones y recomendaciones pertinentes para el cumplimiento de las medidas, normatividad aplicable

sintetizada en los informes de supervisión a que se refiere el apartado de seguimiento y control, el cual contendrá, además de los hallazgos, las recomendaciones pertinentes en relación con las desviaciones

a las medidas propuestas, la normatividad aplicable al proyecto y las condicionantes del resolutivo en materia de impacto ambiental y forestal.

### *VIII.5.1. Línea estratégica: Cultura ambiental*

Entendiendo la cultura ambiental como la manera en la que los seres humanos se relacionan con el medio ambiente, abarcando sus valores que son los que determinan sus creencias y actitudes rigiendo su comportamiento. Las medidas propuestas para esta línea estratégica van dirigidas al personal que se involucrará en las actividades de intervención del sitio de manera que se realicen con un fuerte compromiso frente a los elementos que se vean afectados por el proyecto.

A continuación, se presenta de manera detallada cada una de las medidas a implementar en el ámbito:

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Cultura ambiental | |
| **Elemento impactado:** | |
| Atmósfera, Hidrología, Edafología, Paisaje, Flora, Fauna. | |
| **Objetivo:** | |
| Informar y capacitar al personal que se vincule de manera directa e indirecta al proyecto, de manera que se promueva una cultura de respeto y conservación de los recursos naturales y el ecosistema que se verá afectado por la ejecución del proyecto habitacional. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva. |
| **Descripción de la medida:** | |
| La capacitación en materia ambiental será desarrollada para cada etapa que comprende el proyecto a través de charlas y talleres que se apoyarán de material didáctico como folletos, cartulinas, entre otros.<br><br>Los talleres se programarán en coordinación con contratistas y supervisores para obtener la mayor disponibilidad de personal, espacios y condiciones mínimas para el desarrollo del taller, haciendo de la asistencia y permanencia de carácter obligatorio.<br>Se realizará un taller inicial en el cual se explicará lo que es un plan de manejo y los | |

<table>
<tr><td colspan="2">elementos generales que conforman el plan a implementarse así como las implicaciones ambientales del proyecto. Además, se elaborará material de apoyo con tal información que se entregará al personal que sea contratado posterior al taller inicial.<br><br>Los talleres considerarán como mínimo los siguientes temas:<br>- Identificación y manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.<br>- Identificación y manejo de materiales y residuos peligrosos.<br>- Plan de emergencia y protocolos de actuación.<br>- Normatividad ambiental.<br>- Recursos naturales renovables y paisaje.<br>- Importancia de cumplimiento ambiental y consecuencias de incumplimiento.<br>- Seguridad.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>La medida se implementará bimestralmente durante las etapas de preparación y construcción.</td><td>- Un residente ambiental<br>- Material didáctico de apoyo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lugar de aplicación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sitio del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Responsable de ejecución:</td><td>Seguimiento y grado de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Promovente del proyecto.</td><td>- Porcentaje de personal capacitado con relación al personal contratado.<br>- Bitácoras de registro de asistencia a talleres.</td></tr>
</table>

*Tabla VIII.2. Educación ambiental al personal de obra.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Cultura ambiental | |
| **Elemento impactado:** | |
| Población aledaña al sitio del proyecto | |
| **Objetivo:** | |
| Comunicar a la población que habite en la zona aledaña al sitio de influencia sobre las actividades que se desarrollarán para notificar la duración y características del proyecto. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Se implementará una campaña informativa acerca del proyecto para informar acerca de las características del proyecto y tiempo de ejecución, así como establecer un canal de comunicación entre el promovente del proyecto y la población aledaña con la finalidad de recibir retroalimentación así como atender quejas e inquietudes que pudiesen surgir por las actividades que se realicen en el predio durante su ejecución. | |
| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
| La campaña se llevará a cabo al inicio de las actividades constructivas y la comunicación estará abierta durante toda la ejecución del proyecto. | - Un representante de la empresa promovente con experiencia y conocimiento para realizar campañas de carácter social. |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área de influencia del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Registro de quejas por parte de vecinos.<br>- Sondeos de verificación de efectividad de campaña. |

*Tabla VIII.3. Comunicación con la comunidad.*

### *VIII.5.2. Línea estratégica: Control de emisiones a la atmósfera*

Esta línea estratégica está encaminada a la prevención, control y minimización de emisiones a la atmósfera que provoquen alteraciones en la calidad del aire, ya sea que provengan de fuentes fijas o fuentes móviles.

Además, toma en consideración el control de los niveles de ruido producidos por las actividades de construcción y maquinaria utilizada dentro del proyecto que pudiesen afectar la salud del personal de obra y población aledaña, así como alteración del paisaje.

Las medidas propuestas para este fin se detallan a continuación:

<table>
<tr><td colspan="2">Línea estratégica:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Control de emisiones a la atmósfera</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elemento impactado:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Atmósfera, Edafología.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objetivo:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Evitar las emisiones de partículas a la atmósfera producto del tránsito de vehículos sobre suelo desnudo y propagación de polvo por el viento.</td></tr>
<tr><td>Etapa del proyecto:</td><td>Tipo de medida:</td></tr>
<tr><td>- Preparación<br>- Construcción</td><td>Control.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción de la medida:</td></tr>
<tr><td colspan="2">En apego a lo establecido por la normatividad vigente para el control de emisiones, se aplicarán riegos matapolvos sobre las superficies desmontadas, montículos de tierra y zonas de tránsito dentro del predio. Para ello se utilizará agua tratada aplicándose al menos dos veces al día o dependiendo de las condiciones atmosféricas, de manera homogénea evitando arrastres y encharcamientos.<br><br>En los meses correspondientes a los más secos se realizará el riego con mayor frecuencia, preferiblemente en las horas en que la radiación solar es mayor.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| Se aplicará durante toda la etapa de preparación y mientras se requiera durante la construcción. | - Pipa de agua tratada<br>- Un auxiliar de obra<br>- Un conductor de pipa |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Superficies desmontadas, montículos de tierra y zonas de tránsito dentro del predio. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Bitácora de riego. |

*Tabla VIII.4. Riegos con agua tratada.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Control de emisiones a la atmósfera | |
| **Elemento impactado:** | |
| Atmósfera, Edafología. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer medidas para prevenir y mitigar la alteración de la calidad del aire por la ejecución del proyecto. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| <u>Transporte de carga y descarga de materiales</u><br>Se exigirá y verificará el uso de dispositivos protectores como lonas u otro tipo de coberturas que se aseguren a la caja de carga, de manera que se evite al máximo la posible fuga de material particulado al aire. El material de la cobertura deberá ser resistente a rasgaduras con extensión suficiente para cubrir perfectamente la carga y sobrepasará por lo menos 30 cm del borde de la caja.<br><br>Cuando se realicen cargas y descargas se pondrá especial atención en la posición del vehículo con respecto a la dirección del viento. Se vigilará que la carga esté al ras de los bordes del contenedor y no los supere.<br>Se establecerá una velocidad máxima permitida de 10 km/h para el tránsito de vehículos y maquinaria dentro del predio. De igual manera, se limitará su desplazamiento a los | |

<table>
<tr><td colspan="2">caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.<br><br><u>Otras actividades</u><br>Quedará prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier residuo y no se permitirán las fogatas con madera o carbón.<br>Las plataformas de trabajo, áreas de cesión y áreas verdes serán cubiertas con material triturado producto del desmonte.<br>Se vigilará que el apilamiento de suelo en los depósitos temporales sea estable para evitar su erosión y arrastre por viento y lluvia mientras aún no sean aprovechados.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>Se ejecutará en el transcurso de la duración de las etapas de preparación y construcción.</td><td>- Lonas u otro tipo de coberturas.<br>- Letreros de velocidad máxima permitida.<br>- Un auxiliar de obra.<br>- Un residente ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lugar de aplicación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Área de influencia puntual del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Responsable de ejecución:</td><td>Seguimiento y grado de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Promovente del proyecto.</td><td>- Seguimiento y control de velocidad.<br>- Recorridos de vigilancia.<br>- Registro de incidencias.</td></tr>
</table>

*Tabla VIII.5. Prevención de emisiones de material particulado.*

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Control de emisiones a la atmósfera | |
| **Elemento impactado:** | |
| Atmósfera, Paisaje, Edafología. | |
| **Objetivo:** | |
| Implementar un programa de mantenimiento de maquinaria utilizada en el proyecto para que operen en óptimas condiciones conservando sus emisiones dentro de los límites máximos permisibles. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Prevención, Mitigación y Control. |
| **Descripción de la medida:** | |

Todo vehículo y maquinaria que sea utilizada en las actividades que se lleven a cabo en el proyecto, deberá someterse a revisiones regulares y mantenimiento oportuno. Se exigirá llevar a cabo el mantenimiento y limpieza periódica de todos los ductos de salida como chimeneas y tubos de escape.

Los resultados de las revisiones deberán ser registrados y analizados con el fin de garantizar el buen desempeño del vehículo durante la ejecución del proyecto. Dicho registro o formato deberá incluir datos como fecha y hora de inspección y observaciones que pudieran incidir en los datos registrados. Se atenderán las siguientes recomendaciones:

- Conservar la eficiencia original, usando el equipo o la maquinaria sin sobrepasar su eficiencia máxima.
- Colocar y transportar en ellos los materiales para los que fueron diseñados.
- Cargarlos según las especificaciones de fabricación, no excederlos en peso.

Lo anterior tiene como propósito de controlar las emisiones provenientes de fuentes móviles y asegurar que el equipo utilizado no genere ruido provocado por fallas o falta de mantenimiento, además de estar en condiciones de cumplir con las siguientes normas NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2017,

<table>
<tr><td colspan="2">Protección ambiental. – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. – Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.<br><br>Se instalará una superficie aislante en la cual se realicen todo tipo de cambios y recargas de líquidos para maquinaria o cualquier otro vehículo para evitar derrames sobre suelo desnudo.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>El programa de mantenimiento se mantendrá en funcionamiento durante las etapas de preparación y construcción.</td><td>- Un residente ambiental.<br>- Equipo de protección auditiva.<br>- Un auxiliar de obra.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lugar de aplicación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Área de influencia puntual del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Responsable de ejecución:</td><td>Seguimiento y grado de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Promovente de proyecto.</td><td>- Bitácora de mantenimiento.<br>- Registro de revisiones.<br>- Inspecciones de maquinaria cada 200 horas de uso.</td></tr>
</table>

*Tabla VIII.6. Programa de mantenimiento de maquinaria.*

### *VIII.5.3. Línea estratégica: Manejo de residuos*

La disposición sin separación ni tratamiento de los residuos provenientes de procesos constructivos en obras, entre los cuales se encuentran: material de excavación, restos de ladrillo, azulejos, mortero, concreto, yeso, madera, plásticos, solventes y restos de pintura, metales, entre otros, generan un impacto ambiental relevante.

Las medidas planteadas a continuación tienen por objetivo dar a los residuos de manejo especial y peligrosos que se generen durante la ejecución del proyecto el adecuado manejo en apego a lo establecido por la normatividad vigente.

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Manejo de residuos | |
| **Elemento impactado:** | |
| Hidrología, Edafología, Paisaje, Flora, Fauna, Atmósfera. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer medidas que prevengan el deterioro de los ecosistemas por el inadecuado manejo y disposición final de residuos, reconociendo la responsabilidad compartida de todos los actores involucrados. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Se instalarán en puntos estratégicos del predio contenedores temporales para depositar los residuos sólidos urbanos que el personal que labore en la obra genere, estos serán recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMADET, emitiendo comprobantes que detallen las cantidades y destino final.<br>Los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes del proyecto serán depositados en contenedores al interior de sus hogares, evitando la emisión de malos olores y vulnerar el paisaje. La recolección de estos será a través del servicio municipal de recolección, o en su defecto, la junta vecinal contratará dichos servicios a una empresa autorizada por la SEMADET para tales fines. | |
| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
| La ejecución de lo descrito se aplicará de forma permanente. | - Un residente ambiental<br>- Contenedores de residuos rotulados<br>- Manifiestos de recolección de RSU<br>- Señalización alusiva al cuidado ambiental |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Sitio del proyecto. | |

| Responsable de ejecución: | Seguimiento y grado de cumplimiento: |
|---|---|
| Promovente del proyecto. | - Contrato de servicio de recolección.<br>- Verificación de correcta clasificación.<br>- Verificación del tiempo de almacenamiento de los residuos. |

*Tabla VIII.7. Manejo de residuos sólidos urbanos.*

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Manejo de residuos | |
| **Elemento impactado:** | |
| Hidrología, Edafología, Paisaje, Flora, Fauna, Atmósfera. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer medidas que prevengan el deterioro de los ecosistemas por el inadecuado manejo y disposición final de residuos, reconociendo la responsabilidad compartida de todos los actores involucrados. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Como parte del programa de educación ambiental propuesto, se instruirá al personal de obra para que conozcan el programa de manejo de residuos que se implementará durante la ejecución de la obra y se exigirá el completo apego a las indicaciones para el correcto manejo de los residuos. Se mantendrán las zonas de trabajo y accesos limpios, sancionando al personal que arroje residuos a sitios no autorizados.<br><br>Se llevará a cabo la delimitación e instalación de almacenes para el acopio temporal de residuos de manejo especial, los contenedores estarán debidamente rotulados para evitar que se mezclen y se contratarán empresas autorizadas por SEMADET para ofrecer el servicio de recolección y disposición de residuos.<br>Los sitios de almacenamiento deberán cumplir con los siguientes requisitos:<br>- No permitir el acceso directo de animales a su contenido. | |

- Contar con la señalización correspondiente.
- No permitir la difusión de malos olores.
- Los contenedores serán lavados cada vez sean vaciados.

En todo momento se incentivará el uso de buenas prácticas ambientales y se llevará un registro como el siguiente:

| | | Mes | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semana | Residuo generado | Unidades (Kg, ton, $m^3$, L, botes) | Cantidad Generada | Forma de almacenamiento | Fecha de salida | Destino | Número de autorización | Prestador de servicio | |
| | | | | | | | | Nombre, denominación o razón social | Número de Autorización |
| Semana 1 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

De acuerdo con la NAE-SEMADES-007/2008 que establece criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco; los residuos serán separados y clasificados desde la fuente generadora promoviendo su reducción y facilitando su reutilización, recolección selectiva y valorización de aquellos residuos que sean susceptibles de reincorporarse en un proceso productivo. Quedará prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo.

Para aquellos residuos que sean de fácil movimiento por ser ligeros en peso, se colocarán en jaulas de alambre que permitan su contención y fácil disposición durante su permanencia dentro del proyecto.

De igual forma, se efectuará lo señalado por la NOM-161-SEMARNAT-2001 que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión de dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

| | |
|---|---|
| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
| La separación y almacenamiento de los residuos se realizarán durante todas las etapas del proyecto. | - Un residente ambiental<br>- Un auxiliar de obra<br>- Contenedores de residuos rotulados<br>- Señalización de ubicación de almacenes temporales<br>- Almacenes temporales<br>- Jaulas de alambre |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Frentes de trabajo dentro del polígono del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Manifiestos de disposición de residuos.<br>- Bitácora de residuos de manejo especial.<br>- Verificación de correcta clasificación.<br>- Verificación del tiempo de almacenamiento de los residuos. |

*Tabla VIII.8. Programa de manejo de residuos de manejo especial.*

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Manejo de residuos peligrosos | |
| **Elemento impactado:** | |
| Hidrología, Edafología, Atmósfera, Flora, Fauna. | |
| **Objetivo:** | |
| Garantizar el manejo y control de los residuos peligrosos que pudiesen ser generados por las actividades de construcción en el proyecto determinando acciones para el manejo integral de los mismos. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |

Los residuos peligrosos son de competencia federal, dada la posibilidad de que en el proceso construcción se tenga presencia de residuos peligrosos, estos serán debidamente identificados y separados para darles el manejo que prevé la ley mediante la contratación de empresas de servicio autorizadas para su destino final, además dentro de la obra se instalará un almacén temporal donde estos residuos serán almacenados y rotulados adecuadamente de acuerdo al Artículo 46 del LGPGIR el cual establece se marquen con etiquetas o rotulen los envases que contienen residuos peligrosos, señalando el nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén.

El almacén temporal de residuos peligrosos contará con una persona responsable que vigile y registre el ingreso y salida de los diferentes residuos. El acceso al mismo debe estar restringido. No deberán permanecer recipientes conteniendo residuos peligrosos, fuera del almacén.

| Logo de la empresa | **Razón social de la empresa**<br>**Bitácora de entrada y salida de residuos peligrosos** |
|---|---|
| **Obra** | Nombre de la obra |
| **Responsable de almacén** | Nombre del encargado |
| **Auxiliar de** | Nombre del auxiliar (en caso de tener) |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **obra** | | | | | | | | | |
| **Mes** | | | Mes en curso | | | | | | |
| **Nombre del residuo** | **Fecha de entrada almacén RP** | **Cantidad** | **Características CRETI** | **Área donde se generó** | **Fecha de salida del almacén RP** | **Fase de manejo siguiente** | **Nombre de la empresa recolectora** | **No. De autorización de la empresa recolectora** | **No. De manifiesto** |

El almacén temporal cumplirá con lo aplicable estipulado en los artículos 82 y 83 del Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos:

I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;

II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y

III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que se establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

Así mismo, los sitios donde se almacenen sustancias peligrosas, aceites y/o hidrocarburos, deberán contar con extintor, kit para el control de derrame de sustancias, tanque de arena para su adsorción, así como el acceso a suministro de agua para atender cualquier contingencia que pudiera presentarse.

Los residuos peligrosos no podrán permanecer almacenados por un periodo mayor a los seis meses y se contará con el servicio de recolección y disposición por parte de empresas con la autorización correspondiente emitida por SEMARNAT.

Además, se atenderá a lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los Residuos peligrosos, y; NOM-054-SEMARNAT-1994 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
|---|---|
| Se realizará durante la etapas en las que se llegasen a generar y almacenar dichos residuos y materiales. | - Un residente ambiental<br>- Un vigilante del almacén<br>- Contenedores de residuos rotulados<br>- Kit antiderrames<br>- Extinguidor cargado<br>- Hojas de seguridad de materiales almacenados<br>- Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área de influencia puntual del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Bitácora de entrada y salida de materiales y residuos.<br>- Verificación del tiempo de almacenamiento de los residuos.<br>- Manifiestos de disposición. |

*Tabla VIII.9. Programa de manejo de residuos peligrosos.*

### *VIII.5.4. Línea estratégica: Protección de ecosistema*

Las actividades inherentes a la construcción pueden ocasionar importantes impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora presentes en el ecosistema del área de influencia del proyecto; razón por la cual las acciones de protección de ecosistemas están encaminadas a plantear acciones que permitan prevenir la disminución de especies presentes en estas áreas y disminuir los impactos que se puedan generar sobre ellas.

Dichas acciones incluyen la implementación de:

- Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre.
- Reglamento Interno para evitar la afectación a la flora y fauna por parte del personal de obra.
- Programa de Conservación de Fauna Silvestre.

Estas medidas tienen como principal objetivo encontrar un balance entre la protección y conservación de las condiciones del ecosistema y el desarrollo del proyecto en cuestión.

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Protección de ecosistema | |
| **Elemento impactado:** | |
| Fauna, Paisaje. | |
| **Objetivo:** | |
| Minimizar los efectos negativos causados sobre la fauna silvestre que habita en la zona de influencia del proyecto. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| A través de un *Programa de Conservación de Fauna Silvestre,* se llevarán a cabo acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna silvestre, poniendo especial atención a aquellas especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de baja movilidad (especies que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas o cuentan con respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación). Las especies animales de alta movilidad (especies que no requieran ser capturadas ya que cuentan con reflejos rápidos de huida), como lo son las aves y mamíferos se ahuyentarán de los frentes de trabajo. El manejo de los individuos (captura y manipulación) será realizado por personal capacitado para hacerlo.<br><br>Los individuos de fauna que sean capturados para su reubicación se mantendrán en sitios adecuados, sombreados y con agua, estos no permanecerán capturados para su reubicación por un lapso mayor a las 24 horas. Las reubicaciones se efectuarán en horarios adecuados (principalmente en las primeras horas de la mañana o por la tarde) y se realizarán en zonas que cuenten con las condiciones óptimas o similares al sitio donde se realizó la captura de cada individuo.<br><br>No se permitirá la destrucción de la cobertura vegetal que esté fuera de las áreas de CUSTF con la finalidad de evitar una mayor perturbación a la fauna por destrucción de hábitat. Además de que se limitará el acceso a zonas fuera de los frentes de trabajo ni se | |

producirán ruidos muy fuertes provenientes de equipos de música y otros aparatos de audio.

Capacitación de personal de obra

Se llevarán a cabo talleres y actividades educativas dirigidas al personal del proyecto respecto a la forma de actuar ante presencia de fauna silvestre y se explicarán los protocolos de actuación ante la presencia fauna venenosa o potencialmente agresiva.

También se incluirán señalamientos y alertas en donde se prohíba estrictamente la caza, alimentar, capturar, extraer y/o cualquier perjuicio hacia la fauna silvestre dentro del área del proyecto y las zonas aledañas.

Unas horas antes del inicio de la jornada laboral se realizarán recorridos para ahuyentar, rescatar y/o reubicación de fauna silvestre. Quedará prohibirá la captura, colecta o disturbio de la fauna del sitio, excepto por el personal expresamente capacitado y autorizado para ello.

Lo anterior quedará plasmado en un *Reglamento Interno* tendiente a evitar afectación a flora y fauna por parte de personal.

Operación del proyecto

Previo a la operación del proyecto, se notificará a la junta de colonos sobre las áreas prohibidas para el ingreso de personas para evitar que se perturben aquellas zonas que no hayan sido intervenidas y donde pudiese habitar fauna silvestre, además de informarles que la caza, captura y dar alimentos a animales silvestres está prohibido por la autoridad competente. También quedará prohibida la introducción de animales a zonas que no sean habitacionales dentro del proyecto, especialmente caninos y felinos.

La iluminación nocturna artificial empleada se limitará en las áreas colindantes al proyecto con la finalidad de reducir el disturbio a las especies de actividad nocturna.

| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
|---|---|
| Las medidas propuestas se implementarán durante la totalidad de las etapas de conforman el proyecto.<br>La capacitación del personal del obra se aplicará en los periodos planteados en el | - Un residente ambiental<br>- Señalamientos y restricción de accesos<br>- Auxiliar en obra |

| | |
|---|---|
| apartado de "Educación Ambiental". | |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área de influencia del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Verificación la presencia de especies faunísticas en el área de influencia del proyecto.<br>- Vigilancia de implementación y eficacia de las acciones propuestas. |

*Tabla VIII.10. Manejo de fauna.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Protección de ecosistema | |
| **Elemento impactado:** | |
| Flora, Paisaje, Edafología. | |
| **Objetivo:** | |
| Minimizar los efectos negativos causados sobre la flora silvestre que habita en la zona de influencia del proyecto. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Se implementará un *Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Flora Silvestre* diseñado para reubicar ejemplares susceptibles de rescate que se encuentren en el área de afectación del proyecto. Dentro de sus principales actividades se encuentran:<br>- Colecta e identificación de los individuos;<br>- Propagación vegetativa de especies protegidas,<br>- Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área con características similares al sitio del que fueron extraídas para garantizar sobrevivencia y desarrollo del individuo.<br>Dicho programa tomará en consideración lo establecido en la 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.

Además se delimitarán claramente las áreas dentro del proyecto donde se realizará el retiro de material vegetal apoyándose con elementos visuales (estacas, postes, banderines, etc.) para indicar los límites de la zona a desmontar evitando en todo momento intervenir más allá de lo necesario. Quedará prohibido el corte de árboles para obtener material adicional de construcción.

Capacitación de personal de obra

Como parte del programa de Educación Ambiental, se implementarán talleres en los cuales se abordará la importancia de la fauna del sitio y las medidas que se adoptarán para su protección. Además de apegarse al *Reglamento Interno* para evitar afectaciones causadas por el desarrollo de sus actividades.

Operación del proyecto

Como ya se menciona en el apartado correspondiente al manejo de fauna, previo a la operación del proyecto, se notificará a la junta de colonos sobre las áreas prohibidas para el ingreso de personas para evitar que se perturben aquellas zonas que no hayan sido intervenidas así como la extracción de ejemplares.

| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
|---|---|
| Las medidas propuestas se implementarán durante la totalidad de las etapas de conforman el proyecto.<br>La capacitación del personal del obra se aplicará en los periodos planteados en el apartado de "Educación Ambiental". | - Un residente ambiental<br>- Señalamientos y restricción de accesos<br>- Auxiliar en obra<br>- Banderines, postes o estacas |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área de influencia del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |

| | |
|---|---|
| Promovente del proyecto. | - Monitoreo de supervivencia y adaptación de ejemplares.<br>- Vigilancia de implementación y eficacia de las acciones propuestas. |

*Tabla VIII.11. Manejo de flora.*

### *VIII.5.5. Línea estratégica: Gestión del agua*

El uso del recurso hídrico dentro de un proyecto de construcción así como en la operación y mantenimiento es indispensable, por lo que, al ser un recurso sumamente valioso es fundamental asegurar su protección y buena gestión. Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se generarán aguas residuales o desechos líquidos, los cuales requieren de un manejo ambiental eficiente y efectivo a fin de que no se produzcan impactos negativos al medio ambiente.

Las medidas adoptadas en este ámbito tienen la finalidad de hacer uso racional y responsable del agua, evitar que las actividades que se lleven a cabo en el sitio impacten mínimamente de manera negativa al recurso así como dar tratamiento a las aguas residuales generadas para su reutilización.

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Gestión del agua | |
| **Elemento impactado:** | |
| Hidrología, Edafología, Paisaje. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer acciones para la conservación del recurso hídrico y el subsuelo para reducir los impactos generados por las actividades de construcción. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Para prevenir la contaminación de los escurrimientos identificados dentro del predio, se implementará un *Programa de Conservación de Suelos y Agua*, se vigilará el vertimiento de aguas residuales, desechos de obra o cualquier otro tipo de residuo para lo cual se contratarán las empresas correspondientes para el mantenimiento de los sanitarios portátiles y la disposición de residuos, mismas que contarán con autorizaciones vigentes | |

para ofrecer el servicio y emitirán los comprobantes pertinentes.

Se instruirá al personal que realiza la construcción para que no arrojen residuos sólidos y demás material de desecho producto de sus actividades en sitios no autorizados, además de colocarse la señalética correspondiente. Los sitios de acopio se ubicarán estratégicamente evitando su cercanía con los escurrimientos y estarán equipados para evitar que, de generarse lixiviados, estos se filtren en el subsuelo y contaminen los mantos freáticos.

También se incorporarán equipos de disminución de uso de agua y como ya se mencionó en el apartado de *Emisiones a la atmósfera* de este capítulo, se empleará agua tratada para los riegos de las superficies y montículos así como para las áreas verdes. Dichos riegos se realizarán en horas con menor exposición al sol para reducir la evaporación y un mayor aprovechamiento.

En caso de que el agua residual haya entrado en contacto con sustancias peligrosas como lo son aceites, químicos, hidrocarburos, etc., esta será recolectada por una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes de la SEMARNAT para su correcto manejo y se extenderán los comprobantes necesarios.

De requerirse, se acudirá a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para solicitar recomendaciones de buenas prácticas para evitar la contaminación de agua contenida en sitios próximos al área del proyecto.

| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
|---|---|
| El suministro de limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles se realizará de dos veces por semana.<br>Al igual que el uso de los sanitarios portátiles, el resto de las acciones descritas se ejecutarán durante las etapas de preparación y construcción. | - Un residente ambiental<br>- Señalética alusiva al cuidado del recurso hídrico |

| | |
|---|---|
| La señalética alusiva al cuidado del recurso hídrico permanecerá durante toda la vida útil del proyecto. | |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área de influencia puntual del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Bitácora de mantenimiento de sanitarios<br>- Evidencia fotográfica de ejecución de medidas |

*Tabla VIII.12. Protección del recurso hídrico.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Gestión del agua | |
| **Elemento impactado:** | |
| Hidrología, Edafología. | |
| **Objetivo:** | |
| Construir la infraestructura para el tratamiento del agua residual doméstica proveniente de las viviendas. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Operación | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| El proyecto durante su funcionamiento contará con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas que ya se encuentra en funcionamiento y se localiza en otra etapa del proyecto. Se establece el tipo de tratamiento más adecuado para obtener un efluente con la calidad que cumpla con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y las condiciones particulares de descarga que la autoridad considere convenientes.<br><br>Para asegurar el óptimo funcionamiento de la PTAR, se aplicará periódicamente la limpieza y mantenimiento. Además de contar con el personal necesario para supervisar de manera constante que los niveles de calidad cumplan con lo que exige la normatividad aplicable, además de prevenir y atender problemas operacionales que se presenten durante su funcionamiento. | |

<table>
<tr><td colspan="2">Lo referente al monitoreo de la PTAR, el registro de datos de operación se realizará a través de bitácoras de operación y reportes mensuales, en estos se recopilará información relevante respecto a la calidad del agua tanto de influente como efluente, eficiencia de remoción de contaminantes, volumen total de agua tratada, caudal promedio, caudal mínimo y caudal máximo; además de eventos significativos de operación que permita analizar la eficiencia de la planta.<br><br>En lo que respecta a la disposición de los lodos provenientes de la PTAR, se contratará una empresa con las autorizaciones emitidas por las autoridades correspondientes para la recolección y disposición de los residuos.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>La PTAR estará en funcionamiento durante la operación y funcionamiento del proyecto.</td><td>- Personal técnico de operación de PTAR (Jefe de saneamiento, supervisor mecánico-electricista, operador general y ayudante de mantenimiento)<br>- Un Residente Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lugar de aplicación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Área de influencia particular del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Responsable de ejecución:</td><td>Seguimiento y grado de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Promovente del proyecto.</td><td>- Reportes mensuales de calidad del agua<br>- Bitácoras de operación</td></tr>
</table>

*Tabla VIII.13. Planta de tratamiento de aguas residuales.*

### *VIII.5.6. Línea estratégica: Conservación del suelo*

El suelo es un recurso no renovable que se ve fuertemente impactado en una obra, por lo que es de suma importancia asumir medidas ambientales que tengan como finalidad su conservación. Además, durante el proceso constructivo de **ECOTERRA PARAÍSO 33 HA** ya sea por acciones directas del personal o por existencia de condiciones físicas del terreno, pueden desencadenarse procesos de deterioro que provoquen impactos ambientales negativos que afecten a áreas vecinas o cauces de agua cercanos.

| **Línea estratégica:** | |
|---|---|
| Conservación del suelo | |
| **Elemento impactado:** | |
| Edafología, Geología, Hidrología. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer acciones para el aprovechamiento de material del despalme. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |

Todas las actividades que se lleven a cabo para el desarrollo del proyecto tomarán en consideración las condiciones de fragilidad ambiental con respecto a los procesos de erosión – sedimentación.

El desmonte será manual y mecánico, es decir, no se utilizarán agroquímicos para evitar su contaminación por el uso de materiales con composiciones que alteren las capas inferiores del terreno. El material orgánico obtenido se acopiará para su subsecuente integración en el proyecto y su transporte será en camiones cubiertos con lonas que eviten derrames durante el recorrido. Dicho acopio se realizará en montículos no mayores de 1.5 m de altura y sin compactarse en depósitos temporales contarán con protección impermeable que evite el arrastre por lluvia o viento y estarán debidamente señalizados.

El área destinada para el acopio temporal contará con las siguientes características:

a. Estará limpio de todos los materiales y residuos que pudiesen encontrarse en la zona.
b. De ser necesario se reducirá la inclinación de las pendientes.
c. Estará alejado de escurrimientos, cauces o cualquier otro tipo de cuerpo de agua.
d. Contará con canales perimetrales a los montículos y estructuras que faciliten la sedimentación con el objetivo de evitar el arrastre de sedimentos que puedan generar impactos negativos en los cuerpos de agua.

Se monitoreará que el apilamiento de suelo en los depósitos sea estable para evitar su erosión y arrastre por viento y lluvia mientras aún no sea aprovechado. Además se instalarán trampas para la captura de material rodante y se colocarán barreras de material

<table>
<tr><td colspan="2">vegetal muerto en curvas de nivel para evitar erosión.<br><br>El material será utilizado en labores mejoramiento paisajístico, estabilización y revegetación de taludes, riberas, cortes y áreas verdes. Se favorecerá el compostaje del material vegetal que no se pueda aprovechar para reutilizarse en las actividades de reintroducción de flora.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>La incorporación del material se hará gradualmente conforme se dé el avance constructivo, por lo que las acciones descritas deberán ejecutarse hasta que la totalidad del material se haya destinado para los fines que correspondan.</td><td>- Un residente ambiental<br>- Auxiliar de obra<br>- Señalamiento que indique el material acopiado<br>- Material impermeable como lonas<br>- Canaletas perimetrales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lugar de aplicación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Área de influencia particular del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Responsable de ejecución:</td><td>Seguimiento y grado de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Promovente del proyecto.</td><td>- Memoria de cálculo de material despalmado y material incorporado<br>- Evidencia fotográfica<br>- Inspección de condiciones de depósitos temporales</td></tr>
</table>

*Tabla VIII.14. Acopio e incorporación de material de despalme.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Conservación del suelo | |
| **Elemento impactado:** | |
| Edafología, Paisaje. | |
| **Objetivo:** | |
| Establecer lineamientos para el acceso y desplazamiento dentro del proyecto evitando el impacto de las zonas aledañas y otras partes del terreno que no serán intervenidas. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción<br>- Operación | Preventiva y Control. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Se contará con los caminos de acceso con la amplitud suficiente que permita la maniobra de vehículos y maquinaria, procurando afectar en la menor medida posible el paisaje, prohibiendo el paso tanto de personal como de vehículos por sitios no autorizados que pudiesen dañar terrenos aledaños que no forman parte del proyecto.<br>Se asegurará el mantenimiento de los caminos terracería y se aplicarán riegos para la humidificación del suelo para evitar su degradación y emisión de partículas a la atmósfera. | |
| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
| Las acciones se aplicarán durante la totalidad de la duración de las etapas de preparación y construcción. | - Un residente ambiental<br>- Vigilancia de accesos<br>- Señalización de restricción de paso, velocidad máxima permitida y accesos |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Área específica de influencia del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Bitácoras de riego<br>- Evidencia fotográfica |

*Tabla VIII.15. Caminos de accesos.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Conservación del suelo. | |
| **Elemento impactado:** | |
| Edafología, Geología. | |
| **Objetivo:** | |
| Obtener el material geológico requerido para ejecución del proyecto de sitios de extracción autorizados. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva, Control y Mitigación. |
| **Descripción de la medida:** | |
| En caso de requerirse material geológico (grava, tepetate, arena, etc.) para la ejecución del proyecto, este se obtendrá de bancos de material autorizados para su extracción y comercialización; mismos que deberán expedir comprobantes y reportes en los que se detalle el volumen del material adquirido.<br>Se solicitará el listado de sitios autorizados en la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental de la SEMADET. | |
| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
| Se ejecutará sólo si se requiere adquirir material geológico. | - Un residente ambiental |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Predio en donde se realiza la construcción. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Manifiestos de adquisición<br>- Reporte de volúmenes de material utilizado |

*Tabla VIII.16. Adquisición de material geológico.*

### *VIII.5.7. Línea estratégica: Seguridad y Protección Personal*

Toda actividad que se desarrolla en la construcción conlleva riesgos para el personal, es de vital importancia vigilar la seguridad y protección de los trabajadores. Es por esto que, como parte de la responsabilidad social de la empresa promovente, se implementan medidas de seguridad e higiene ocupacional para la prevención de accidentes y salvaguarda de la integridad del personal.

<table>
<tr><td colspan="2">Línea estratégica:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Seguridad y Protección Personal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elemento impactado:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Personal de obra.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objetivo:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Señalar las áreas dentro del proyecto que representen un riesgo tanto para personal como para civiles.</td></tr>
<tr><td>Etapa del proyecto:</td><td>Tipo de medida:</td></tr>
<tr><td>- Preparación<br>- Construcción</td><td>Control.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción de la medida:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Se delimitará el perímetro del proyecto con barreras y puertas de control estratégicamente ubicadas para mantener el registro y control del acceso al sitio por personas no autorizadas. Además, se demarcarán y señalizarán las áreas de excavación y actividades de riesgo para personal o civiles, dicha señalización se hará mediante cinta y otros elementos físicos que se requieran de acuerdo con las características de la obra.<br><br>Además de la señalización interna que indique las áreas de almacenes, comedor y oficinas, se hará uso de colores para indicar el nivel de riesgo de ciertas áreas de trabajo como:<br>Rojo = señal de prohibición y peligro.<br>Amarillo = advertencia.</td></tr>
<tr><td>Duración de ejecución:</td><td>Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):</td></tr>
<tr><td>Totalidad de las etapas de preparación y</td><td>- Señalización de accesos y áreas</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| construcción. | - Barreras perimetrales<br>- Cintas de colores rojo y amarillo<br>- Vigilante de acceso al predio |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Predio del proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Verificación de instalación de señalización y cintas<br>- Vigilancia de integridad de las barreras perimetrales |

*Tabla VIII.17. Delimitación del sitio.*

| | |
|---|---|
| **Línea estratégica:** | |
| Seguridad y Protección Personal | |
| **Elemento impactado:** | |
| Personal de obra. | |
| **Objetivo:** | |
| Resguardar la integridad del personal de obra en el área de trabajo evitando accidentes consecuencia de las actividades de construcción. | |
| **Etapa del proyecto:** | **Tipo de medida:** |
| - Preparación<br>- Construcción | Preventiva y Control. |
| **Descripción de la medida:** | |
| Se diseñará e implementará un *Programa de Seguridad de la Construcción* que contenga las regulaciones pertinentes que garanticen la seguridad de quienes laboren en el sitio. El programa contendrá por lo menos los siguientes puntos:<br>1. Atenderá a lo establecido por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social y por Protección Civil.<br>2. Registro y lineamientos que deberán cumplir los contratistas durante el desarrollo de sus actividades.<br>3. Recursos que estarán disponibles para el manejo adecuado de la seguridad como equipos de protección personal y la obligación de hacer uso de este en todo | |

momento.

4. Plan de comunicación, este puede implementarse a través de carteles, letreros o anuncios con temática de seguridad que estén dirigidos a trabajadores, contratistas y visitantes, así como charlas apoyadas de audios y videos.
5. Procedimientos de reporte de accidentes e incidentes, así como protocolos de actuación que indique el personal encargado de ejecutar dichos procedimientos y el contacto de dependencias encargadas de atender incidentes.
6. Monitoreo de seguridad a través de auditorías e inspecciones realizadas por personal con experiencia para el seguimiento y control de las actividades durante el desarrollo del proyecto.
7. Procesos para consulta de empleados y empleadores.
8. Atención a lesiones y rehabilitación.
9. Obligaciones reglamentarias dictadas por Protección Civil y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para la construcción.
10. Plan de manejo de las áreas identificadas como riesgosas y medidas de control.
11. Indicaciones para el manejo de sustancias peligrosas.
12. Estrategias de coordinación del tráfico.
13. Equipo de seguridad y equipo de protección personal.
14. Seguridad del sitio.
15. Planes de preparación y respuestas a emergencias.
16. Mapas de ubicación del sitio con rutas de evacuación, señalamientos de extintores, puntos de atención de primeros auxilios y puntos de reunión.
17. Capacitaciones al personal en materia de seguridad labora en áreas de trabajo y actividades que se realizan dentro del proyecto.

El programa se adaptará a las necesidades del proyecto y la aparición de riesgos que no hayan sido identificados previamente.

| **Duración de ejecución:** | **Recursos necesarios (costo, equipos, obras, personal, etc.):** |
|---|---|
| Totalidad de las etapas de preparación y construcción. | - Técnico de seguridad en proyectos constructivos<br>- Señalética de puntos de atención de |

| | |
|---|---|
| | primeros auxilios, rutas de evacuación y puntos de reunión<br>- Letreros informativos<br>- Botiquín de primeros auxilios<br>- Extintores<br>- Capacitaciones en materia de seguridad |
| **Lugar de aplicación:** | |
| Predio donde se desarrolla el proyecto. | |
| **Responsable de ejecución:** | **Seguimiento y grado de cumplimiento:** |
| Promovente del proyecto. | - Registro de accidentes<br>- Investigación de incidentes<br>- Listas de verificación<br>- Registro de correcciones y mejoras<br>- Índice de frecuencia de incidentes<br>- Índice de gravedad<br>- Inspecciones de seguridad |

*Tabla VIII.18. Seguridad y protección personal.*

### *VIII.5.8. Plan de Contingencia y Respuesta de Emergencia*

Introducción

El plan se plantea con la finalidad de proteger la vida humana, los recursos naturales y los bienes materiales dentro del área de influencia del proyecto. Este abarca todo el ámbito de influencia directa e indirecta del proyecto, buscando garantizar la integridad física de las personas (personal de obra o civiles), así como disminuir y prevenir los impactos adversos potenciales sobre el ambiente.

En el plan se entiende por contingencias a la ocurrencia de eventos adversos sobre el ambiente por situaciones no previstas, sean de origen natural o antrópico, que tengan relación directa con el potencial de riesgos y vulnerabilidad del área del proyecto, la seguridad integral o la salud del personal y de terceras personas o que puedan afectar la calidad ambiental del área del proyecto.

Este plan puede y debe ser aplicado para disminuir los riesgos a lo largo de toda la vida útil del proyecto; sin embargo, puede estar sujeto a cambios y ajustes posteriores, para su mejora a través de la cooperación activa de aquellos que lo ejecuten.

Objetivo

Proporcionar información necesaria al personal para la toma de decisiones adecuada y oportuna así como establecer procedimientos a seguir ante la ocurrencia de eventos adversos imprevistos y situaciones de emergencia de carácter técnico, accidental, humano o causado por fenómenos naturales que afecten el área de influencia del proyecto.

Alcances

El presente plan será aplicado en caso de que ocurra alguno de los siguientes eventos:

- Sismos
- Accidentes (primeros auxilios)
- Incendios
- Derrames de productos químicos

Organización del sistema de respuesta ante emergencias

El promovente del proyecto será el responsable de la aplicación del plan durante las etapas de preparación del terreno y construcción. Sin embargo, es de vital importancia dar a conocer el plan a todo el personal que trabaje durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Debido al tipo de población con la que se labora, que presenta una alta rotación de personal, se formará una brigada multifuncional para la atención de eventos, la cual estará conformada por personal permanente que señale la empresa promovente, mismos que serán los encargados de liderar a los colaboradores en caso de situaciones de emergencia.

Se asignarán responsabilidades y funciones a cada uno de los involucrados en la prevención, control y mitigación de contingencias, de manera que se realice de manera coordinada y eficiente. El sistema de respuesta tendrá la siguiente organización:

- Director del plan de contingencias.
- Comité de emergencias.
- Brigada multifuncional.

Como mínimo, cada elemento del sistema de respuesta tendrá las siguientes funciones y responsabilidades específicas:

- **Director del plan de contingencias**

  Sus funciones estarán principalmente enfocadas al manejo de ayuda externa y comunicaciones oficiales sobre el estatus de la contingencia en función de la magnitud de esta. Será la responsable de:

  - Realizar un seguimiento general de la emergencia.
  - Informar a la prensa sobre el control de la emergencia.

- Solicitar apoyo a autoridades estatales o entidades privadas según se requiera.

- **Comité de emergencias**

  Las funciones del comité estarán relacionadas directamente con la activación y actualización del plan con la finalidad de mejorar su efectividad. Es de su competencia y responsabilidad:

  - Evaluar la aplicación de los planes de respuesta y elaborar los informes correspondientes.
  - Mantener el plan actualizado.
  - Procurar la adquisición de los equipos necesarios para la atención de situaciones de emergencia, asegurar su mantenimiento y conservación.
  - Determinar la necesidad de solicitar apoyo externo.
  - Evaluar las pérdidas y posibles daños derivados de situaciones de emergencia además de indicar las acciones a ejecutar para la normalización de procesos y funciones que se hayan visto interrumpidas.
  - Coordinar la capacitación de los miembros de la brigada y realizar simulacros.

- **Brigada multifuncional**

  La brigada es la parte operativa del sistema y es la encargada directa de la ejecución de las medidas planteadas para el control de contingencias. Ésta estará formada por personal de las diferentes áreas y serán capacitados para desempeñar sus actividades durante una situación de emergencia. Será la responsable de:

  - Dar seguimiento a todas las acciones establecidas para la ejecución del Plan de Emergencias.
  - Efectuar los procedimientos que se articulen en lo referente a respuesta ante emergencias.
  - Identificar las áreas con mayor riesgo dentro del proyecto.
  - Adoptar las medidas necesarias para mejorar la capacidad de respuesta.

Operación del sistema de emergencias

Debido a los riesgos presentes durante la ejecución de actividades de construcción, así como los riesgos presentes en el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto por sus características físicas, es de carácter imprescindible contar con un Plan de Contingencia que contenga las normas y procedimientos que establezcan lineamientos claros para la actuación eficaz y eficiente antes, durante y después de una emergencia.

Entendiendo la prevención como parte fundamental del presente plan, se desarrollan acciones que permitan minimizar los riesgos presentes durante la ejecución del proyecto así como los efectos de fenómenos naturales que pudiesen afectar el sitio de influencia. A continuación se enlistan las estrategias de prevención a implementar:

- Realizar capacitaciones permanentes en materia de seguridad ocupacional y protección civil.

- Programar simulacros continuos.
- Evaluar las características del proyecto y proponer medidas para eliminar o reducir los riesgos que se identifiquen.
- Fomentar la prevención de riesgos activamente.
- Divulgar permanentemente el Plan de Contingencia.

El procedimiento de notificación ante una emergencia será el siguiente:

- El informante notificará al representante del comité de emergencias que corresponda manifestando que es una emergencia y se identificará diciendo su nombre y empresa por la que fue contratado.
- Avisará el tipo de emergencia del que se trate (herido, incendio, derrame, etc.).
- Proporcionará la ubicación exacta de la emergencia utilizando puntos de referencia.
- Hará uso de un sistema de alarma (silbato, sirena, radio, etc.) para solicitar la ayuda de la brigada de emergencias.
- Identificará y usará los equipos de primera respuesta para emergencias cercanos (botiquín, camilla, extintor, etc.) según corresponda para controlar la emergencia hasta la llegada de la brigada.
- Mantendrá constante comunicación con el comité informando sobre la situación.
- El Comité de Emergencias responderá automáticamente activando la brigada de emergencia.

Según sea el caso que competa, se establecerán los procedimientos de actuación para eventos tales como derrumbe o colapso de estructuras, derrames de aceites y combustibles, incendios, sismos, accidentes, movimientos de tierra o deslizamientos, electrocución, entre otros. De igual forma, se contará con un directorio con el contacto de los cuerpos de respuesta más cercanos al sitio del proyecto, mismo que será compartido con el personal de obra para su uso cuando sea requerido.

Señalización

Se atenderá a lo establecido en la NOM-003-SEGOB-2011 de señales y avisos para protección civil. – Colores, formas y símbolos a utilizar, esto con la finalidad de especificar y homologar las señales y avisos en materia de protección civil para que tanto el personal como civiles que accedan al proyecto comprendan los mensajes de información, precaución, prohibición y obligación. Algunas de las señales a colocar en puntos estratégicos son:

- Letreros de salida.
- Ubicación de extinguidores.
- Letrero de Botiquín de Primeros Auxilios.

- Puntos de reunión.
- Señales de precaución.

Procedimientos para la actualización y revisión del Plan

El plan de contingencia deberá ser evaluado y revisado permanentemente, por personal con experiencia en la materia con capacitación debidamente acreditada, actualizándose cuando sea necesario. Este plan y sus respectivas actualizaciones deberán presentarse ante el personal de obra para su conocimiento. Estas revisiones deberán contar con la participación del titular del proyecto, así como de los supervisores y aquellas personas que cuenten con roles directivos en la organización y ejecución de emergencias.

La finalidad de la revisión general es identificar áreas de mejora que puedan ser ajustadas tomando como referencia datos de informes de resultados de emergencias atendidas, evaluación de simulacros, investigación de accidentes e incidentes ambientales, informes de auditorías tanto ambientales como de seguridad, entre otras fuentes.

### VIII.6 Seguimiento y control

Como parte del Programa de Manejo Ambiental se contempla el seguimiento y control de las medidas propuestas presentadas anteriormente, es por lo que se asume como principal estrategia la inspección periódica por personal capacitado en materia de auditoría ambiental. Dicha inspección tendrá como objetivo comprobar el cumplimiento del plan de manejo ambiental, así como proponer nuevas medidas en casos en las que las existentes resulten insuficientes o inadecuadas, así como en el caso de presentarse impactos o contingencias no previstas por el presente estudio.

De requerirse, se elaborarán manuales de procedimientos internos que contengan de manera detallada las actividades a realizar para garantizar el control y mitigación de los impactos identificados. El promovente asumirá la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normatividad vigente, las medias propuestas en el Documento Técnico unificado y aquellas condicionantes que se deriven de la autorización correspondiente, para lo cual se recomienda la contratación de personal con experiencia en el seguimiento ambiental que realice la supervisión en todas sus etapas.

A continuación, se describe el proceso de supervisión a implementarse para el seguimiento y control:

Para documentar los sucesos respecto al manejo ambiental dentro de las obras, el personal responsable de llevar a cabo el seguimiento compilará las evidencias a través de una bitácora y lista

de chequeo, misma que se sustentará con evidencia fotográfica y documental que acredite el cumplimiento. Asimismo, el personal de seguimiento deberá hacer las observaciones necesarias en la misma bitácora, esto con la finalidad de proporcionar una herramienta de mejora al promovente respecto al manejo ambiental que se realiza.

Durante el recorrido del sitio del proyecto, el personal encargado del seguimiento deberá estar acompañado de una persona de la empresa promovente que funja como testigo de lo observado, al término de este recorrido, se deberá firmar la lista de verificación que incluirá demás las observaciones realizadas por la empresa a cargo de la supervisión ambiental, dicho documento se hará llegar de forma electrónica al personal que el promovente indique, de manera que el promovente quede informado y responsabilizado de los cambios o mejoras que deban llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos de cada una de las medidas de mitigación propuestas.

El auditor ambiental hará llegar al promovente un reporte técnico derivado del recorrido de inspección en el cual detalle el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes, lo anterior, en un plazo no mayor a los cinco días naturales posteriores a la visita de supervisión. Además, dicho documento contendrá sugerencias de acciones que el promovente deberá implementar para subsanar los incumplimientos identificados durante la visita.

Una vez que la empresa promovente reciba el reporte técnico, esta deberá ejecutar las recomendaciones y sugerencias señaladas en un plazo aproximado de cinco días hábiles, mismo que se ajustará según sea necesario para el cumplimiento de la observación. Para los casos en los cuales la autoridad ambiental haga alguna visita de inspección, se atenderán en los plazos y términos que ésta fije para el cumplimiento de las observaciones.

La visita de supervisión se realizará mensualmente en los cuales se recabará la información documental y evidencia fotográfica que se utilizará para la elaboración de los informes que se presentan ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con copia para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).