# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

## Modalidad B-Particular

***para efectos del proyecto:***

# Club de Padel

# Contenido

**I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO ..... 9**
**I.1** DATOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 9
***I.1.1** Nombre del proyecto* ..... *9*
***I.1.2** Ubicación (dirección) del proyecto* ..... *9*
***I.1.3** Duración del proyecto* ..... *9*
**I.2** DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE ..... 9
***I.2.1** Nombre o razón social* ..... *9*
***I.2.2** Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP del Promovente* ..... *10*
***I.2.3** Datos del Representante Legal* ..... *10*
***I.2.4** Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones* ..... *10*
**I.3** RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO ..... 10
***I.3.1** Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental y Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP* ..... *10*
***I.3.2** Dirección del Responsable técnico del documento* ..... *10*
***I.3.3** Datos de inscripción en el Registro del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo* ..... *11*
**II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 12**
**II.1** INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO ..... 12
***II.1.1** Naturaleza del proyecto* ..... *12*
***II.1.2** Objetivo del Proyecto* ..... *12*
***II.1.3** Ubicación física* ..... *14*
***II.1.4** Urbanización del área y descripción de servicios requeridos* ..... *16*
***II.1.5** Vías de acceso* ..... *17*
***II.1.6** Inversión requerida* ..... *17*
**II.2** CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO ..... 17
***II.2.1** Superficie solicitada para el cambio de uso del suelo* ..... *17*
***II.2.2** Dimensiones del proyecto* ..... *19*
***II.2.3** Representación gráfica regional* ..... *21*
***II.2.4** Representación gráfica local* ..... *24*
***II.2.5** Programa de trabajo, Preparación del sitio y construcción* ..... *25*
***II.2.6** Construcción* ..... *29*
***II.2.7** Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto* ..... *38*
***II.2.8** Descripción de obras asociadas al proyecto* ..... *39*
***II.2.9** Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo* ..... *39*
***II.2.10** Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo* ..... *41*
***II.2.11** Operación y mantenimiento* ..... *50*
***II.2.12** Desmantelamiento y abandono de las instalaciones* ..... *50*
***II.2.13** Programa de trabajo* ..... *50*
***II.2.14** Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera* ..... *54*
***II.2.15** Residuos* ..... *54*
**III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO ..... 55**
**III.1** ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES ..... 55
***III.1.1** Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030* ..... *55*
***III.1.2** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA-1996, Última reforma publicada DOF 1 de abril de 2024)* ..... *57*

*III.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental, DOF 31-10-2014* ..... *59*
*III.1.1 Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Última reforma publicada DOF 01-12-2020* ..... *61*
*III.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Última reforma publicada 28-04-2022)* ..... *62*
*III.1.3 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada DOF: 09/12/2020.* *64*
*III.1.1 LEY DE AGUAS NACIONALES* ..... *67*
*III.1.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)* ..... *68*
*III.1.3 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS)* ..... *69*
*III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)* ..... *69*
*III.1.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).* ..... *71*
*III.1.6 Ley general de cambio climático (11-05-22)* ..... *72*
*III.1.7 Reglamento de la ley general de cambio climático en materia del registro nacional de emisiones* ..... *74*
**III.2** ORDEN ESTATAL ..... 75
*III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Baja California Sur, 2021 – 2027* ..... *75*
*III.2.2 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (12 de diciembre de 2018)* ..... *76*
**III.3** PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO ..... 78
*III.3.1 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Baja California Sur, 2015* ..... *78*
*III.3.2 Programa de ordenamiento ecológico del territorio (2012)* ..... *83*
**III.4** DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ..... 90
**III.5** ORDEN MUNICIPAL ..... 96
*III.5.1 Plan Municipal de Desarrollo de Los Cabos 2024-2027* ..... *96*
*III.5.2 Reglamento Municipal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Municipio de Los Cabos del Estado de Baja California Sur (2008-2010)* ..... *103*
*III.5.3 Programa de Ordenamiento Ecológico para el desarrollo Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S., (31/agosto/1995)* ..... *105*
**III.6** NORMAS OFICIALES MEXICANAS ..... 114
**III.7** PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) ..... 119
*III.7.1 Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio* ..... *119*
*III.7.2 Segunda Actualización del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040 (Versión 6, 2018)* ..... *120*
**IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ..... 124**
**IV.1** DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO ..... 124
**IV.2** CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) ..... 126
*IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental* ..... *129*
*IV.2.2 Fisiografía* ..... *147*
*IV.2.3 Geología en el sistema ambiental* ..... *151*
*IV.2.4 Topografía y fisiografía en el sistema ambiental* ..... *155*
*IV.2.5 Tipo de suelo* ..... *157*
*IV.2.6 Estado de conservación del suelo* ..... *160*
*IV.2.7 Hidrología superficial* ..... *163*
*IV.2.8 Hidrología subterránea* ..... *170*
**IV.3** ELEMENTOS BIOLÓGICOS EN LA UNIDAD HIDROLÓGICA FORESTAL ..... 172
*IV.3.1 Vegetación de la microcuenca donde se ubica la superficie solicitada para el CUSTF* ..... *172*
*IV.3.2 Tipo de Vegetación* ..... *177*
*IV.3.3 Caracterización de la Fauna en la microcuenca hidrológica* ..... *192*
**IV.4** 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 ..... 209
*IV.4.2 Geología* ..... *210*
*IV.4.3 Caracterización de la vegetación en la superficie solicitada* ..... *252*

**V 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 ..... 281**
**V.1** ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD ..... 281
**VI 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 ..... 302**
**VI.1** ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO ..... 302
**VI.2** ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN DEL RECURSO AGUA ..... 304
**VII MEDIO SOCIOECONÓMICO ..... 309**
**VII.1** NIVEL MUNICIPAL (MUNICIPIO DE LOS CABOS) ..... 309
**VII.2** ACTIVIDADES ECONÓMICAS ..... 319
**VII.3** DINÁMICA DE LA POBLACIÓN ..... 320
**VII.4** DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ..... 321
**VII.5** ESTRUCTURA POR SEXO Y EDAD ..... 325
**VII.6** NATALIDAD Y MORTALIDAD ..... 325
**VII.7** MIGRACIÓN ..... 326
**VII.8** POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA ..... 327
**VII.9** EDUCACIÓN ..... 329
**VIII SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO ..... 331**
**VIII.1** MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA ..... 331
**VIII.2** EL PAISAJE Y LA RECREACIÓN ..... 332
**VIII.3** LA PROTECCIÓN DE SUELOS ..... 333
**VIII.4** PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD ..... 337
**VIII.5** LA CAPTURA DE CARBONO, DE CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES ..... 341
**VIII.6** LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, DE LOS ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA ..... 343
**VIII.7** DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ..... 347
**IX IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 350**
**IX.1** IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ..... 350
***IX.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales ..... 350***
***IX.1.2 Criterios y Metodologías de Evaluación ..... 350***
***IX.1.3 Identificación de actividades causantes de cambios en el ambiente y factores ambientales impactados ..... 352***
**IX.2** IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS Y SUS CARACTERÍSTICAS ..... 354
***IX.2.1 Etapa de preparación del sitio ..... 355***
***IX.2.2 Etapa de instalación y/o construcción ..... 357***
***IX.2.3 Etapa de operación y mantenimiento ..... 360***
***IX.2.4 Impactos ambientales residuales ..... 361***
**IX.3** CONCLUSIONES ..... 362
**X JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO ..... 364**
**XI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 377**
**XI.1** DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ..... 377
***XI.1.1 Etapa de preparación del sitio ..... 385***
***XI.1.2 Etapa de construcción ..... 386***
***XI.1.3 Etapa de Operación y mantenimiento ..... 388***
**XI.2** LISTA EXHAUSTIVA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ..... 389
**XI.3** IMPACTOS RESIDUALES ..... 400
**XI.4** INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS ..... 401
**XI.5** ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO ..... 401
**XII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..... 406**

**XII.1** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO ..... 406
**XII.2** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO ..... 408
**XII.3** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ..... 409
**XII.4** PRONÓSTICO AMBIENTAL ..... 411
**XII.5** PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL ..... 412
**XII.6** SEGUIMIENTO Y CONTROL ..... 415
**XIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES ..... 419**
**XIII.1** PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN ..... 419
***XIII.1.1 Cartografía*** ..... *419*
***XIII.1.2 Otros anexos*** ..... *419*
**XIV PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE ..... 420**
**XIV.1** OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE ..... 420
**XIV.2** METAS Y PROPUESTAS DE RESCATE ..... 420
**XIV.3** METODOLOGÍA ..... 422
***XIV.3.1 Actividades previas a la extracción*** ..... *422*
***XIV.3.2 Cronograma de actividades*** ..... *429*
***XIV.3.3 Evaluación y seguimiento*** ..... *429*
***XIV.3.4 Cronograma de actividades*** ..... *429*
***XIV.3.5 Evaluación y seguimiento*** ..... *430*
***XIV.3.6 Generalidades del programa de preservación y protección de fauna silvestre*** ..... *432*
***XIV.3.7 Objetivos generales*** ..... *433*
***XIV.3.8 Objetivos específicos*** ..... *433*

# Lista de Tablas

I COORDENADAS UTM DE LOTE 10 DE LA MANZANA X, (9,854.00 M$^2$). ..... 17
II DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES DE CONSTRUCCIÓN ..... 19
III CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO AÑO 1 CAMBIO DE USO DEL SUELO. ..... 27
IV CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 1 ..... 28
V CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 ..... 28
VI CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 CONTINUACIÓN ..... 29
VII VOLÚMENES A REMOVER DE LOS RECURSOS FORESTALES RESULTANTES DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ..... 40
VIII VALOR ECONÓMICO DE LAS PLANTAS COMPLETAS QUE SE DISTRIBUYEN EN LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA CUSTF ..... 42
IX ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO SUELO ESTIMADO EN LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA CAMBIO DE USO DE SUELO. 42
X ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA FAUNA SILVESTRE IDENTIFICADA EN LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA CAMBIO DE USO DE SUELO. ..... 43
XI PRECIO POR METRO CÚBICO DE AGUA DEPENDIENDO LA ZONA DE DISPONIBILIDAD. ..... 44
XII INTERVALOS PARA DETERMINAR LA ZONA DE DISPONIBILIDAD QUE LE CORRESPONDE A LA CUENCA. ..... 45
XIII CAPTURA DE AGUA PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS DEL PROYECTO. ..... 46
XIV CAPTURA DE AGUA PARA LAS DIFERENTES ESCENARIOS Y SUPERFICIES DEL PROYECTO. ..... 47
XV COSTO ECONÓMICO POR LA REDUCCIÓN EN CAPTURA DE CARBONO EN LA SUPERFICIE FORESTAL SOLICITADA PARA CUSTF. ..... 49
XVI ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES ESTIMADOS EN LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA CAMBIO DE USO DE SUELO ..... 49
XVII CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO AÑO 1 CAMBIO DE USO DEL SUELO. ..... 52
XVIII CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 1 ..... 52
XIX CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 ..... 53
XX CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 CONTINUACIÓN ..... 53

XXI Ficha técnica y estrategias de la Región Ecológica 4.32, de la Unidad Ambiental Biofísica 5. Sierras y Piedemontes El Cabo ..... 86
XXII Políticas ambientales asignadas a las UGA establecidas en el POEL ..... 106
XXIII Características de la UGA en las que se pretenden ubicar el proyecto. ..... 107
XXIV **Vinculación** del POEL con el proyecto. ..... 107
XXV Características del clima de Cabo San Lucas. ..... 130
XXVI Climas de la zona de Cabo San Lucas donde se ubica el área solicitada para CUSTF. ..... 130
XXVII Registro de temperaturas en la estación meteorológica Cabo San Lucas representando la cuenca hidrológica – forestal El Salto. ..... 133
XXVIII Huracanes que han incidido de manera relevante las costas del sur de Baja California Sur entre 2001 y 2016 (datos de la CNA, los eventos Juliette, Fausto y Liza se presentan a modo de comparación). ..... 133
XXIX Eventos ciclónicos relevantes que han afectado Baja California Sur (hasta 2024). ..... 136
XXX Topoformas en la cuenca La Paz – Cabo San Lucas. ..... 155
XXXI Tipos de suelo en la cuenca Playa El Faro (1006 ha). ..... 158
XXXIV Abundancia específica por sitio de muestreo y especie **dentro de la microcuenca**. ..... 187
XXXV Abundancia específica identificada en los tres estratos **en la microcuenca** de los muestreos realizados ..... 187
XXXVI Densidad absoluta y relativa estimada para la vegetación en la microcuenca. ..... 188
XXXVII Índice de Valor de Importancia calculado para la microcuenca. ..... 189
XXXVIII Índice de Shannon para los estratos en la microcuenca ..... 190
XLIII Coordenadas (UTM-WGS84 Z12) de la ruta del recorrido de muestreo dentro de la microcuenca hidrológico-forestal Playa El Faro. ..... 200
XLIV Listado de fauna identificado dentro de la microcuenca hidrológica Playa El Faro. ..... 201
XLV Índice de Shannon calculado para el grupo de los reptiles a nivel microcuenca hidrológica. ..... 202
XLVI Índice de Shannon calculado para el grupo de mamíferos a nivel microcuenca hidrológica. ..... 202
XLVII Índice de Shannon calculado para el grupo de las aves a nivel microcuenca hidrológica. ..... 202
LI Valores de vegetación para cálculo del Factor C. ..... 226
LV Riesgo de pérdida de suelo **actual** en las 0.2509263 ha donde se propone el aumento de la cobertura vegetal para disminuir la tasa de pérdida de suelo. ..... 233
LVI Riesgo de pérdida de suelo una vez ejecutadas las actividades de aumento de cobertura vegetal en 0.2509263 ha. ..... 234
LVIII Coordenadas UTM de los sitios de muestreo donde se colectó la información de vegetación. ..... 261
LIX Abundancia específica por cada sitio de muestreo realizado dentro del área solicitada para el CUSTF. ..... 262
LX Riqueza de especies en los tres estratos en la superficie solicitada. ..... 263
LXI Densidad absoluta y relativa estimada para los diferentes estratos de la superficie del proyecto. ..... 264
LXIÍndice de Valor de Importancia calculado para las superficies del proyecto. ..... 266
LXIII Índice de Shannon calculado en la superficie del proyecto. ..... 268
LXIV Listado de fauna identificado dentro de la superficie solicitada para CUSTF. ..... 277
LXV Índice de Shannon calculado para el grupo de los reptiles a nivel superficie solicitada. ..... 278
LXVI Índice de Shannon calculado para el grupo de las aves a nivel superficie solicitada. ..... 278
LXVII Comparativo de los resultados de flora a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. ..... 297
LXVIII Comparativo de los resultados de fauna a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. ..... 300
LXIX Estimación de pérdida de suelo en ton/año, en los escenarios. ..... 302
LXX Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto). ..... 304
LXXI Población total de B.C.S., crecimiento por municipio ..... 310
LXXII Nacimientos y defunciones en B.C.S., 2010 - 2011 ..... 312
LXXIII Cobertura del seguro popular de salud en la SSA en B.C.S., 2010 - 2011 ..... 313
LXXIV Tasa de desocupación por trimestre nacional y para B.C.S., 2010-2011 (porcentaje de la PEA) ..... 314
LXXV Población total de B.C.S., por municipio 1990 – 2015 (habitantes) ..... 322
LXXVI Componentes del crecimiento demográfico por municipio en B. C. S. ..... 322
LXXVII Población total de B.C.S., crecimiento por municipio ..... 324
LXXVIII Tasas de Crecimiento Demográfico por Municipio en B.C.S. ..... 325
LXXIX Población por Grandes Grupos de Edad. B.C.S. (estructura porcentual) ..... 325
LXXX Nacimientos y defunciones en B.C.S., tendencias. ..... 326

LXXXVI Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto). ..... 337
LXXXVII Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México. ..... 342
LXXXVIII Costo económico por la reducción en captura de carbono en la superficie forestal solicitada para CUSTF. ..... 343
LXXXIX Comparativo de los resultados de **FLORA** a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. 345
XC Comparativo de los resultados de **FAUNA** a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. ..... 345
XCI Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación. ..... 346
XCII Escala de evaluación de impactos ambientales identificados ..... 351
XCIII Lista de actividades más importantes agrupadas del proyecto en sus dos etapas. ..... 352
XCIV Lista de los factores del medio ambiente resultantes de la matriz de cribado ..... 353
XCV Comparativo de los resultados de flora a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. ..... 364
XCVI Comparativo de los resultados de fauna a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF. . 367
XCVII Estimación económica del recurso suelo en la superficie solicitada y de desmonte para cambio de uso de suelo. ..... 369
XCVIII Costo económico por existencia de carbono estimado en la superficie forestal solicitada para CUSTF. 369
XCIX Valor económico de las plantas completas que se distribuyen en la superficie solicitada para CUSTF. 372
C Estimación económica de la fauna silvestre identificada en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo. ..... 373
CI Estimación económica de los recursos biológicos, forestales y servicios ambientales en la superficie solicitada a un plazo de 15 años. ..... 374
CII Estimación de la derrama económica del proyecto en un plazo de 15 años. ..... 374
CIII Estimación de los empleos generados en un plazo de 15 años. ..... 375
CIV Riesgo de pérdida de suelo en los escenarios del proyecto ..... 377
CV Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación en la superficie solicitada. ..... 379
CVI Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de vegetación. ..... 389
CVII Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de las Aves). ..... 390
CVIII Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de los Mamíferos). ..... 391
CIX Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de la herpetofauna). ..... 392
CX Ficha técnica del impacto del riesgo de erosión del suelo por pérdida de vegetación durante el despalme. 393
CXI Ficha técnica del riesgo de contaminar el suelo por defecación al aire libre u otros residuos. ..... 393
CXII Ficha técnica del riesgo de erosión del suelo por exposición a factores climáticos. ..... 394
CXIII Ficha técnica del impacto reducción de calidad del suelo debido a contaminación por residuos. ..... 394
CXIV Ficha técnica del impacto de riesgo de contaminar el suelo por el mantenimiento de maquinaria. ..... 395
CXV Ficha técnica del impacto reducción de calidad del agua debido a contaminación por residuos. ..... 396
CXVI Ficha técnica del impacto de riesgo de contaminar el agua superficial y subterránea por el mantenimiento de maquinaria. ..... 397
CXVII Ficha técnica del impacto Disminución de la infiltración del agua. ..... 397
CXVIII Medidas prohibitivas durante las etapas de proyecto. ..... 398
CXIX Costos estimados para restaurar el sitio, en el supuesto que se hubiera ejecutado el CUSTF y fuera necesaria dicha restauración. ..... 404
CXX Captura de agua estimada dentro de la superficie solicitada para CUSTF, en los escenarios. ..... 409
CXXI Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación en la superficie a desmontar y solicitada. ..... 421
CXXII Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 1. ..... 424
CXXIII Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 2. ..... 425
CXXIV Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 3. ..... 425
CXXV Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 4 y 5. ..... 426
CXXVI Cronograma de actividades para el programa de rescate y reubicación de la vegetación. ..... 430

# Lista de Figuras


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO. ..... 15
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL TERRENO EN EL QUE SE LLEVARÁ A CABO EL PROYECTO. ..... 16
FIGURA 3. UBICACIÓN DE LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA CAMBIO DE USO DEL SUELO. ..... 18
FIGURA 4. ASPECTO GENERAL DE CASA HABITACIÓN UN NIVEL, UNIFAMILIAR. ..... 21
FIGURA 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO DEL PREDIO. ..... 22
FIGURA 6. REGIONES HIDROLÓGICAS EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR. EL SITIO DEL PROYECTO SE UBICA EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 6, CUENCA A, ARROYO CARACOL-ARROYO CANDELARIA, SUBCUENCA A481, MICROCUENCA PLAYAS EL FARO. ..... 23
FIGURA 7. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO DENTRO DE LA MICROCUENCA PLAYAS EL FARO. ..... 24
FIGURA 8. DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE PROYECTO. ..... 25
FIGURA 9. ASPECTO GENERAL DE ÁREA EN ETAPA 2. ..... 35
FIGURA 10. ASPECTO GENERAL DE TIENDAS DEL LADO NORTE EN ETAPA 2. ..... 36
FIGURA 11. ASPECTO GENERAL DE ÁREA DE TIENDAS, CUARTO DE MAQUINAS, ÁREA ADMINISTRATIVA, BAÑOS. ..... 36
FIGURA 12. ASPECTO GENERAL DE NIVEL 2 EN ÁREA DE ETAPA 2. ..... 37
FIGURA 13. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS. ..... 91
FIGURA 14. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO DE LA REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA MÁS CERCANA. ..... 94
FIGURA 15. LOS SITIOS DE LA CONVENCIÓN RAMSAR MÁS CERCANOS AL SITIO DEL PROYECTO. ..... 95
FIGURA 16. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MÁS CERCANAS. ..... 95
FIGURA 17. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LOS SITIOS DE IMPORTANCIA PARA LAS AVES, AICAS. ..... 96
FIGURA 18. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO RESPECTO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO DEL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 106
FIGURA 19. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO RESPECTO DEL PLAN DE DESARROLLO URBANO SAN JOSÉ DEL CABO-CABO SAN LUCAS 2040. ..... 121
FIGURA 20. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCAS Y MICROCUENCA HIDROLÓGICAS. ..... 127
FIGURA 21. DELIMITACIÓN DE SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DE INFLUENCIA. ..... 128
FIGURA 22. CLIMA PREDOMINANTE EN EL SITIO DE ESTUDIO. ..... 131
FIGURA 23. EVENTOS CICLÓNICOS OCURRIDOS ENTRE 1950 Y 2006 QUE HAN AFECTADO LAS COSTAS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA SUR, A MODO DE COMPARACIÓN SE MUESTRA UN RADIO DE 500 KM CON CENTRO EN LA SIERRA DE LA LAGUNA. ..... 135
FIGURA 24. TRAYECTORIA DEL HURACÁN JULIO EN EL 2008. ..... 136
FIGURA 25. TRAYECTORIA DEL HURACÁN LOWELL EN EL 2008. ..... 137
FIGURA 26. TRAYECTORIA DEL HURACÁN NORBERT EN EL 2008. ..... 137
FIGURA 27. TRAYECTORIA DEL HURACÁN JIMENA EN EL 2009. ..... 138
FIGURA 28. TRAYECTORIA DEL HURACÁN GEORGETTE EN EL 2010. ..... 139
FIGURA 29. TRAYECTORIA DEL HURACÁN PAÚL EN OCTUBRE DEL 2012. ..... 140
FIGURA 30. TRAYECTORIA DEL HURACÁN ODILE EN SEPTIEMBRE DEL 2014. ..... 141
FIGURA 31. GEOLOGÍA GENERAL DEL EXTREMO SUR DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MUNGUÍA ET AL., (1992,1997) Y FLETCHER & MUNGUÍA (2000). ..... 146
FIGURA 32. UNIDADES GEOLÓGICAS A NIVEL MUNICIPIO. ..... 147
FIGURA 33. GEOMORFOLOGÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO. ..... 148
FIGURA 34. FISIOGRAFÍA Y ELEVACIONES EN EL SITIO EN ESTUDIO. ..... 150
FIGURA 35. GEOLOGÍA EN LA MICROCUENCA ARROYO PLAYA EL FARO. ..... 153
FIGURA 36. MAPA DE PERFIL DE LA MICROCUENCA PLAYA EL FARO. ..... 156
FIGURA 37. PERFIL DE PENDIENTES DE LA MICROCUENCA PLAYA EL FARO. ..... 156
FIGURA 38. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DENTRO DE LA MICROCUENCA PLAYA EL FARO. ..... 157
FIGURA 39. UNIDADES EDAFOLÓGICAS DENTRO DE LA MICROCUENCA PLAYA EL FARO. ..... 159
FIGURA 40. LOS TIPOS DE EROSIÓN. ..... 162

FIGURA 41. MAPA DE LA REPÚBLICA MEXICANA MOSTRANDO LAS REGIONES HIDROLÓGICAS EN COLORES, CUENCAS EN LÍNEAS NEGRAS Y SUBCUENCAS EN LÍNEAS AZULES (DATOS CONABIO). ..... 165
FIGURA 42. MICROCUENCA EL FARO. ..... 169
FIGURA 43. PLANO GEOREFERENCIADO DONDE SE PUEDE OBSERVAR LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA EL CUSTF DENTRO DE LA MICROCUENCA PLAYA EL FARO. ..... 171
FIGURA 44. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA CHF PLAYA EL FARO. ..... 173
FIGURA 45. UBICACIÓN DEL DESIERTO SONORENSE EN EL NOROESTE DE MÉXICO Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA. ..... 175
FIGURA 46. A LA IZQUIERDA LAS SIETE REGIONES DEL DESIERTO SONORENSE Y A LA DERECHA LA PROPUESTA SINTÉTICA DE LAS ECORREGIONES DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA (TOMADO DE GONZÁLEZ-ABRAHAM, CH. ET AL, 2010). ..... 176
FIGURA 47. SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN DENTRO DE LA MICROCUENCA. ..... 184
FIGURA 30. RECORRIDOS PARA EL MUESTREO DE FAUNA DENTRO DE LA MICROCUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL PLAYA EL FARO. ..... 199
FIGURA 31. PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA OBSERVADO DENTRO DE LA MICROCUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL PLAYA EL FARO. ..... 208
FIGURA 50. GEOMORFOLOGÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO. ..... 209
FIGURA 52. PERFIL DE ELEVACIONES DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO. ..... 212
FIGURA 52. PERFIL DENTRO DE LA SUPERFICIE SOLICITADA. ..... 213
FIGURA 53. ELEVACIONES EN EL PREDIO. ..... 214
FIGURA 54. UBICACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA UNIDAD EDAFOLÓGICA QUE LO ENVUELVE. ..... 215
FIGURA 55. MAPA DE REGIONES POR GRADO DE EROSIVIDAD DE LA REPÚBLICA MEXICANA. ..... 220
FIGURA 56. MAPA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA MOSTRANDO LAS CUENCAS Y REGIONES HIDROLÓGICAS. ..... 239
FIGURA 58. LAS 37 REGIONES HIDROLÓGICAS QUE CONSTITUYEN A LA REPÚBLICA MEXICANA. ..... 242
FIGURA 58. LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA EL CUSTF Y LAS UNIDADES DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. ..... 248
FIGURA 59. LA SUPERFICIE DEL PROYECTO Y EL ARROYO SIN NOMBRE MÁS CERCANO. ..... 249
FIGURA 60. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DONDE SE PUEDE OBSERVAR LA SUPERFICIE SOLICITADA PARA EL CUSTF. ..... 250
FIGURA 61. ZONIFICACIÓN FORESTAL EN LA ZONA DE ESTUDIO (CONAFOR, 2021, Y LA SUPERFICIE SOLICITADA). ..... 254
FIGURA 57. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DENTRO DE LA SUPERFICIE SOLICITADA. ..... 261
FIGURA 63. SE MUESTRA LA VEGETACIÓN DENTRO DE PREDIO. ..... 275
FIGURA 62. RIQUEZA DE ESPECIES CON PRESENCIA A NIVEL SUPERFICIE SOLICITADA. ..... 278
FIGURA 65. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR. ..... 310
FIGURA 64. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GÉNERO EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS. ..... 311
FIGURA 67. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS. ..... 312
FIGURA 68. HABITANTES CON SEGURIDAD SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 313
FIGURA 69. POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 314
FIGURA 70. RELIGIÓN PRACTICADA POR LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 314
FIGURA 71. ESTADO CIVIL EN POBLACIÓN MAYOR DE 12 AÑOS EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 315
FIGURA 72. NIVEL DE ALFABETIZACIÓN EN POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS, EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 315
FIGURA 73. GRADO ESCOLAR PROMEDIO POR SEXO EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS. ..... 315
FIGURA 74. NIVEL DE INGRESO EN SALARIOS MÍNIMOS EN EL MUNICIPIO DE LOS CABOS, B.C.S. ..... 316
FIGURA 75. DATOS BÁSICOS EN LA ZONA URBANA DE CABO SAN LUCAS POLÍGONO ROJO, INEGI, 2018. ..... 317
FIGURA 75. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, RESPECTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO NACIONAL. ..... 322
FIGURA 76. LOCALIZACIÓN DE LAS POLIGONALES MÁS PROBABLES DONDE SERÁ REUBICADA LA VEGETACIÓN A RESCATAR ..... 380
FIGURA 78. LOCALIZACIÓN DE LAS POLIGONALES DONDE SERÁ REUBICADA LA VEGETACIÓN RESCATADA. ..... 427

# I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

## I.1 *DATOS GENERALES DEL PROYECTO*

### I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto lleva por nombre *Club de Padel*.

### I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto consta en el cambio de uso del suelo a uso Habitacional H2, para la construcción de un Club deportivo de Padel con instalaciones para Pickleball con restaurante bar, el proyecto *Club de Padel* se encuentra en un terreno particular que se localiza en el lote marcado con el número 10, de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, del Plano Oficial de Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur, con clave catastral número 402-034-011-011, con una superficie de 9,854.00 $m^2$.

El proyecto se desarrollará en una superficie de 9,854.00 $m^2$ (00-98-54.00 ha), de acuerdo con documentos, por lo que la superficie solicitada para cambio de uso del suelo y en evaluación en materia de impacto ambiental es de 9,854.00 $m^2$ (00-98-54.00 ha), tal como se manifiesta en las escrituras.

### I.1.3 Duración del proyecto

La duración de este proyecto será de 1 año para el cambio de uso del suelo (4 meses para la etapa de preparación del sitio, reubicación y rescate de la vegetación, 8 meses para el desmonte) y 5 años para la construcción, ya que la misma se lleva a cabo en dos etapas de 2 y 3 años cada una, por lo que suman 6 años en total (desde preparación del sitio hasta conclusión de la construcción), y la etapa de operación y mantenimiento tendrá una duración indefinida o de al menos 50 años, no obstante se considera que el tiempo de vida del proyecto es indefinido, tomando en cuenta que se aplicarán correctamente las actividades y trabajos de mantenimiento adecuados.

## I.2 *DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE*

### I.2.1 Nombre o razón social

.

**I.2.2** Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP del Promovente

.

**I.2.3** Datos del Representante Legal

.

**I.2.4** Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

.

## 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 y Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP

.

**I.3.2** Dirección del Responsable técnico del documento

.

## I.3.3 Datos de inscripción en el Registro del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

Se declara que la persona responsable de la elaboración del estudio.

o

# II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## II.1 *INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO*

### II.1.1 Naturaleza del proyecto

La actividad principal de este proyecto es de cambio de uso del suelo de terrenos forestales a uso Habitacional H2 y constructiva, pretendiéndose la edificación correspondiente a instalaciones deportivas con espacios para deportes como el Padel y el Pickleball, además de contar con baños, restaurante bar, tienda, vestidores, cuarto de máquinas, en un terreno identificado como Lote 10 de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, calle Vía de Lerry, colonia Libertad, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur, proyecto denominado **CLUB DE PADEL**. Esta actividad está enmarcada dentro de las actividades que requieren de su evaluación de impacto ambiental por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Medio Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28, Fracción VII y el Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la propia Ley (RELGEEPA) en su Artículo 5, Inciso O).

De acuerdo con el mapa de Uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie VII, 2018, el polígono de este proyecto se localiza en área clasificada como ***Asentamientos Humanos***.

### II.1.2 Objetivo del Proyecto

El La naturaleza del presente proyecto es el cambio de uso del suelo de un terreno a un uso clasificado como Habitacional (H2), en el que se realizará la construcción de un club deportivo con canchas para Padel y Pickleball así como un restaurante bar, estacionamiento subterráneo, vestidores y baños. La superficie total del predio es de 9,854.00 $m^2$ (0.985400 ha), superficie en la cual será construido un club deportivo con canchas de Padel y Pickleball con sus amenidades como restaurante bar, estacionamiento subterráneo, vestidores y baños, jardines, áreas verdes. También habrá cuarto de máquinas, terraza, pasillos.

Las instalaciones serán de dos niveles con recepción, bar de jugos, terraza al aire libre, cafetería, tienda deportiva, oficinas en planta alta y con canchas de pádel, canchas de pickleball, baños, vestidores, restaurante bar y cuarto de máquinas en planta baja. Como características adicionales, habrá 4,927 $m^2$ de arreas verdes y un estacionamiento subterráneo de 990 $m^2$.

#### II.1.2.1 Justificación

El deporte del pádel se caracteriza por ser accesible a la población en general, poco demandante físicamente, pero con la ventaja de llegar a ser competitivo a nivel de tener eventos exclusivos y torneos. Las canchas de pádel y pickleball no son abundantes en Cabo San Lucas, actualmente hay unas 3 instalaciones y la demanda es cada vez mayor. Cabo San Lucas presenta el clima y atmosfera ideales para deportes al aire libre como este, quita demanda y presión a las actividades de playa que se encuentran en camino de estar saturadas.

En la zona suroeste de Cabo San Lucas, Libertad, Bugambilia, 4 de Marzo, Cabo Península, es decir, del Cerro Colorado hacia el sur, no hay instalaciones de canchas para este deporte, de manera que este proyecto se encuentra en el momento justo y en el sitio adecuado para desarrollarse, además de ser de poca superficie, encontrarse ya en asentamientos humanos y completamente comunicado, con acceso completo al público general.

Se cuenta con la documentación siguiente:

Copia de la Escritura Pública 1133, Volumen 45, de fecha 2 de diciembre de 2005, expedida por el titular de la Notaria Pública Número 17 en la ciudad de Cabo San Lucas, Baja California Sur, en la cual se hace constar la compraventa del Lote 10 de la Manzana X del Fraccionamiento Lomas del Cabo, Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

Dictamen Técnico Favorable de uso del suelo, para este lote 10 de la manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con superficie de 9,854.00 m2, para un uso del suelo Habitacional H2, mediante Oficio SEPUIMM.OS.1229.2025, del 22 de agosto de 2025, otorgado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Baja California Sur.

El objetivo principal de este proyecto es realizar actividad y obra consistente en la construcción de un club deportivo con canchas para Padel y Pickleball con sus amenidades, en un terreno identificado como Lote 10 de la Manzana X del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con clave catastral 402-034-011-011 con una superficie de 9,854.00 $m^2$ (0.985400 ha), de acuerdo con documentos. Dicho lote se ubica en un sitio clasificado como asentamientos humanos en la colonia Libertad. Aunque se ubica en asentamientos humanos, presenta cobertura considerada como vegetación forestal.

Se presenta el DTU-B para su evaluación, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28, Fracción VII y IX de la LGEEPA y Artículo 68 Fracción I, Artículos 93 y 98 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; además del Artículo 139 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el área que ocupará el proyecto, **a uso Habitacional H2**, correspondiente a club deportivo de pádel y pickleball con restaurante bar, en un terreno identificado como Lote 10 de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

Este estudio contempla los planteamientos y procedimientos para que de manera ordenada se realice la remoción de la vegetación que resulte afectada, sin detrimento de los demás recursos asociados existentes en la región, además, se especifican los lineamientos a seguir para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales que pudiesen presentarse durante la ejecución del presente proyecto.

El objetivo del proyecto, consiste en realizar un cambio de uso de terreno forestal para construir el club deportivo, llamado *CLUB DE PADEL*, en un área en donde la vocación del suelo es adecuada, como queda señalado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 18 de acuerdo con el POEL Los Cabos.

El propósito principal del presente documento consiste en que se evalúen los factores positivos y los negativos que se generarán cuando se realice el cambio de uso del suelo de un terreno forestal al uso habitacional y por medio de la evaluación comprobar que los resultados obtenidos sustentarán la realización del proyecto.

Como medidas de mitigación y preservación se aplicará un Programa de Rescate de Flora silvestre relevante así como el seguimiento correspondiente del mismo, cuya duración será de 5 años, la reubicación de la vegetación rescatada será en áreas que presentan poca cobertura vegetal; en la elaboración del presente DTU se llevó a cabo la valoración de los servicios ambientales que presta el sitio del proyecto, y no obstante que con la ejecución de dicho proyecto se verán afectados algunos servicios ambientales, con la ejecución de las medidas preventivas y de mitigación se compensará dicha afectación ya que se propiciará en la zona el aumento de dichos servicios ambientales.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, con la implementación de este proyecto no se compromete de manera alguna el equilibrio del acuífero local. Dentro del sitio del proyecto o dentro de la microcuenca no existen áreas o terrenos dedicados a la agricultura, y el proyecto es ajeno a estas actividades. Las actividades de este proyecto no se encuentran relacionadas con el aprovechamiento de recursos naturales ni con actividades mineras.

El polígono del proyecto se encuentra dentro de un área considerada como *Asentamientos Humanos* en la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie VII, de 2018.

El sitio se ha seleccionado por ser apropiado para este tipo de proyectos, de muy bajo impacto y de muy baja superficie. La selección del sitio se realizó considerando el carácter habitacional que tiene esta zona. También fueron considerados los siguientes criterios:

- La cercanía de la propiedad con la zona poblada.
- El predio es totalmente accesible a través de la vía terrestre.
- La posibilidad de contratar personal de trabajo que radique en el poblado de Cabo San Lucas o San José del Cabo, garantiza la contratación de mano de obra de la región, así mismo, el beneficio económico será moderadamente significativo durante la fase de construcción y medianamente significativo en la fase de operación y mantenimiento.

## **II.1.3** Ubicación física

El proyecto CLUB DE PADEL se encuentra en un terreno particular que se localiza en el lote de terreno marcado con el Número 10, de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con clave catastral 402-034-011-011 con una superficie de 9,854.00 $m^2$ (0.985400 ha), Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

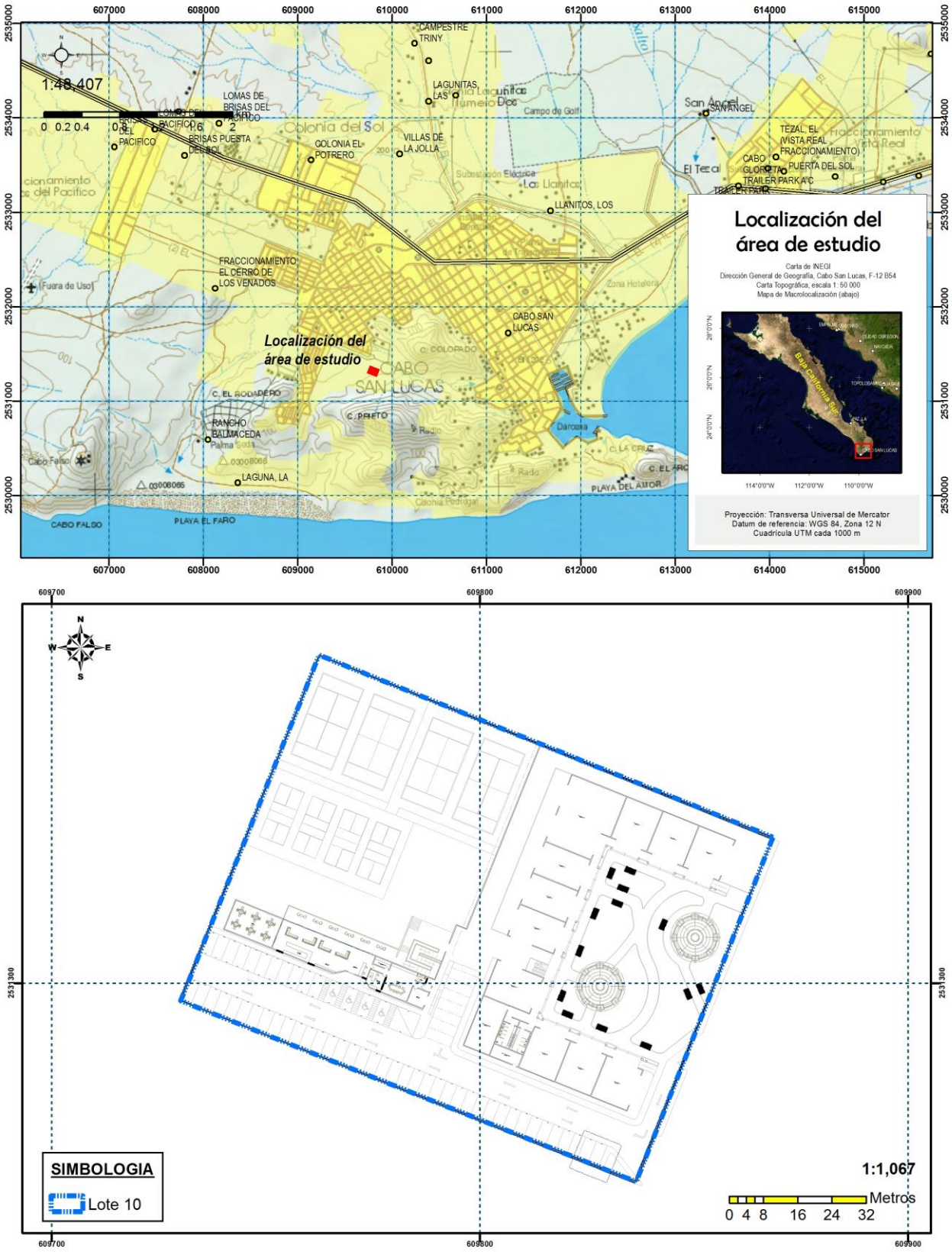



Figura 1. Localización de la superficie del proyecto.

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales se localiza *al interior* de un predio, Lote 10, de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con clave catastral 402-034-011-011 con una superficie de 9,854.00 m$^2$ (0.985400 ha), Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

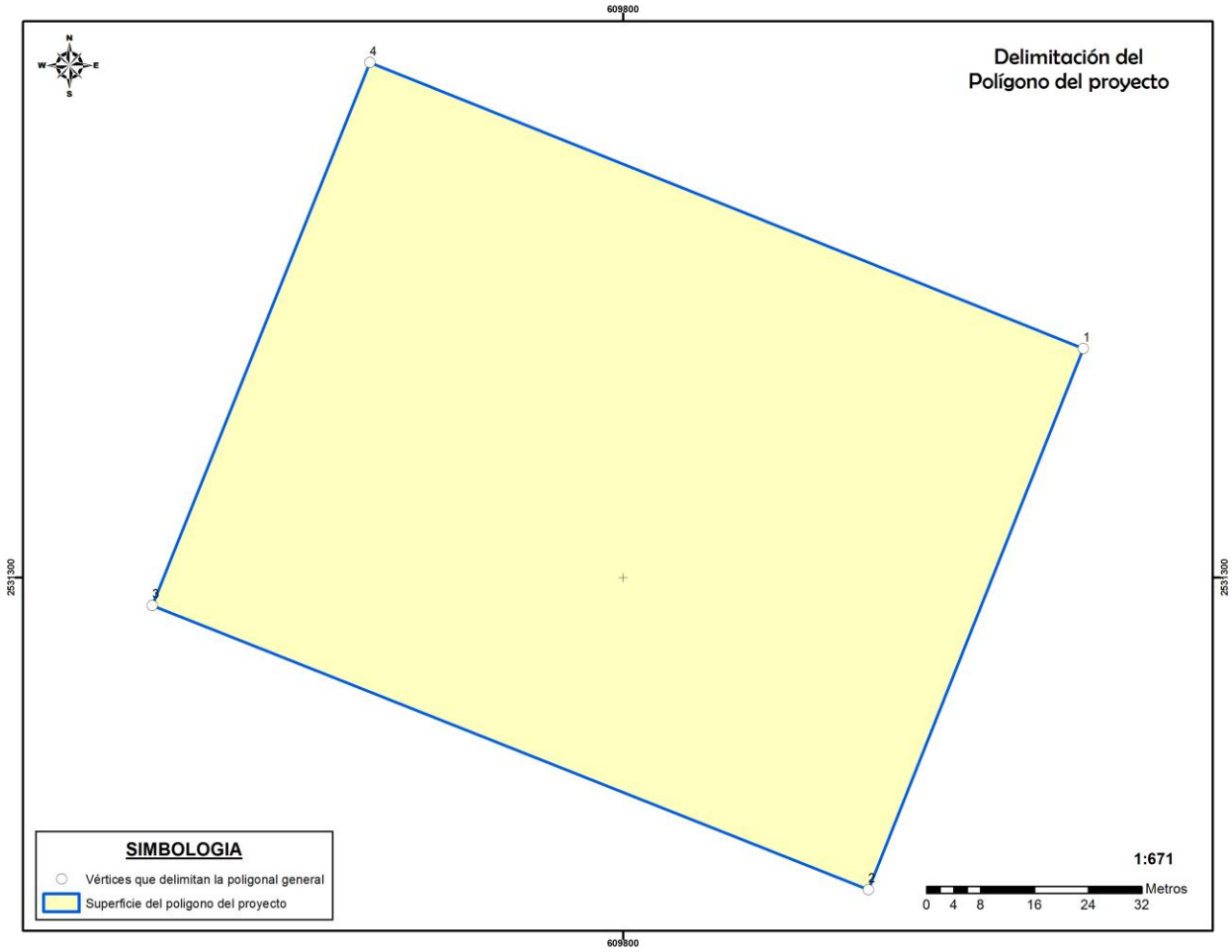



Figura 2. Ubicación del terreno en el que se llevará a cabo el proyecto.

## II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio del proyecto se encuentra en una zona que cuenta con servicio público de energía eléctrica, agua potable y acceso, sin embargo a través de la calle Vía de Lerry que conecta con terracería directamente a la parcela del proyecto.

Para la realización del proyecto de manera total, desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento, se requiere de los siguientes servicios:

- Energía eléctrica, el promovente planea el aprovisionamiento a través de generadores portátiles, al menos durante la construcción, y en la operación del proyecto contará con provisión propia al principio, y posteriormente mediante aporte de la CFE, mediante introducción de líneas subterráneas y sus bases de medición debidamente registradas

- Agua, mediante suministros periódicos de tanques cisternas que abastecerán las necesidades durante la construcción del club deportivo. Para la etapa de operación y mantenimiento se cuenta con servicio local de agua potable en esta zona.
- Baños, se colocarán baños portátiles durante las fases de preparación y construcción de este proyecto, y en la fase de operación y mantenimiento las descargas sanitarias se realizarán mediante el servicio municipal, tal como ocurre con los predios vecinos en esta colonia.

### II.1.5 Vías de acceso

La vía de acceso es a través de la calle Vía de Lerry. El acceso es en la ciudad de Cabo San Lucas, por la calle Camino al Faro Viejo o por la calle Avenida los Cabos, hacia el sur, hasta la calle Guaycura, Quetzalcóatl o Cochimíes (cualquiera de estas calles), llevan directo a la calle Pericúes o a la calle Miguel Ángel Herrera, misma que lleva directo a la calle Vía de Lerry, y a 77 metros adelante se encuentra el terreno del proyecto.

La localización del sitio facilita el acceso a el predio objeto de este estudio, conforme se llega por la Carretera Transpeninsular No. 19, se continua por la misma en dirección sur, que se denomina Las Brisas conforme entra en la zona urbana de Cabo San Lucas, hasta llegar a la calle Miguel Hidalgo hacia el sur, y posteriormente sobre Hidalgo hasta la calle Libertad, que posteriormente más adelante cambia de nombre a calle Miguel Ángel Herrera, la que finalmente conecta a la calle de Vía de Lerry, y finalmente a 77 metros adelante se encuentra el terreno objeto de estudio.

El terreno se encuentra ubicado en calle Vía de Lerry con esquina de calle Sin Nombre, CP 23456, Col. Libertad, Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

### II.1.6 Inversión requerida

El promovente estima una inversión para la etapa de preparación del sitio y construcción de un monto de 3,000,000.00 de pesos.

## II.2 *CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO*

### II.2.1 Superficie solicitada para el cambio de uso del suelo

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales se localiza *al interior* de un predio, Número 10, de la Manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con clave catastral 402-034-011-011 con una superficie de 9,854.00 $m^2$ (0.985400 ha), Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

Las coordenadas UTM WGS 84 Z12 que delimitan el Lote 10 de la Manzana X son las siguientes:

I Coordenadas UTM de Lote 10 de la Manzana X, (9,854.00 $m^2$).

| Vértice | X | Y |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 609868.435 | 2531334.063 |
| 2 | 609836.490 | 2531253.571 |
| 3 | 609730.024 | 2531295.859 |
| 4 | 609762.360 | 2531376.627 |

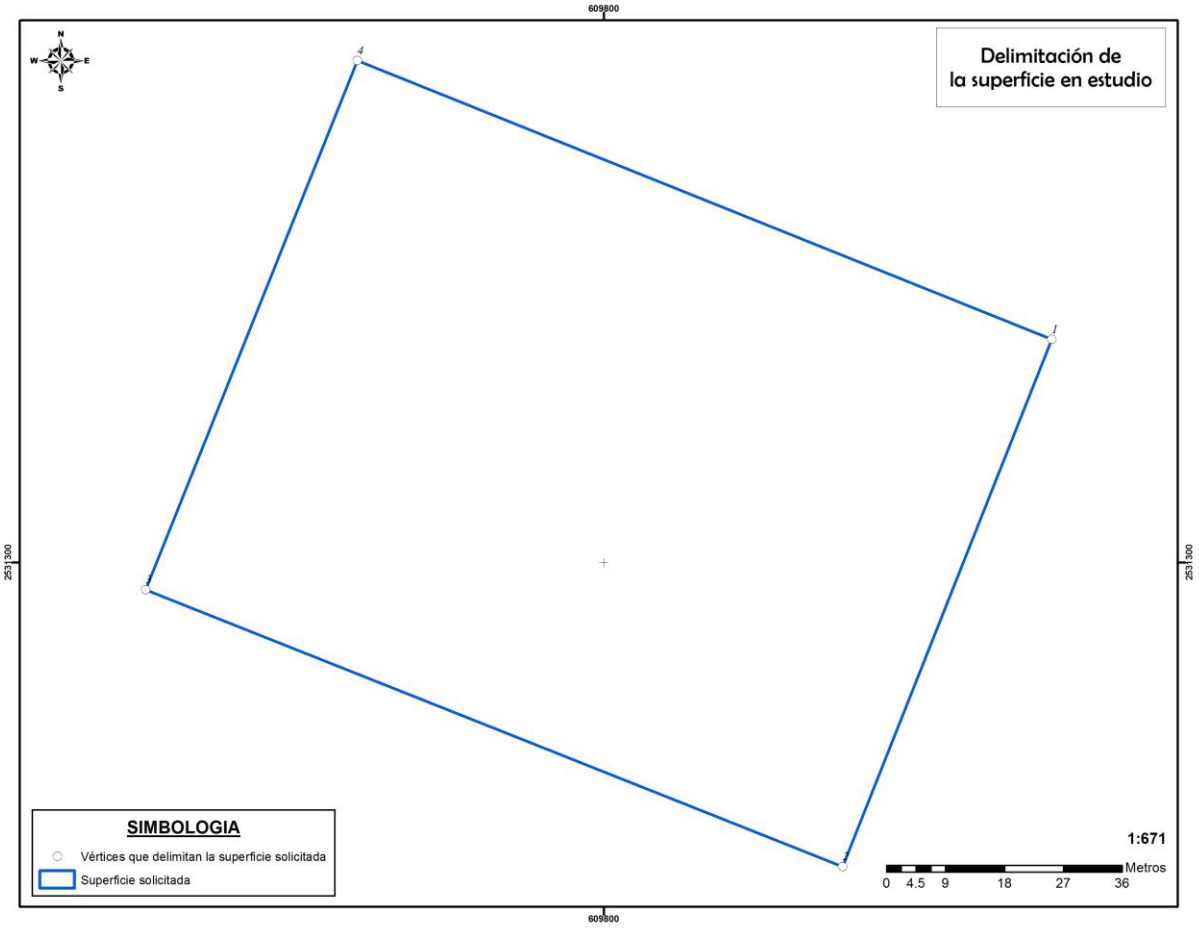



Figura 3. Ubicación de la superficie solicitada para cambio de uso del suelo.

Las colindancias del Lote 10, son:

- Al Noreste 114.233 con lotes del 1 al 9 de la misma manzana
- Al Suroeste 116.926 metros con calle sin nombre en tres tramos
- Al Sureste 86.6 metros con boulevard
- Al Noroeste 87.00 metros con Lote 1 de la manzana Y

## **II.2.2** Dimensiones del proyecto

El sitio donde se realizará este proyecto se encuentra formado por un predio marcado con el Lote 10 de la Manzana X del Fraccionamiento Lomas del Cabo, Cabo San Lucas, con clave catastral 402-034-011-011**,** con una superficie de 9,854.00 m$^2$.

El proyecto Club de Padel consiste en la construcción de un club deportivo, con canchas para Padel y Pickleball, con restaurante bar, y estacionamiento subterráneo, así como vestidores, baños y tiendas para artículos deportivos así como áreas verdes.

Este proyecto se encuentra dividido en dos fases. La primera fase consiste en las canchas de pádel y pickleball, instalaciones en dos niveles, en planta baja hay estacionamiento, acceso, vestidores, baños, cafetería, tienda deportiva, recepción, y en primer nivel áreas verdes, terraza, cafetería, recepción, cuarto de limpieza, bodega, área para el staff. Todo esto desarrollado en la mitad este del terreno.

En la mitad oeste del terreno se desarrolla la segunda fase, consistente en estacionamiento subterráneo, 11 locales de productos deportivos, cuarto de máquinas, área administrativa, baños, amplias áreas verdes y áreas comunes, mientras que en primer nivel hay 10 locales para artículos deportivos, una pequeña terraza.

II Distribución de superficies de construcción.

| Conceptos generales | Superficie m$^2$ | Uso del suelo | |
|---|---|---|---|
| **Planta baja** | | | |
| 4 canchas de pádel | 848.64 | | |
| 4 canchas de pickleball | 669.4138 | | |
| Baños y vestidores | 88.9 | | |
| Restaurante bar | 50.06 | | |
| Terraza | 172 | | |
| Pasillos | 11.23 | | |
| Tiendas deportivas | 1,416.3981 | | |
| **Planta alta** | | | |
| Recepción | 172 | | |
| Bar de jugos | 11.23 | | |
| Cafetería y lobby | 180.64 | | |
| Tiendas deportivas | 1,416.3981 | | |
| Terraza al aire libre | 88.1728 | | |
| Áreas verdes con pérgolas y áreas comunes y pasillos | 1,551.177 | | |
| 2ª terraza al aire libre | 166.7675 | | |
| Oficinas | | | |
| Dirección | 17.8 | | |
| Área de staff | 57.24 | | |
| Terraza | 172.01 | | |
| **CONSTRUCCIÓN** | | | |
| Áreas de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva, todo en etapa 1 | 384.349 | | |
| Tiendas deportivas, baños, cuarto de máquinas, área | 1,416.3981 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| administrativa, todo en etapa 2 | | | |
| **TOTAL** | **1,800.7471** | | |
| **SUPERFICIE POR ETAPA** | | | |
| **Primer etapa** | **5,723.3213** | | |
| **Segunda etapa** | **4,130.6787** | | |
| **ADICIONALES** | | | |
| Áreas verdes | 2,509.263 | | |
| Estacionamiento | 2,333.634 | | |
| Áreas permeables | 4,842.897 | | |
| | | | |
| **Construcción total (PERMITIDO 0.6)** | **1,800.7471 m²** | **COS** | **0.18 (18.27 %)** |
| COS utilizado | 18.27 % | COS | 0.18 (18.27 %) |
| CUS (permitido 1.2) | 18.27 % | CUS | 0.18 (18.27 %) |
| ÁREA DESCUBIERTA | 8,053.25 m | | 50 (50 %) |
| **Área PERMEABLE (20% obligada)** | **4,842.897 m²** | CAS | **49.14 %** |

Esto nos aporta un coeficiente de ocupación C.O.S. de 0.18 (18.27 %) con la construcción completa en primera etapa de 384.349 consistiendo en áreas de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva, todo en etapa 1, y en 1,416.3981 $m^2$, consistiendo en tiendas deportivas, baños, cuarto de máquinas, área administrativa, todo en etapa 2, dando un total de construcción de 1,800.7471 $m^2$.

Por otro lado, esta misma superficie tendrá un primer nivel o segundo piso, con las mismas dimensiones, más las terrazas, esto da un C.U.S. de 0.18 (18.27 %) también. Ambos dentro de lo permitido dentro del PDU2040 Los Cabos.

La superficie permeable de este proyecto consiste en áreas verdes de 2,509.263 m2 y un estacionamiento con suelo permeable de adoquín, con superficie de 2,333.634 m2, lo que suma una superficie permeable de 4,842.897 m2, y nos da un C.A.S. de 49.14 %, lo que se encuentra dentro de lo permitido y autorizado en el PDU2040 Los Cabos.

**Ahora bien, si el desplante se toma en cuenta con la zona habitable además de la terraza, que suman 1030.15 $m^2$, eso sería el desplante tomando en cuenta la terraza, lo que da un COS de 0.13.**

Dentro del proyecto que se llevará a cabo se consideran los siguientes aspectos y servicios:

- El uso de áreas verdes, con vegetación proveniente de la reubicación y rescate, elementos vegetales que se adecuen al clima que corresponde a la zona. Esto buscando su mínimo sistema de riego y mantenimiento.

- Como vía de acceso se tomará la Vía de Lerry y el acceso ya existente. Actualmente se encuentran en trámite los servicios de suministro de energía eléctrica y de agua potable así como servicios sanitarios.

- La red interna de drenaje sanitario será elaborada mediante tubería de CPVC de 8" la cual recolectará las aguas provenientes de los baños y tuberías y posteriormente estas aguas serán destinadas a las instalaciones municipales.

- El servicio de energía eléctrica será suministrado por la CFE, este servicio se encuentra disponible en esta comunidad y funcionando sin problemas.

- La recolección de residuos domésticos que se genere diariamente será efectuada por el servicio de recolección municipal que ya da servicio en estas calles actualmente.

Para una mejor a apreciación de la ubicación de dicha superficie, en la siguiente figura se muestra un plano de localización georeferenciado para este proyecto.

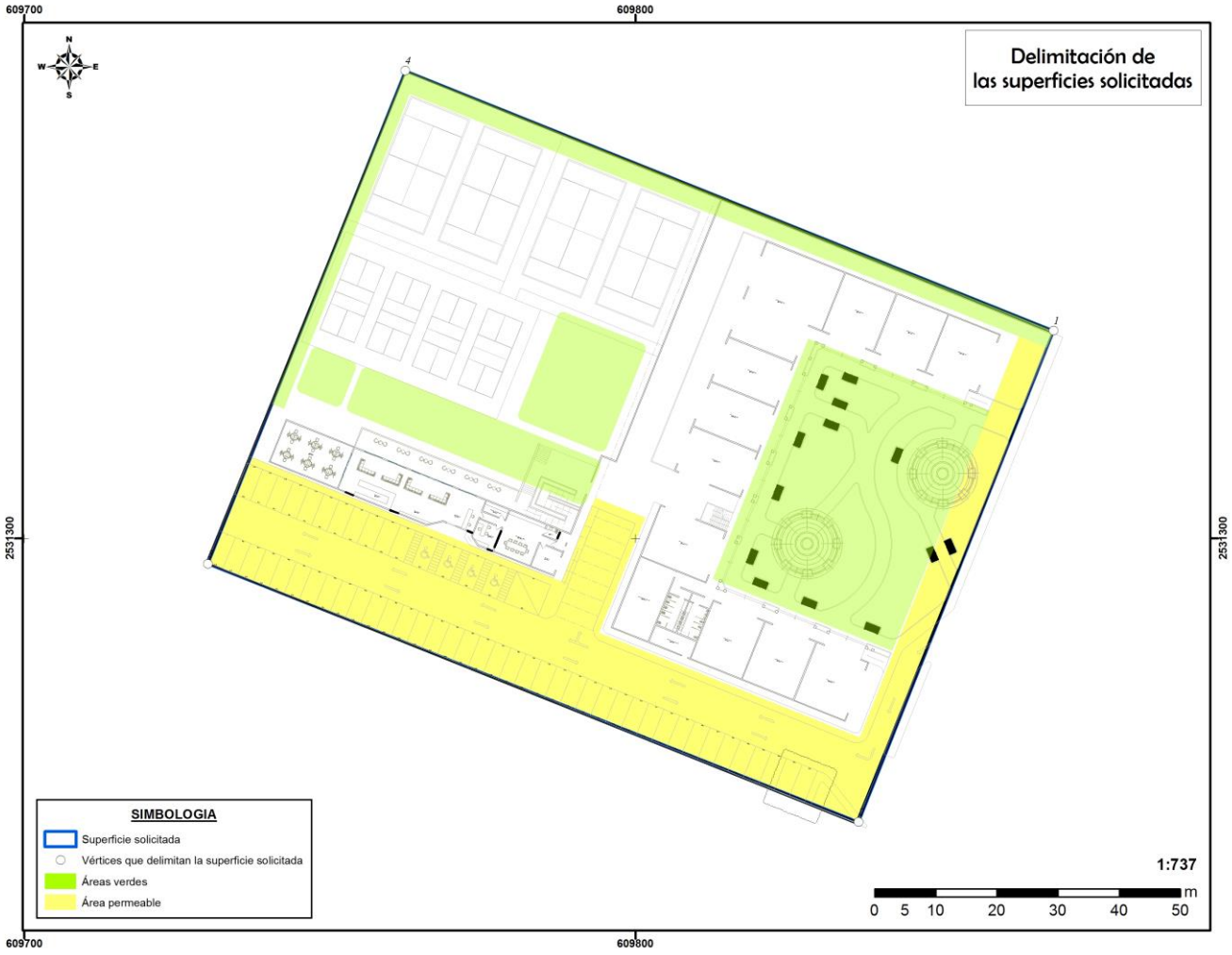



Figura 4. Aspecto general de casa habitación un nivel, unifamiliar.

## II.2.3 Representación gráfica regional

Con base a la regionalización planteada en el Plan Estatal de Desarrollo, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la Micro Región Económica Golfo Sur Los Cabos, Municipio de Los Cabos, Cabo San Lucas, Baja California Sur.

En este contexto regional, ya ubicados en la ciudad de Cabo San Lucas, el terreno se ubica en la colonia Libertad, Calle Vía de Lerry esquina con calle s/n, zona de carácter residencial.

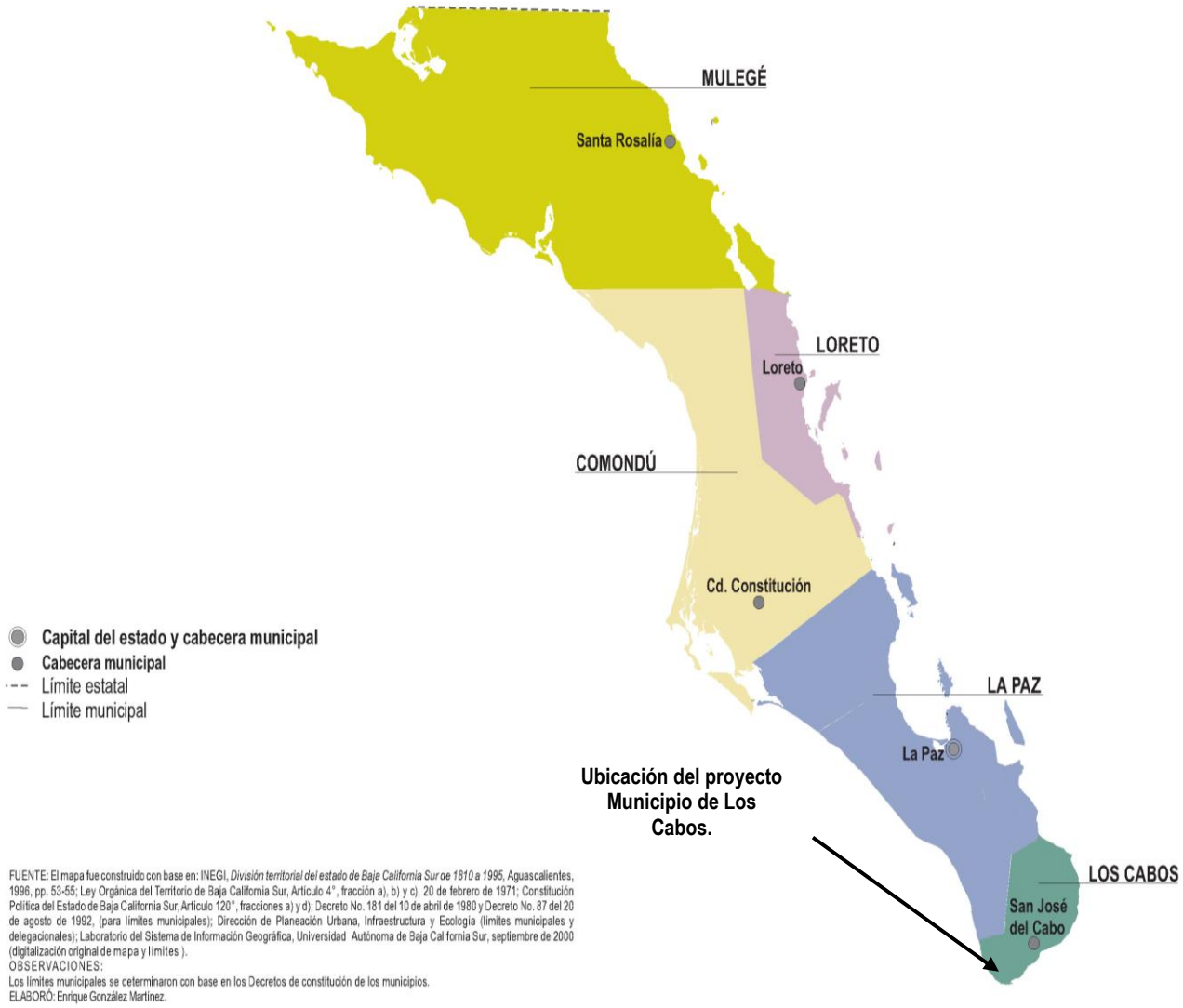



**Figura 5. Ubicación geográfica del sitio del predio.**

De acuerdo a los trabajos realizados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el INEGI y el Instituto Nacional de Ecología (INE), se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales.

México posee 314 cuencas hidrológicas en las cuales fluyen los numerosos ríos y arroyos del país. La CONAGUA, ha agrupado a tales cuencas en 37 regiones hidrológicas para hacer más eficaz la administración de los recursos hidráulicos, las que, a su vez, las agrupa en 13 regiones mayores de tipo administrativo para facilitar la creación de organismos de cuenca como parte de sus esfuerzos de descentralización de funciones. La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje.

El límite del sistema ambiental del entorno del proyecto, está comprendido dentro de la subcuenca *A,* La Paz-Cabo San Lucas, de la región hidrológica RH6. La subcuenca hidrológica a (Cabo San Lucas), es la que alberga el sitio de estudio, y al interior se encuentra la microcuenca playas El Faro.

Habiendo mencionado eso, el sitio del proyecto se localiza dentro de la Cuenca A (La Paz-Cabo San Lucas), Subcuenca a481 (Cabo San Lucas) con una superficie estimada en 481 Km2 y dentro de la microcuenca Arroyo Salto Seco cuya extensión superficial 7,260 hectáreas. Dentro de la misma se encuentra la microcuenca Playa El Faro, que abarca desde las colonias Cerro Los Venados, Arcos del Sol, hasta la zona costera en las playas El Faro.




Figura 6. Regiones hidrológicas en el Estado de Baja California Sur. El Sitio del proyecto se ubica en la Región Hidrológica 6, Cuenca A, Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria, Subcuenca a481, Microcuenca playas El Faro.

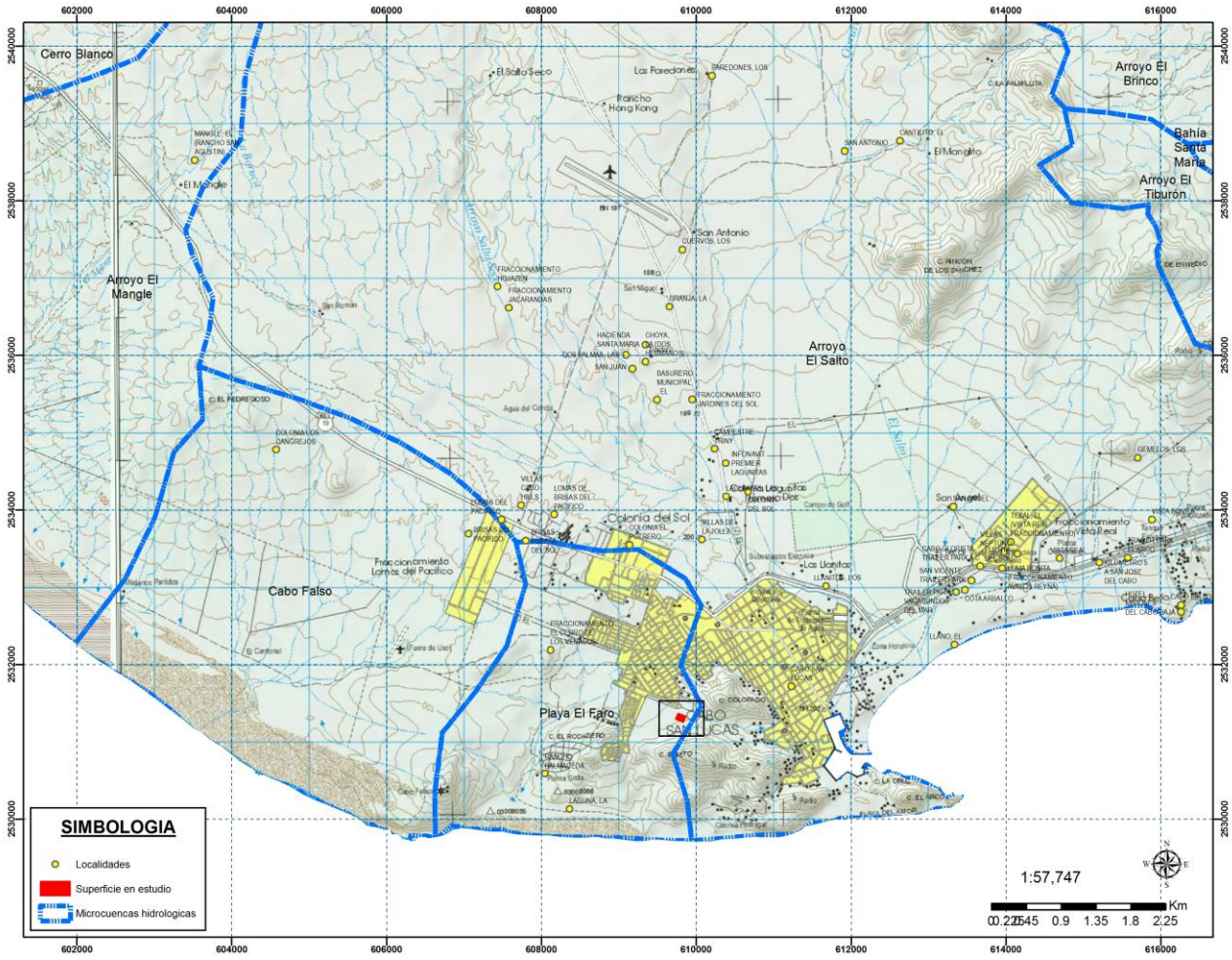



Figura 7. Localización del predio dentro de la microcuenca playas El Faro.

## II.2.4 Representación gráfica local

Desde el punto de vista local, el proyecto se llevará a cabo dentro del Fraccionamiento Lomas del Cabo, colonia Libertad, en el lote 10 de la Manzana X, Cabo San Lucas, Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur.

A continuación se presenta plano georeferenciado para su localización.




Figura 8. Delimitación de la superficie de proyecto.

## II.2.5 Programa de trabajo, Preparación del sitio y construcción

El programa general de trabajo consiste principalmente en preparación del sitio (marcaje de flora, reubicación de vegetación) y actividades de cambio de uso de suelo del terreno forestal (desmonte).

Después de la fase de delimitación de superficies y del rescate y reubicación de los ejemplares de vegetación que se encuentran afectados por el proyecto comienza la fase de construcción. La fase de construcción se divide en dos etapas, cada una de ellas se distribuye en la mitad del terreno, la etapa 1 en la mitad oeste y la etapa 2 en la mitad este. La etapa 1 tendrá una duración de 2 años, lo que sumado a la fase de preparación del sitio y a la fase de desmonte, en total tendrá una duración de 3 años. De igual manera, la segunda etapa, al llevar un estacionamiento subterráneo, tendrá una duración de construcción de 3 años, lo que suma para todo el proyecto 6 años de duración.

Después del cambio de uso del suelo el programa de trabajo consiste en la construcción de la etapa 1 y posteriormente la etapa 2. El programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de terreno forestal.

- Trazo y delimitación de la superficie del proyecto
- Selección, marcaje, de individuos de flora relevante
- Aplicación del programa de rescate de flora y fauna relevantes
- Remoción mecánica y manual de la vegetación no necesaria
- Concentración de residuos del desmonte y retiro fuera del predio

**Delimitación física del área a ocupar por el proyecto**

Se realizará la delimitación física de la poligonal de la superficie autorizada para el CUSTF, para marcar perfectamente el área de desmonte.

Esta actividad será supervisada por un especialista, se definen las cotas y niveles en las que quedarán las unidades propuestas, con la finalidad de que los operadores de la maquinaria que llevará a cabo el desmonte, no rebasen dichas superficies y no se vean afectadas superficies no contempladas en el área o áreas solicitadas para el cambio de uso de suelo.

La aplicación del **programa de rescate de flora y fauna relevantes se realizará en un periodo de 4 meses** en un proceso único y continuo para la superficie solicitada antes de llevar a cabo la fase de desmonte y despalme. Las actividades de **desmonte y despalme del cambio de uso del suelo se llevarán a cabo de manera continua y única en un periodo de 6 meses, puesto que el terreno es reducido y la vegetación al interior del mismo no es abundante**, **lo que da un tiempo total hasta aquí de 1 año.**

**Selección, rescate y reubicación de ejemplares de flora**

Es una actividad para mitigar los efectos negativos que provoca la implementación de cualquier proyecto en el entorno natural. Se procederá a rescatar los ejemplares de las especies observadas dentro de la superficie solicitada cuenten con algún valor o interés ecológico, social y/o cultural, y se atendrá lo que disponga la autoridad competente en la materia.

La vegetación a rescatar se reubica en las áreas verdes del proyecto.

Esta acción se realizará con personal técnico calificado y bajo el seguimiento de un Programa de Rescate debidamente validado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El rescate de vegetación, se llevará a cabo en una sola intervención, y en un periodo que de manera óptima es de dos meses y que no rebasará los cuatro meses, iniciados esto a partir del día posterior a que se termine con los trabajos de delimitación de las poligonales autorizadas. El programa de rescate y reubicación se realizará para toda la superficie solicitada para cambio de uso del suelo.

Previo al inicio de actividades de rescate, se comunicará por escrito a las Delegaciones Federales de SEMARNAT y PROFEPA, la fecha de inicio de las obras y actividades autorizadas, las cuales estarán relacionadas directamente con los trabajos de Rescate de Flora y Fauna, con el cambio de uso de suelo y el desarrollo del proyecto.

Los ejemplares rescatados serán reubicados en áreas previamente escogidas y delimitadas, con poca vegetación, para propiciar su mejoramiento. La detección de áreas con poca vegetación y la selección adecuada de sitios a reforestar, se deberá realizar a través de recorridos que permitan generar información actualizada, confiable y de bajo costo, que facilite su análisis para una adecuada planeación y ejecución del programa de rescate de flora y fauna.

Con respecto a la fauna encontrada dentro de la superficie autorizada para el CUSTF, se llevarán a cabo caminatas de ahuyentamiento para que aquellos ejemplares que se encuentren dentro del área solicitada se desplacen a áreas periféricas al proyecto. El terreno es muy reducido y se encuentra

totalmente rodeado de asentamientos humanos y colonias y fraccionamientos y realmente no hay fauna al interior del mismo con excepción de algunos pequeños reptiles, las aves están de paso.

**Remoción mecánica y manual de la vegetación**

Posteriormente al rescate de especies de flora, se inicia con la remoción de la vegetación no rescatable, para esta actividad se podrá utilizar maquinaria (Tractor Caterpillar D-6 y Retro Excavadoras), así como también apoyados por herramientas manuales (picos, palas, etc.); este proceso será de una manera progresiva, pausada y direccionada, de tal manera que la fauna que se encuentre en el sitio pueda desplazarse fuera de él y no ser afectada directamente con el equipo utilizado.

Estas actividades se realizan de manera óptima en 4 meses, ya que el terreno es únicamente de 9,854.00 $m^2$.

**Concentración de residuos del desmonte y triturado**

Previa autorización de las autoridades municipales, la recolección y retiro de los residuos orgánicos se realizará de tal manera que no se afecte el medio; es decir no se utilizará el fuego ni agroquímicos para su eliminación. Estos serán depositados en áreas en las que aporten sustento a la vegetación.

**La fase de construcción** consiste en el desarrollo del proyecto propiamente dicho, consiste en la obtención de las licencias y permisos, los cuales incluyen las autorizaciones ambientales, la determinación de los ejemplares de vegetación que se encuentran ahí y se pueden rescatar, se realiza el retiro de las malezas, y se comienza con el proceso de **construcción del club deportivo y todas sus estructuras**. La construcción se divide en dos etapas, una de 2 años y la segunda de 3 años.

Para el inicio de la construcción se pretende comenzar con trazos y excavaciones así como nivelaciones para las canchas y para las cimentaciones de los muros de contención para formar la plataforma que desplantará la estructura de los vestidores y baños así como la oficina y demás elementos de la primera etapa, para posteriormente dar inicio a la losa de cimentación de concreto con la resistencia que indica en el proyecto estructural, los muros serán de block de cemento-arena con la resistencia que indique el proyecto estructural, los elementos verticales y horizontales tales como castillos, columnas, cerramientos, trabes y losas serán reforzados con varilla de acero y los concretos serán con la resistencia que indique el proyecto estructural y la memoria de cálculo.

En la segunda etapa se realizan excavaciones para el estacionamiento subterráneo y poco a poco se construyen las zonas de tiendas deportivas, áreas verdes y terrazas así como cuarto de máquinas y oficinas.

La construcción consistirá en las nivelaciones del terreno y excavaciones para la introducción de los cimientos, algunos servicios hidrosanitarios y eléctricos, instalación de gas y demás estructuras subterráneas.

Se finaliza con el muro perimetral de concreto armado y la formación de los jardines y plantas de ornato.

III Cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto año 1 cambio de uso del suelo.

| | Tiempo (meses) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Preparación del sitio** | | | | | | | | | | | | |
| Licencias y permisos | **X** | **X** | | | | | | | | | | |
| Estudio de mecánica de suelos | **X** | **X** | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reubicación de la vegetación | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |

Se espera que estas obras se lleven a cabo con una duración total de 12 meses cuando menos.

CONSTRUCCIÓN

La construcción se lleva a cabo en dos etapas, la etapa 1 consiste en las canchas deportivas, y todos los elementos de la mitad oeste del polígono.

Con la ayuda de un programa general de trabajo será organizaran las actividades correspondientes para ejecutar la obra, como principal actividad se pretende identificar y rescatar la flora que se encuentre en el terreno, posteriormente el desmonte y preparación del terreno mediante nivelaciones.

La descripción detallada de la construcción del club deportivo se muestra a continuación:

IV Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 1

| ETAPA / CONCEPTO | BIMESTRE | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Canchas deportivas | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | | | | | | | | | | | | |
| Circulación vehicular local | | | | | | | | | | | | |

En la etapa 1 hay operación y mantenimiento desde el año 3, mientras que para la etapa 2, la operación y mantenimiento comienza hasta el año 6.

V Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 2

| ETAPA / CONCEPTO | BIMESTRE | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | | | | | | | | | | | | |
| Circulación vehicular local | | | | | | | | | | | | |

VI Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 continuación

| ETAPA / CONCEPTO | MES | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones y estacionamiento subterráneo | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | | | | | | | | | | | | |
| Circulación vehicular local | | | | | | | | | | | | |

La fase de operación y mantenimiento tendrá una duración indefinida.

**Excavaciones, compactaciones y nivelaciones.** Las excavaciones serán realizadas principalmente con maquinaria (palas mecánicas CATERPILLAR), con ayuda de personal de obra para el afine de las mismas. Las nivelaciones y compactaciones del terreno se realizarán con el mismo material producto de la excavación, con incorporación de humedad para facilitar su integración y se utilizará equipo mecanizado para la compactación, la nivelación del terreno se hará con motoconformadora, haciendo las mediciones necesarias con equipo topográfico (LEICA®).

Los cortes a realizar en el terreno servirán para la correcta ubicación de las estructuras a construir y la pendiente correcta para las canchas y los niveles necesarios, se realizarán con maquinaria pesada como tractores de oruga, cargadores y camiones de volteo para el acarreo del material producto de los cortes.

No obstante del programa general de trabajo y la cronología con la que se pretende llevar a cabo las actividades, el promovente solicita una **vigencia de este estudio de impacto ambiental (que comprende todas las fases, desde la preparación del sitio y construcción del proyecto) de 6 años,** derivado de que el proyecto podría sufrir retrasos por diversos motivos y/o factores, con esto se busca prever que la vigencia de la autorización para estas etapas termine antes de concluir con dichas actividades.

El promovente contempla que las obras tengan una duración, hasta concluir la etapa de construcción, de aproximadamente 6 años, por lo que se solicita una vigencia de la autorización **de 6 años**, con esto se busca cubrir el tiempo de seguimiento de las actividades de la reubicación y de la vegetación rescatada. Para la etapa de **operación y mantenimiento se solicita una vigencia de 50 años**.

## II.2.6 Construcción

El sitio en el que se desarrollará el proyecto se encuentra dentro de una zona de asentamientos humanos que ya ha sido afectada en algún momento, ya que se encuentran restos de una lotificación muy antigua, después de la que han ocurrido los crecimientos de la vegetación. Se localiza en Fraccionamiento Lomas del Cabo, colonia Libertad. Cuenta con acceso completo a través de la Vía de Lerry. Esta comunidad cuenta con acceso a agua potable a través de servicio municipal, hay servicio de energía eléctrica y servicio de recolección de basura en estas calles.

Los habitantes de este fraccionamiento cuentan con el servicio de energía eléctrica suministrado por la CFE, también cuentan con servicio de recolección de basura periódicamente, y cada una de las viviendas tiene servicio sanitario municipal.

La naturaleza del presente proyecto es la construcción de un club deportivo especializado en pádel y pickleball, con restaurante bar y amenidades como tiendas deportivas o pequeños locales de venta.

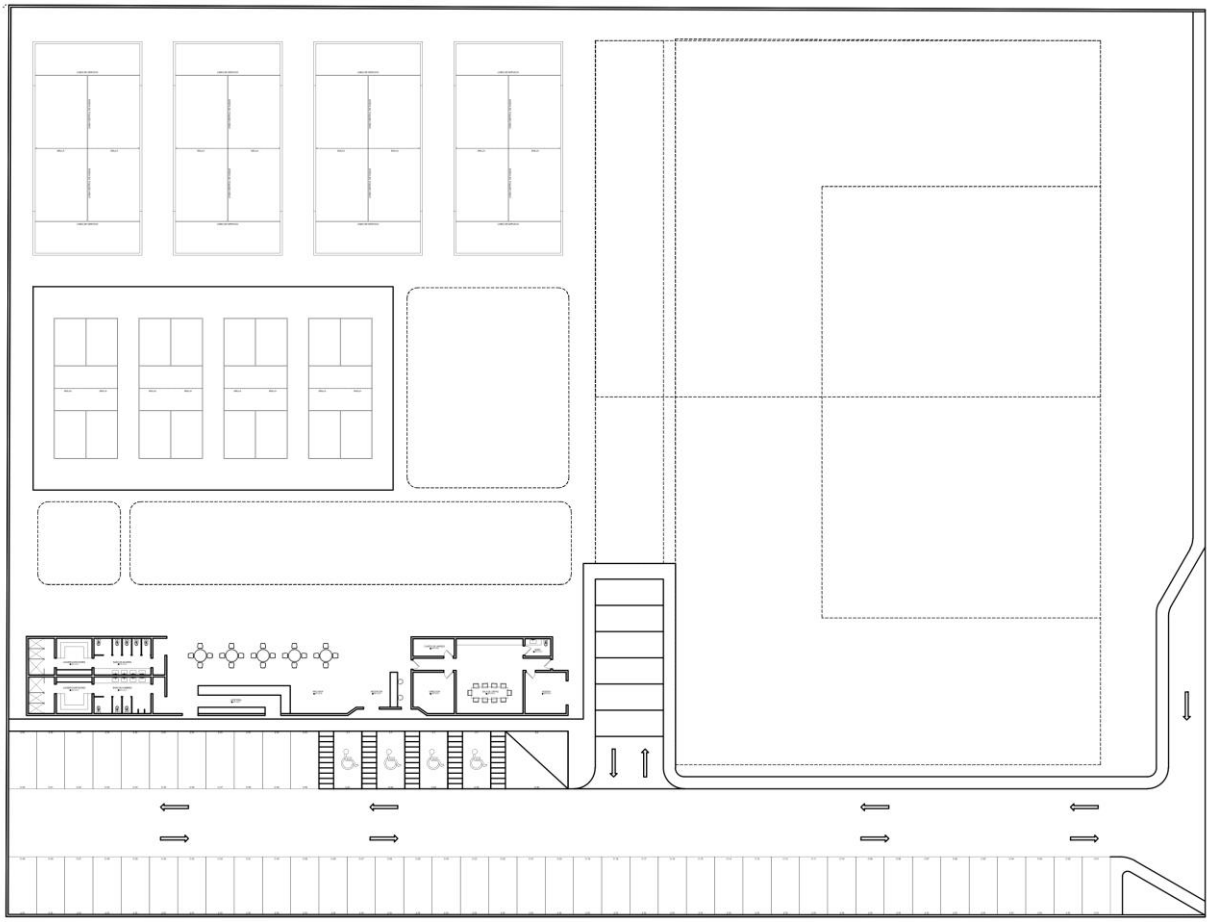
Los elementos que forman este proyecto se pueden dividir completamente en dos, mismos que también forman las etapas de construcción. La zona oeste del predio será la etapa 1, con las canchas de pádel y de pickleball, áreas de vestidores, baños, en tanto que la zona este del predio será ocupada por los locales o tiendas deportivas y áreas comunes y verdes principalmente.

En la etapa 1 también se construye el acceso y áreas de estacionamiento.

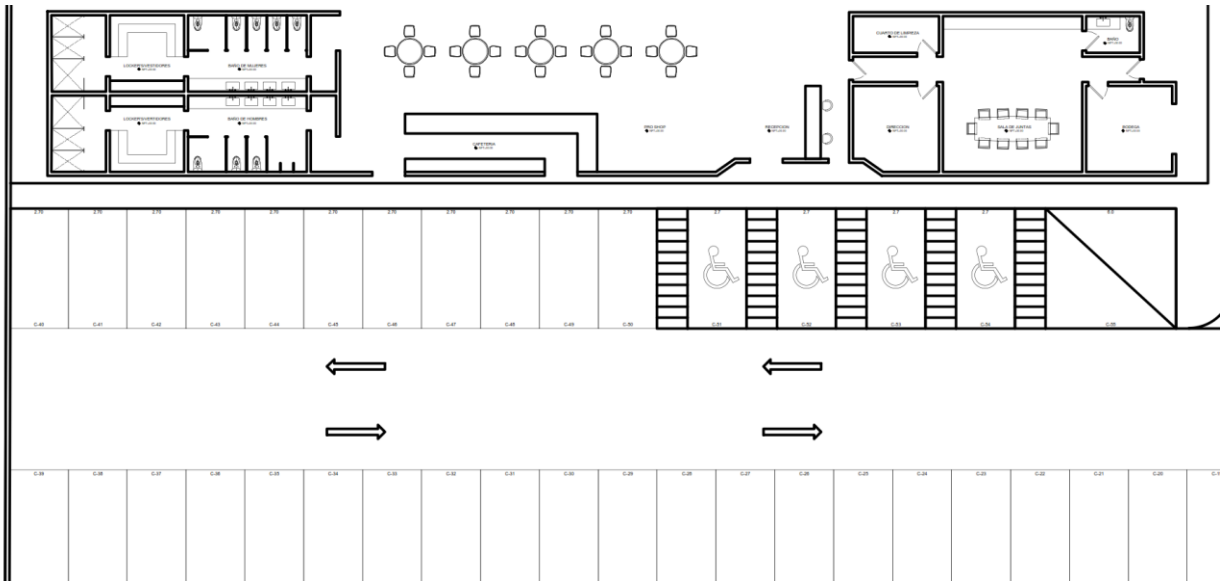



ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

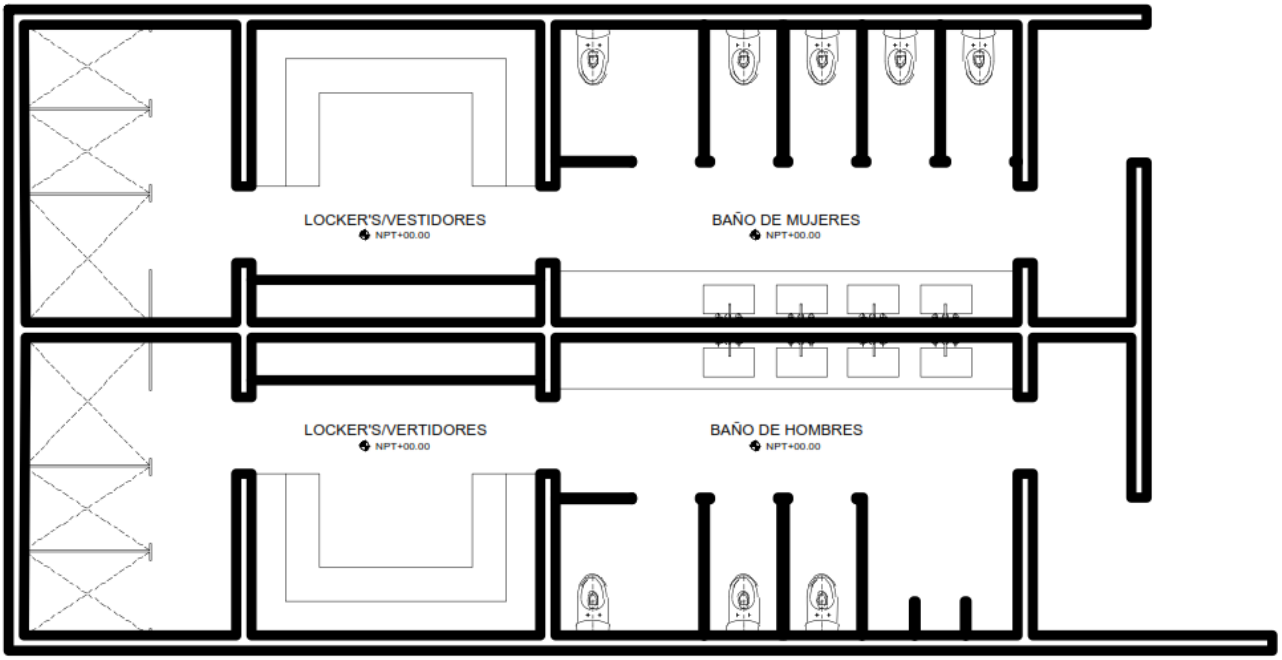
En la etapa 1, el elemento principal son las canchas de pádel y de pickleball, así como el acceso, el estacionamiento, vestidores, baños, cafetería, recepción, bodega, sala de juntas, cuarto de limpieza, una cafetería.



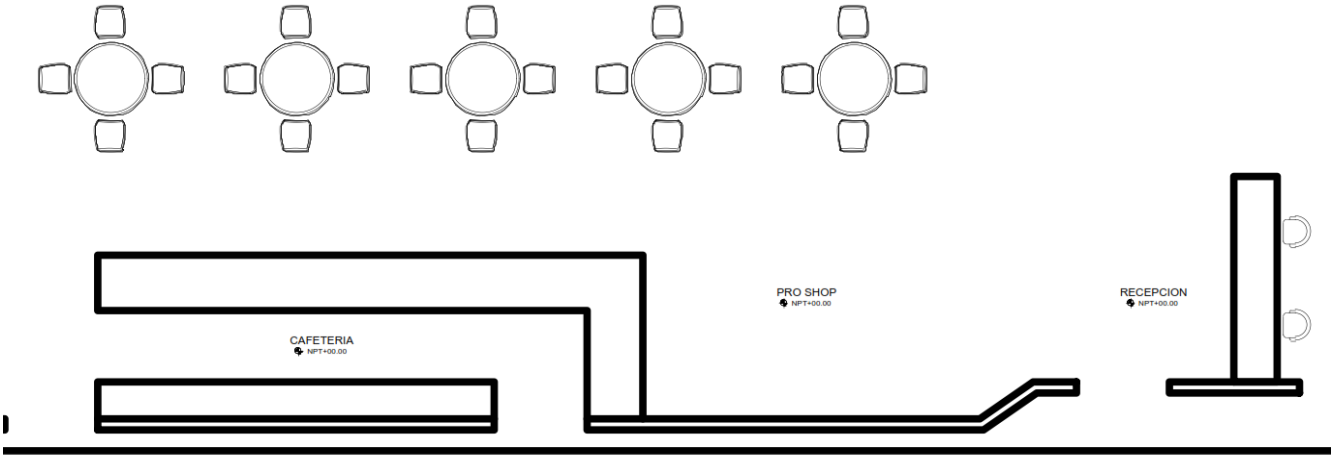
PLANTA BAJA, ETAPA 1



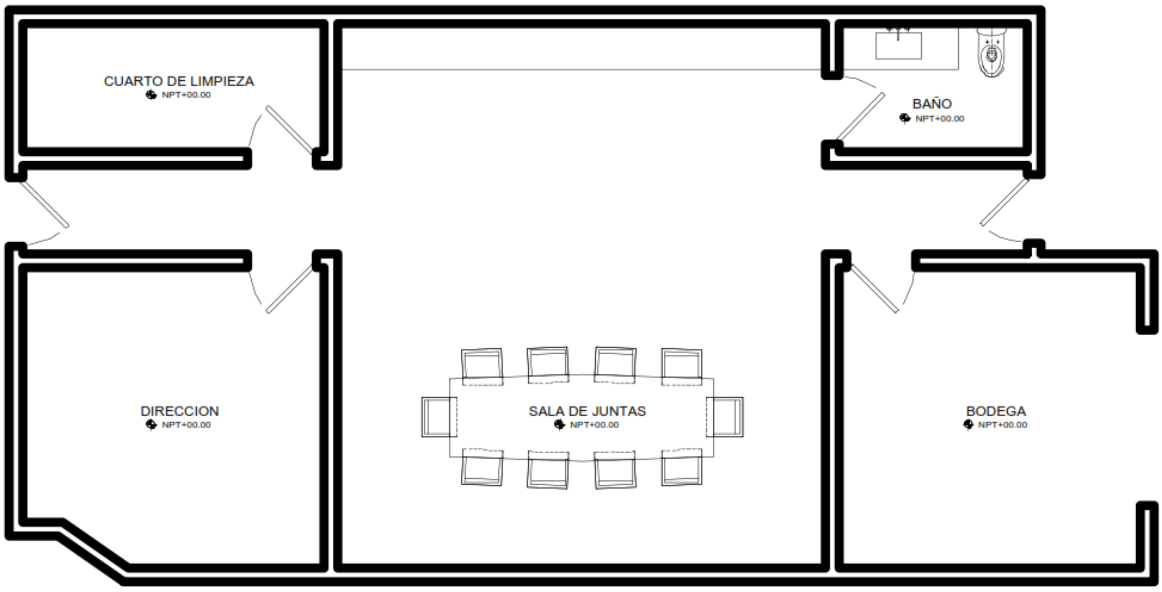
DETALLE DE ÁREA DE VESTIDORES Y BAÑOS ETAPA 1



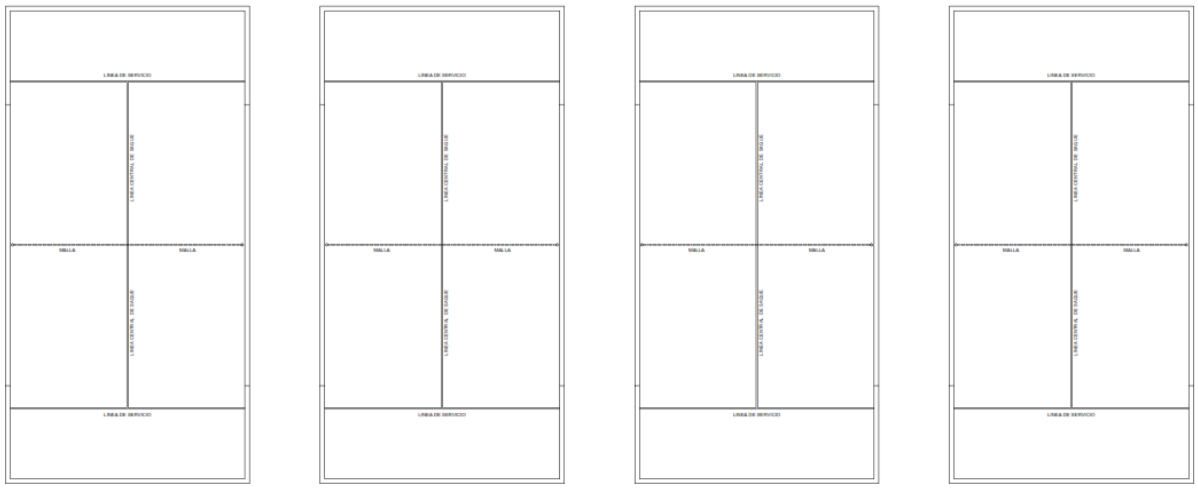

ÁREA DE BAÑOS Y VESTIDORES

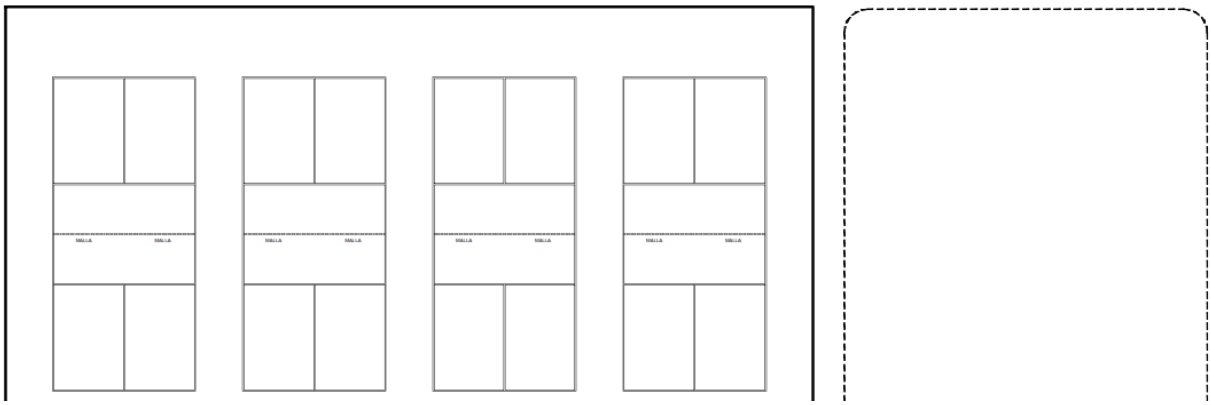



ÁREA DE CAFETERIA Y RECEPCION



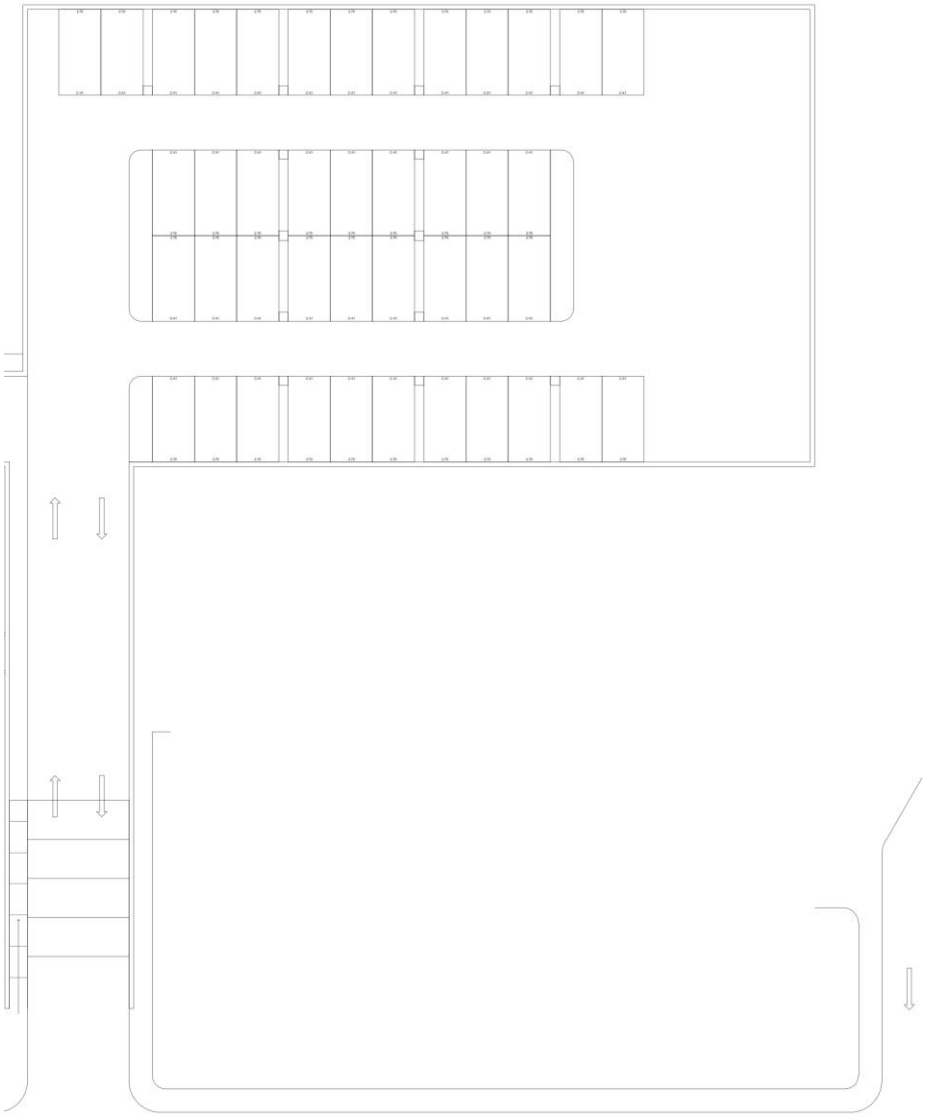

ÁREA DE SALA DE JUNTAS, BODEGA, BAÑO, DIRECCIÓN





DISTRIBUCION DE LAS CANCHAS

En la Etapa 2, se da inicio con la construcción del estacionamiento subterráneo.



DISTRIBUCION DE ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO

Para la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo correspondiente al terreno que se tomará en cuenta en cuando se inicie la propuesta estructural para garantizar la cimentación que se requiera según cada estructura civil a realizar.

Ya preparado el terreno, como siguiente actividad se pretende iniciar con nivelación y compactación del mismo, se requerirá de camiones de volteo para el transporte del material para el relleno y posteriormente pasar a la compactación de las plataformas que se plantean.

En la etapa 2, en planta baja, se construyen los locales o tiendas de articulos deportivos.

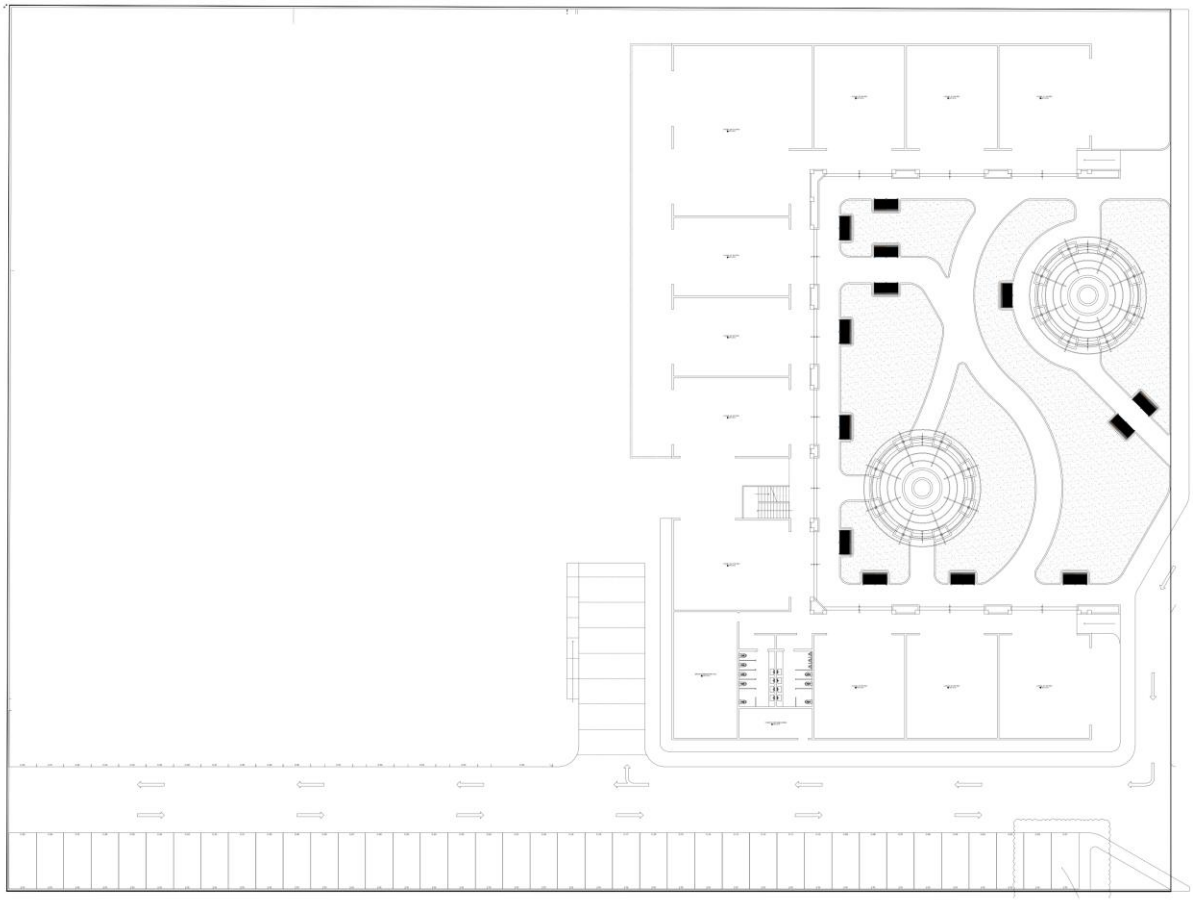


Figura 9. Aspecto general de área en etapa 2.

Como se aprecia en la figura, se percibe la entrada y estacionamiento iniciado en etapa 1, y los locales o tiendas de articulos deportivos que rodean la zona de áreas verdes y áreas comunes.

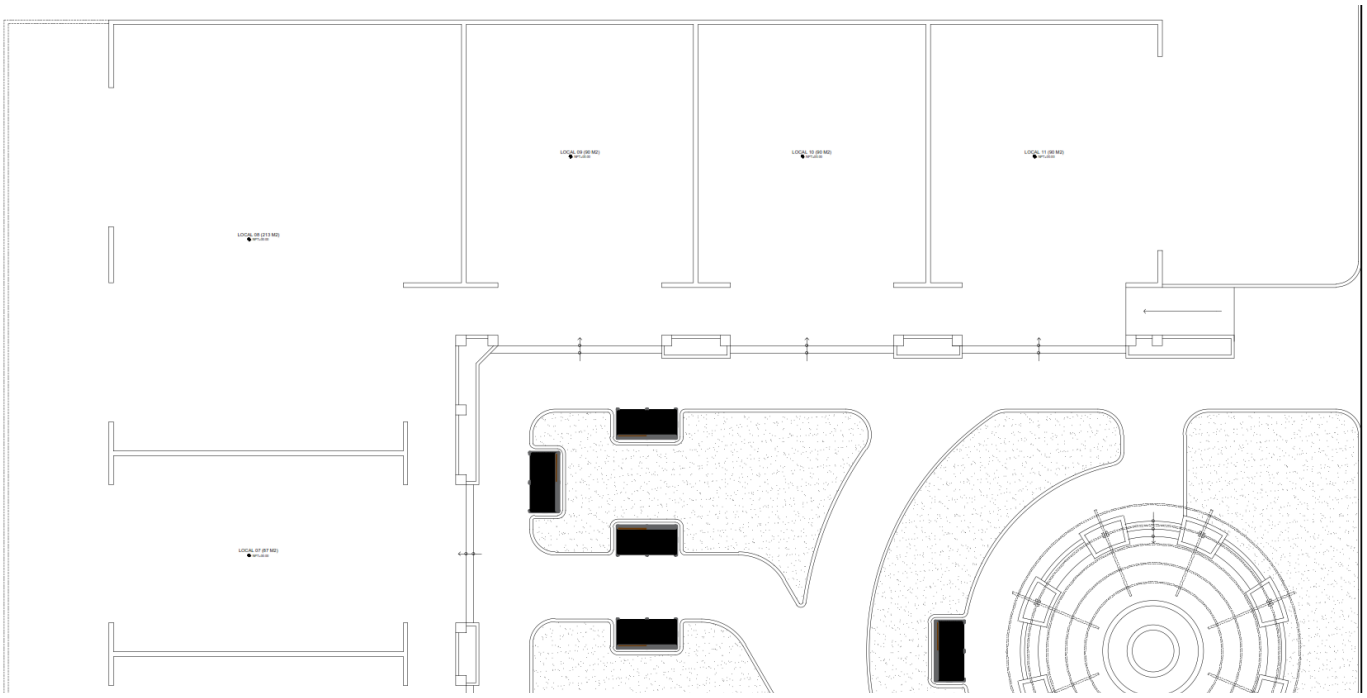


Figura 10. Aspecto general de tiendas del lado norte en etapa 2.

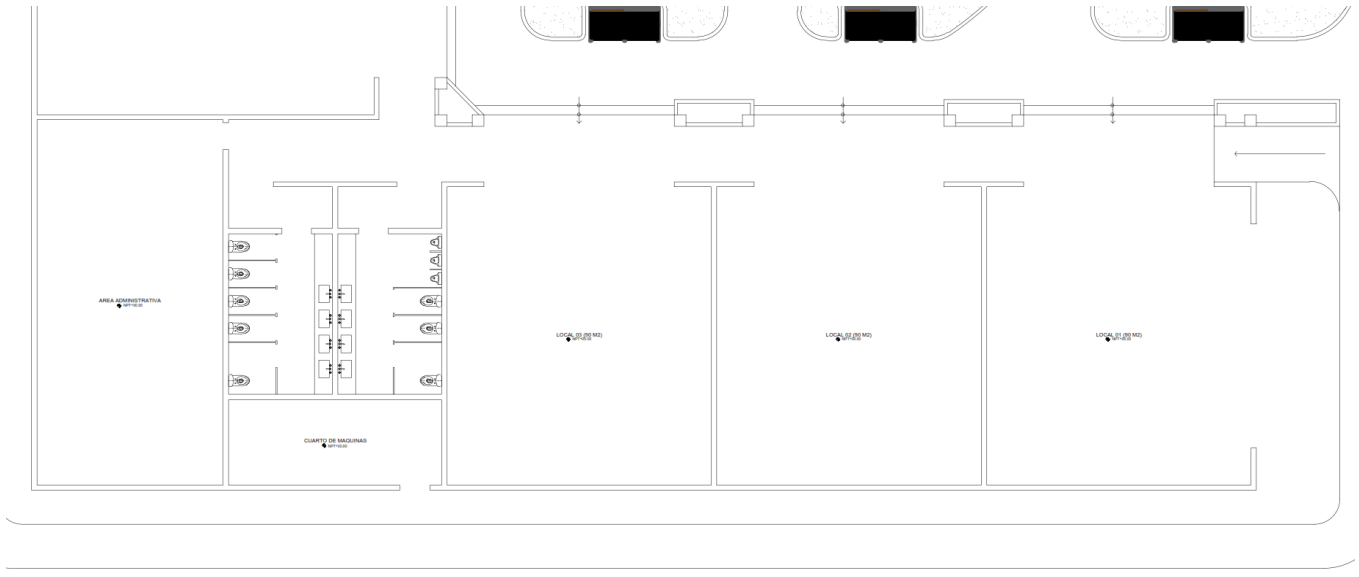



Figura 11. Aspecto general de área de tiendas, cuarto de máquinas, área administrativa, baños.

La figura nos muestra la distribución de planta baja en la zona de etapa 2 con baños, cuarto de maquinas, área administrativa y 3 tiendas de articulos deportivos.

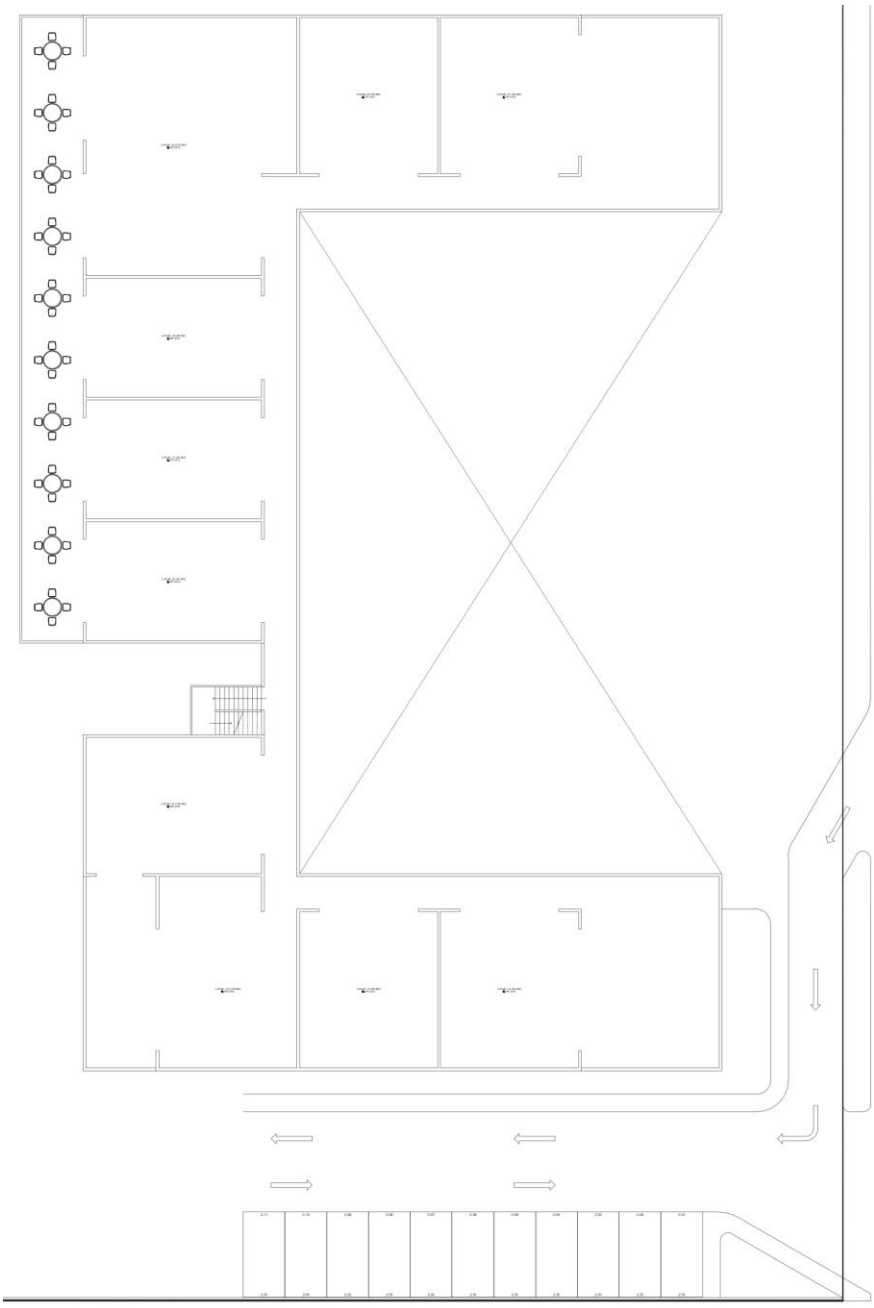


Figura 12. Aspecto general de nivel 2 en área de etapa 2.

Por la naturaleza del proyecto, la operación y mantenimiento del proyecto consistirá básicamente en el mantenimiento de las canchas, de los baños e instalaciones sanitarias, las áreas ajardinadas del proyecto, mantenimiento de los sistemas de agua potable, energía eléctrica, y aquellos descritos por las autorizaciones emitidas por las autoridades correspondientes.

En cuanto al mantenimiento de las áreas verdes y jardines se tendrá un cuidado especial en la vegetación, a fin de realizar actividades de jardinería, y cuidado de la vegetación natural.

En relación con el control y mantenimiento de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, etc.), se contratará a una empresa especializada para realizar esta actividad periódicamente.

En todas las obras civiles que se construyan se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento así como las actividades de limpieza y reparaciones necesarias por el uso normal de las instalaciones.

**Instalaciones eléctricas**

Es recomendable dar mantenimiento cada 6 meses. Se dará mantenimiento a todo el equipamiento eléctrico y bombas de agua.

**Aire acondicionado**

El mantenimiento preventivo se realizará diario. El mantenimiento correctivo se realiza cada 3 meses o cuando el equipo lo requiera que consiste lavado de las estructuras que así lo requieran, cambio de válvulas, ventiladores, fusibles y equipo de control.

**Consumo de agua**

Se implementará un programa de mantenimiento preventivo para reducir el consumo de agua, el cual incluirá el monitoreo de lo siguiente:

- Fugas de agua en todas las áreas
- Fugas en los inodoros
- Nivel del agua en los tanques de los inodoros
- Buen funcionamiento de las válvulas de los inodoros
- Fugas en los tapones de los lavabos y bañeras
- Fugas en las llaves y válvulas de las duchas
- Obstrucciones en las regaderas y los aireadores
- Flujos excesivos en regaderas o llaves de agua

*Operación restauración*

Zona de estacionamiento

- Reacomodo de adoquines
- Actividades para la renivelación

En obras de drenaje:

- Limpieza y desazolve de las cunetas alrededor de las instalaciones
- Aplicación de riegos de sello en zonas que lo necesiten
- Reparación de obras de drenaje y en aljibes o tinacos

## II.2.7 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No hay actividades provisionales, tampoco hay obras provisionales. Para el desarrollo de este proyecto ya se encuentran los caminos de acceso directo al terreno y a la superficie solicitada, únicamente se dará mantenimiento a la vialidad de acceso existente que colinda con Vía de Lerry y el proyecto ya que se encuentra en condiciones de terracería y muy polvosa mediante el remozamiento periódico, el regado constante con pipas con agua tratada al terreno general que no cuenta con vegetación, y con el mantenimiento adecuado de los camiones de transporte. No serán necesarios campamentos de trabajadores ni la habilitación de comedores.

## II.2.8 Descripción de obras asociadas al proyecto

No hay obras asociadas para este proyecto, todas las obras son al interior del polígono o superficie solicitada.

## II.2.9 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo

Con el fin de considerar las posibilidades de estimar los volúmenes resultantes del cambio de utilización de terrenos forestales, se realizó un recorrido y levantamiento de información por la totalidad de la superficie en estudio (superficie solicitada para el CUSTF) para la caracterización de la vegetación presente, observando que ésta se considera como área DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, pero con algunas especies que son típicas de matorral sarcocaule, en la cual predominan especies no leñosas y herbáceas no susceptibles de obtención de materias primas maderables y no maderables, por lo que no es posible extraer materias primas, productos o subproductos forestales para su aprovechamiento, además de que no es el propósito u objetivo del presente estudio, por lo que no se hace necesario estimar los volúmenes, además de que no es la intención del promovente el aprovechamiento de las materias primas forestales presentes.

Lo anterior está basado en los conceptos plasmados en la legislación forestal vigente específicamente en el Artículo 7 de La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en las siguientes fracciones:

- XXXVII. Materias primas forestales: Los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación;
- XLII. Producto forestal maderable: Es el bien obtenido del resultado de un proceso de transformación de materias primas maderables, con otra denominación, nuevas características y un uso final distinto;
- XLVIII. Recursos forestales maderables: Los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso;
- XLIX. Recursos forestales no maderables: La parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales;

Así como el artículo 145 del Reglamento de la Ley mencionada:

- Artículo 145. La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.
- La Secretaría o la ASEA asignarán el Código de identificación y lo informarán al particular en el mismo oficio de autorización del Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales.

Para llevar a cabo los cálculos de volúmenes, se consideraron las alturas y diámetro promedio de las especies de vegetación identificadas dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, se realizó el conteo de los individuos de cada una de las especies presentes en el predio mediante los muestreos respectivos que se detallan en el capítulo correspondiente.

Para obtener el volumen forestal por hectárea de las especies existentes en el sitio del proyecto se consideró la fórmula del cilindro perfecto, multiplicado por 60%, ya que se consideró un 40% de ajuste por las irregularidades en los tallos, así como en los troncos, obteniendo de esta manera un valor muy aproximado al real, que este se multiplicó por el número de individuos por especie en una hectárea de superficie obteniendo el volumen ($m^3$) por hectárea.

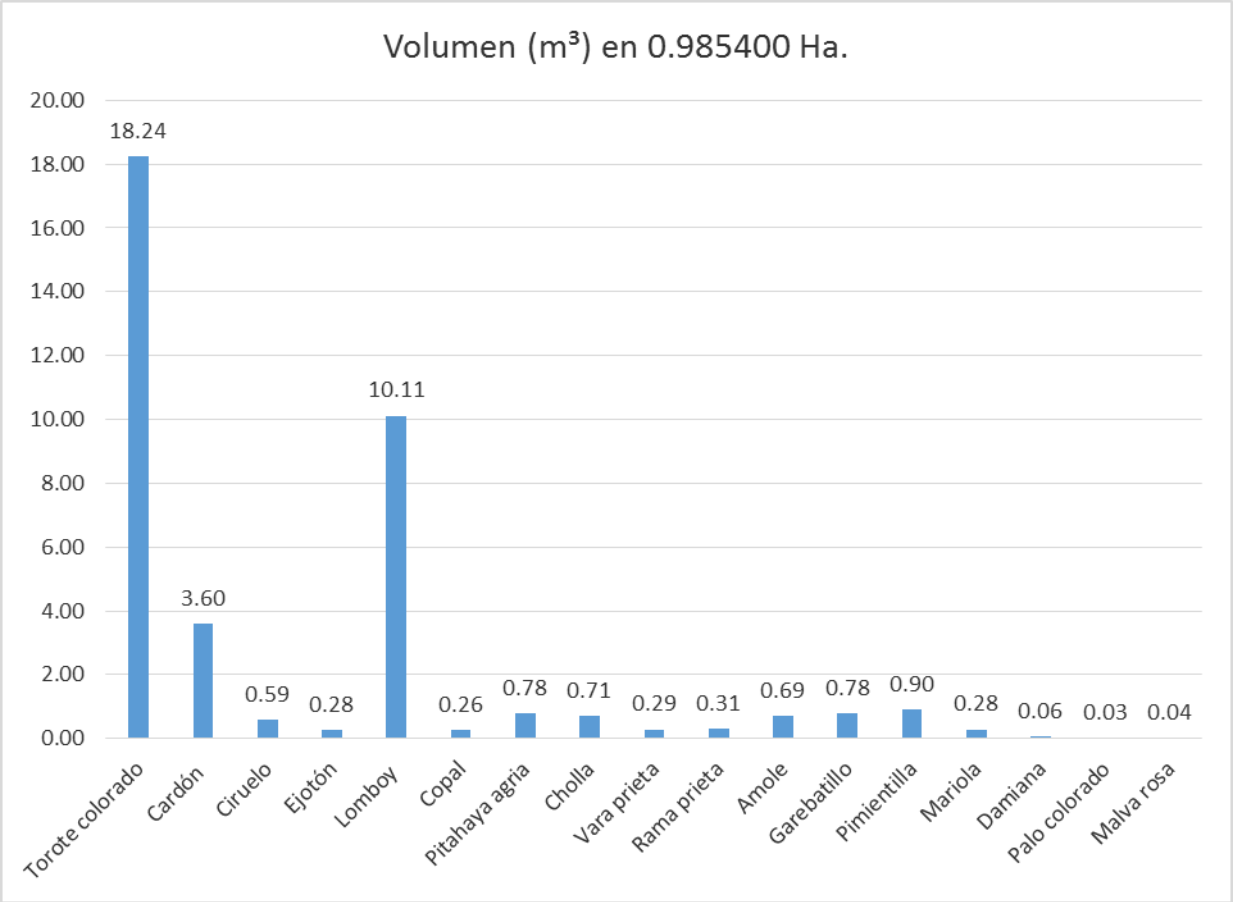
Una vez obtenido los volúmenes ($m^3$) por hectárea por especie, éstos se multiplicaron por la superficie total del polígono solicitado para el cambio de uso de suelo, para posteriormente ser dividido entre 10,000 $m^2$, obteniendo así el volumen total ($m^3$) por especie de la superficie total por desmontar, sin embargo, con el conteo total y completo de los ejemplares de cada especie, esta tarea resulta únicamente para confirmar los resultados observados.

Considérese que los resultados obtenidos son referentes al volumen total de la biomasa de la vegetación existente en la superficie del proyecto, mas no representa al 100% de la materia prima aprovechable como recurso maderable, ya que dicha vegetación no es cotizable con un fin comercial o aprovechable para madera comercial, además de que en este predio no hay especie alguna maderable o aprovechable pata tal propósito.

Se muestra en la siguiente tabla, los posibles volúmenes de masa vegetal o esquilmos estimados resultantes del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

VII Volúmenes a remover de los recursos forestales resultantes del Cambio de Uso de Suelo.

| Especie | | Total de individuos/ Hectárea | Total de Individuos en SOLICITADA | Dimensiones medias por especie | | Volumen ($m^3$) en 0.985400 Ha. SOLICITADA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre común | Nombre científico | | | Diámetro (m) | Altura (m) | |
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 50 | 49 | 0.45 | 3.88 | 18.2424 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 45 | 44 | 0.26 | 2.55 | 3.6021 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 5 | 5 | 0.28 | 3.25 | 0.5916 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 5 | 5 | 0.22 | 2.46 | 0.2764 |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 385 | 379 | 0.16 | 2.21 | 10.1146 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 10 | 10 | 0.15 | 2.5 | 0.2612 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus* | 15 | 15 | 0.24 | 1.95 | 0.7824 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 60 | 59 | 0.12 | 1.78 | 0.7141 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 35 | 34 | 0.11 | 1.45 | 0.2852 |
| Rama prieta | *Ruellia californica* | 35 | 34 | 0.14 | 0.96 | 0.3058 |
| Amole | *Stegnosperma* | 40 | 39 | 0.15 | 1.66 | 0.6938 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 65 | 64 | 0.12 | 1.79 | 0.7780 |
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A.* | 40 | 39 | 0.16 | 1.89 | 0.8987 |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 60 | 59 | 0.08 | 1.59 | 0.2835 |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 55 | 54 | 0.09 | 0.28 | 0.0579 |
| Palo colorado | *Colubrina californica* | 25 | 25 | 0.07 | 0.55 | 0.0313 |
| Malva rosa | *Melochia tomentosa* | 105 | 103 | 0.04 | 0.45 | 0.0351 |
| **Totales** | | **147** | **1017** | **--** | **--** | **37.9541** |




## II.2.10 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

En el Artículo 7, Fracción XLIX de la Ley General de Desarrollo forestal Sustentable, los Recursos Forestales **no** Maderables se definen como: *La parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales. Y los Recursos Forestales Maderables se definen como: Los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso*.

Atendiendo a lo anterior, y de acuerdo al artículo arriba citado en la superficie solicitada para CUSTF, solamente se pueden obtener recursos forestales no maderables por lo tanto a continuación se presenta la estimación económica de los mismos agrupándolos de la siguiente manera: Recursos forestales no maderables (Plantas completas y suelo) y Fauna silvestre.

### II.2.10.1 Recursos forestales no maderables

#### I.1.1.1.1 *Plantas completas*

En este rubro se consideraron los ejemplares pertenecientes a las especies encontradas en la **superficie solicitada para CUSTF**, los recursos a remover son las que corresponden a la superficie de

desmonte (9,854.00 $m^2$) algunas de las que pueden ser utilizadas para embellecimiento de áreas verdes del proyecto de acuerdo a la importancia ecológica y belleza escénica de cada especie.

VIII Valor económico de las plantas completas que se distribuyen en la superficie solicitada para CUSTF.

| No. | Nombre Común | Nombre Científico | Individuos contabilizados en superficie solicitada (Indv/ 0.985400 ha.) | Valor unitario de mercado aproximado ($) | Valor total estimado ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Torote colorado | *Bursera microphylla* | 49 | 200 | 9854.00 |
| 2 | Cardón | *Pachycereus pringlei* | 44 | 300 | 13302.90 |
| 3 | Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 5 | 100 | 492.70 |
| 4 | Ejotón | *Pithecellobium confine* | 5 | 10 | 49.27 |
| 5 | Lomboy | *Jatropha cinerea* | 379 | 10 | 3793.79 |
| 6 | Copal | *Bursera hindsiana* | 10 | 10 | 98.54 |
| 7 | Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 15 | 300 | 4434.30 |
| 8 | Cholla | *Opuntia cholla* | 59 | 0 | 0.00 |
| 9 | Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 34 | 0 | 0.00 |
| 10 | Rama prieta | *Ruellia californica* | 34 | 0 | 0.00 |
| 11 | Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 39 | 0 | 0.00 |
| 12 | Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 64 | 0 | 0.00 |
| 13 | Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 39 | 0 | 0.00 |
| 14 | Mariola | *Solanum hindsianum* | 59 | 0 | 0.00 |
| 15 | Damiana | *Turnera diffusa* | 54 | 10 | 541.97 |
| 16 | Palo colorado | *Colubrina californica* | 25 | 0 | 0.00 |
| 17 | Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 103 | 0 | 0.00 |
| **TOTAL** | | | **1017** | **--** | **$32,567.47** |

### I.1.1.1.2 *Suelo Orgánico*

En lo que corresponde al suelo o tierra de monte, en realidad la superficie solicitada para CUSTF presenta suelos muy pobres donde la profundidad aprovechable es inferior a los 20 cm; por consiguiente para la estimación de este recurso forestal **se consideró una profundidad promedio de 10 cm**; los resultados de la valoración se presentan en la siguiente tabla.

IX Estimación económica del recurso suelo estimado en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

| RECURSO | CANTIDAD ESTIMADA EN LA SUPERFICIE A AFECTAR | UNIDAD | PRECIO UNITARIO ESTIMADO (PESOS) | PRECIO TOTAL ESTIMADO (PESOS) |
|---|---|---|---|---|
| Tierra de monte | 985.400 | Metros cúbicos | $150.00 | $**147,810.00** |

### I.1.1.1.3 *Fauna silvestre*

Para el caso de la fauna silvestre, es importante mencionar que, el cálculo de un costo o un "precio" es en la práctica muy complicado ya que depende de un análisis de población que de entrada es muy difícil de establecer, así como también lo es determinar el grado de afectación que efectivamente

tendrán con el desarrollo del proyecto, considerando sus habilidades de movilidad; para el cálculo de la cantidad de ejemplares de fauna con posibilidades de comercializar se utilizaron los datos de abundancia de fauna reportados para la zona del proyecto, mientras que el precio se obtuvo mediante consulta en las principales tiendas de venta de mascotas en las localidades cercanas así como con las empresas que se encuentran registradas como Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA's). Los resultados se presentan en la siguiente tabla. De igual forma que para la flora silvestre, se consideraron todas las especies identificadas no obstante que se requeriría permiso de vida silvestre para la comercialización de los ejemplares de flora y fauna silvestre.

X Estimación económica de la fauna silvestre identificada en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

| No. | Nombre científico | Individuos estimados | Unidad de medida | Forma de estimación del valor económico | Valor unitario de mercado aproximado ($) | Valor total estimado ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Reptiles** | | | | | | |
| 1 | *Dipsosaurus dorsalis* | 28 | Ejemplares | Investigación de mercado en tiendas locales de venta de mascotas | 50 | $1,400.00 |
| | **Subtotal** | | | | | **$1,400.00** |
| **Aves** | | | | | | |
| 1 | *Cathartes aura teter* | 1 | Ejemplares | Investigación de mercado en tiendas locales de venta de mascotas | 1000 | $1,000.00 |
| 2 | *Passer domesticus* | 25 | Ejemplares | | 25 | $625.00 |
| 3 | *Columbina passerina pallescens* | 10 | Ejemplares | | 50 | $500.00 |
| | **Subtotal** | | | | | **$2,125.00** |
| | **Total** | | | | | **$3,525.00** |

## II.2.10.2 Servicios ambientales

### I.1.1.1.4 *Captura de agua*

El precio del agua lo define el gobierno en función del valor agregado que se le pueda dar al agua así como a su disponibilidad. Para ello el país se ha dividido en zonas y para cada una de ellas existe un precio por metro cúbico. Las zonas de disponibilidad 1 corresponden a regiones de baja disponibilidad o alta demanda, mientras que las que caen dentro de las de disponibilidad 9 corresponden a zonas de alta disponibilidad de agua.

De acuerdo con el Párrafo B del Artículo 223 de la Ley Federal de Derechos (Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales) se establece que para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se pagará el derecho sobre agua, de conformidad con la zona de disponibilidad de agua en que se efectúe su extracción y de acuerdo a las cuotas establecidas en la siguiente tabla.

XI Precio por metro cúbico de agua dependiendo la zona de disponibilidad.

| ZONAS DE DISPONIBILIDAD | PRECIO POR METRO CÚBICO PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS (Pesos) |
|---|---|
| I. Zona de disponibilidad 1 | 18.6169 |
| II. Zona de disponibilidad 2 | 7.2062 |
| III. Zona de disponibilidad 3 | 2.5091 |
| IV. Zona de disponibilidad 4 | 1.8239 |

Conforme al Artículo 231 de la misma Ley Federal de Derechos, Tratándose de aguas subterráneas la determinación de la zona de disponibilidad será por acuífero aplicando la siguiente fórmula:

$$Idas = \frac{Dma}{(R - Dnc)}$$

Donde:

Idas= Índice de disponibilidad.
Dma= Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.
R= Recarga total media anual.
Dnc= Descarga natural comprometida.

El acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317** en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Baja California Sur, entre los paralelos 22° 52' y 23° 07' de latitud norte y los meridianos 109° 42' y 110° 05' de longitud oeste; abarcando una superficie de 515 km$^2$.

A una temperatura media de 26.9 °C, agosto es el mes más caluroso del año. A 19.4 °C en promedio, febrero es el mes más frío del año. La precipitación anual media acumulada es de 254.9 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL03005.TXT), o de 257.5 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT).

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 131 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 7.5 °C. La precipitación media anual es de 254.9 a 259.5 mm, siendo el promedio entre los años 1991 a 2020 de 257.5 mm.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, de acuerdo con la expresión 3, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA.

DAS = Rt – DNCOM – VCAS

DAS = 2.7 – 2.2 – 4.371599

DAS = – 3.871599 hm$^3$ anuales

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de 3'871,599 m$^3$ anuales.

Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo **1941-2006**) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica **Cabo San Lucas la precipitación media anual es de 257.5 mm.**

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2010, el municipio Los Cabos se clasifica como zona de disponibilidad 4.

XII Intervalos para determinar la zona de disponibilidad que le corresponde a la cuenca.

| | |
|---|---|
| Zona de disponibilidad 1 | Menor o igual a -0.1 |
| Zona de disponibilidad 2 | Mayor a -0.1 y menor o igual a 0.1 |
| Zona de disponibilidad 3 | Mayor a 0.1 y menor o igual a 0.8 |
| Zona de disponibilidad 4 | Mayor a 0.8 |

Ahora bien, las superficies solicitadas para CUSTF se encuentran formando parte del acuífero 0317 **"Cabo San Lucas"**; de *fecha 27 de marzo del 2014* se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos; **siendo para el acuífero señalado de 1.98**, teniendo lo anterior en consideración, para valor el servicio ambiental captura de agua se le dio el valor por $m^3$ que le corresponde al acuífero señalado; al cual le corresponde la zona de **disponibilidad 4 y el precio por $m^3$ es de 1.8239 pesos**.

Con los datos anteriores se realizó la valoración Económica del Servicio Ambiental por captura de agua por hectárea en la superficie forestal solicitada, la cual es de 0.9854 ha. Para la estimación económica se realiza la siguiente multiplicación: cantidad de agua que deja de ser capturada por año en la superficie solicitada (34.02237204 $m^3$/año), por el precio por $m^3$ de agua en función de la zona de disponibilidad (zona 4, precio por $m^3$ es de $1.8239 pesos), con lo que se tiene que en este servicio ambiental se estarían perdiendo **$61.14 pesos al año** derivados del CUSTF en la superficie solicitada.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene un Ce para la zona donde se ubica el proyecto para los diversos escenarios. En el caso del escenario en el que **K tiene un valor de 0.28, Ce equivale a 0.087717 y K de 0.16 tiene un valor de 0.007267.** Además se obtuvo el dato de evapotranspiración real para la zona donde se ubican las superficies solicitadas para CUSTF, que es de **154.1 mm**. La precipitación media anual tiene un intervalo desde **257.5 mm** (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT), (Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317**, estado de Baja California Sur, CONAGUA, 2014).

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la Norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA: 4,809,483 = 24,500,000 - 4,600,000 - 15,090,517. La cifra indica que existe volumen disponible de 4,809,483 m3 anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Santiago, en el Estado de Baja California Sur.

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios. Hay que aclarar que en realidad se debería de realizar este cálculo únicamente para la superficie de desmonte que es sumamente inferior, pero en afán de sobrevalorar el agua perdida, para efectos de no dejar pasar ningún aspecto en materia de impacto al agua que permea en estas superficies se realizan las comparaciones con la superficie solicitada y no con la de desmonte, que es mucho menor.

## Cálculo de la captura de agua

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios.

Escenario "cero". En la situación actual que se encuentra la **superficie solicitada** para CUSTF. Para este caso el valor de K utilizado fue de **0.26**.

Escenario 1. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez ejecutadas las actividades de desmonte, para este escenario el valor de K utilizado es de **0.28**.

Escenario 2. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez implementado el nuevo uso de suelo, el valor de K se mantiene **en 0.28**.

Escenario 3 y 4. Las superficies que serán usadas para el rescate y reubicación de la vegetación sumadas con las superficies permeables correspondientes al proyecto ***CLUB DE PADEL*****,** cuya superficie es de (4,842.897 $m^2$, 0.4842897 ha), que llevarán cuidados especiales como riego y mantenimiento, el valor de K es de **0.16 al tener más del 75% de superficie con cobertura vegetal una vez con vegetación de reubicación y vegetación adicional añadida,** su valor actual y su valor después de ser mejoradas con la vegetación.

XIII Captura de agua para los diferentes escenarios del proyecto.

| Escenario | K | P (mm) | CE | Agua que escurre (mm) | Evapo-transpiración (mm) | Captura de agua (mm) | Captura de agua ($m^3$/ha) | Superficie (ha) | Captura de agua ($m^3$/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.9854000 | 830.3532635 |
| 1 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 2 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 3 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.4842897 | 408.0896416 |
| 4 | 0.16 | 257.5 | 0.007267 | 1.8712 | 154.1 | 101.5288 | 1015.288333 | 0.4842897 | 491.6936824 |

Para llegar a estos resultados hay que recordar que se toma en cuenta el factor K, el cual depende de la cobertura de vegetación, en este caso en el escenario actual o cero, el factor K es de 0.26 (de acuerdo con Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999), en el caso de un desmonte, la cobertura baja en magnitud y por ende el factor K aumenta, el cual ahora es 0.28, en donde hay menos de 25% de cobertura vegetal de acuerdo con la tabla de Factor K. En el caso del escenario tres, en el que ya se ha construido el desarrollo y los espacios para áreas verdes han sido ocupados al 100%, con pastos y con la vegetación reubicada, la cobertura es máxima en magnitud, por lo que el Factor K disminuye y ahora es de 0.16.

Este Factor K se debe multiplicar por la precipitación P, y por el coeficiente de escurrimiento Ce aplicando la formula arriba presentada. **Así es como se llega a la cantidad de agua que escurre**.

A la precipitación P (257.5 mm) se le resta el agua que escurre (que acabamos de calcular), y al resultado se le resta la evapotranspiración (154.1 mm), y **así se obtiene la captura de agua en $m^3$**, y se multiplica por 10 para obtener **la captura de agua en $m^3$/hectárea por año**.

Una vez obtenido este dato de captura de agua en $m^3$/hectárea, simplemente se multiplica por el número de hectáreas del terreno en cuestión para obtener la captura de agua en dicho terreno.

Ahora bien, estos cálculos se realizan con cada uno de los escenarios y con cada una de las superficies a comparar, es decir, tomando en cuenta diferentes coeficientes de escurrimiento para obtener diferentes factor K, o bien tomando en cuenta diferentes superficies, como lo es la superficie total solicitada, que es de 0.985400 hectáreas, o la superficie de terreno que será destinada a reubicación de vegetación junto con la superficie permeable, que es de 0.4842897 hectáreas.

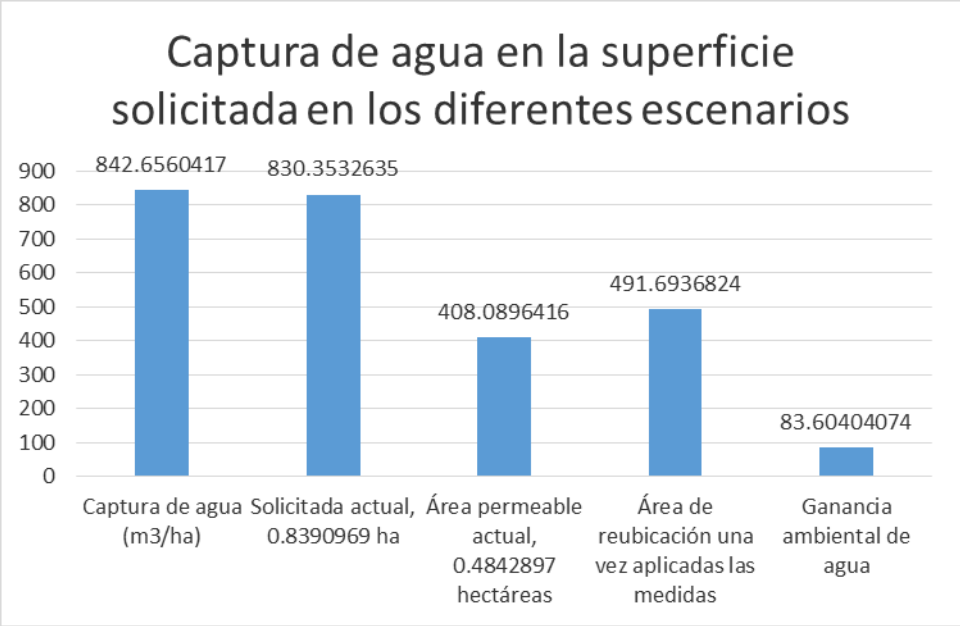
1. Captura de agua ($m^3$/ha) actual: 842.656042 $m^3$/ha
2. Captura de agua ($m^3$) en la superficie **solicitada actual**: 796.3308914 $m^3$
3. Captura de agua **actual** ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable: 408.0896416 $m^3$

4. Captura de agua ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable una vez que se llene de vegetación y se apliquen las medidas preventivas y de mitigación: 491.6936824 $m^3$

XIV Captura de agua para las diferentes escenarios y superficies del proyecto.

| Captura de agua ($m^3$/ha) | Solicitada actual, 0.985400 ha | Área permeable actual, 0.4842897 hectáreas | Área de reubicación una vez aplicadas las medidas | Ganancia ambiental de agua |
|---|---|---|---|---|
| 842.6560417 | 830.3532635 | 408.0896416 | 491.6936824 | 83.60404074 |

Mediante el cálculo anterior, se puede señalar que con el CUSTF propuesto y con el desmonte se perderá una superficie con vegetación de **0.985400 ha** y por ende habrá una disminución o pérdida en la captura de agua en **34.02237204 $m^3$/año (escenario 0, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte),** y una vez ejecutado el proyecto e implementadas las medidas de mitigación que más que nada consisten en las áreas verdes como superficie de reubicación (**escenario 2, captura de agua sin proyecto menos la captura de agua una vez implementado el proyecto**) tendremos una captura de agua en ganancia de **83.60404074 $m^3$/año, pero recordemos que el agua que cae se va hacia los canales de escurrimientos pluviales naturales del proyecto, de manera que el agua sigue incidiendo en la cuenca. Es decir, con el proyecto incluyendo áreas verdes, el agua que se captura es mayor en 83.60404074 $m^3$, con áreas de reubicación y áreas permeables, el agua capturada ahora aumenta, pasa de 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$, o sea un aumento de 83.60404074 $m^3$en vez de tener una pérdida de 34.02237204 $m^3$**; como podemos ver aún hay una ganancia de 49.5816687 $m^3$, de manera que si el proyecto usa el agua de lluvia podría compensar esta pequeña pérdida en el primer año.




Derivado de lo anterior, se puede concluir cuantitativamente, que con la correcta ejecución del proyecto y de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, el proyecto garantiza que no se ponga en riesgo la captura de agua de la microcuenca por las actividades de CUSTF propuestas.

Con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el CUSTF propuesto no se compromete la provisión de agua en cantidad y calidad dentro de la microcuenca hidrográfica donde se pretende desarrollar el proyecto, a continuación se presenta una serie de elementos que permiten obtener una conclusión:

1. Con respecto a la superficie de la microcuenca hidrográfica en que queda inmerso el proyecto, la superficie solicitada para CUSTF **únicamente representa el 0.09475 %,** ya que la superficie total de la microcuenca **es de 1040 hectáreas en tanto que el proyecto supone una superficie de 0.985400 hectáreas**.
2. La superficie de áreas verdes que pasará a ser de recuperación y reubicación del proyecto, aún tiene una captura de agua de **491.6936824** $m^3$/año, con aumento de 83.60404074 $m^3$/año (desde 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$), lo que mitiga la cantidad de agua que deja de ser capturada por la superficie de este proyecto.

Derivado de la información analizada con anterioridad se puede concluir lo siguiente:

En función del porcentaje que representa la superficie solicitada para CUSTF con respecto a la superficie total de la microcuenca, la superficie solicitada para CUSTF no puede considerarse como un elemento netamente indispensable en los ecosistemas forestales de la microcuenca, ni como de importancia relevante en la captura de agua y recarga de los mantos acuíferos, y si bien es cierto que con el CUSTF de entrada existirá una disminución en la superficie que captura agua en la microcuenca, debido a la vasta superficie de esta última la disminución no llega a considerarse a tal grado que ponga en riesgo el servicio denominado captura de agua en la cuenca.

El agua que cae en la zona del proyecto, una vez que el proyecto se establezca, será direccionada a los escurrimientos pluviales del proyecto, de manera que seguirá incidiendo en la microcuenca, sólo que fuera de la superficie del proyecto.

Adicionalmente, en el análisis de los diversos escenarios de las superficies solicitadas para CUSTF se puede señalar lo siguiente:

Peor escenario: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF y del proyecto ya que generaría una disminución en la captura de agua de la microcuenca de **34.02237204 $m^3$/año**, aunque por las razones antes descritas se considera como de poca significancia en relación al tamaño de la microcuenca y porque el agua simplemente escurre hacia otros terrenos de la microcuenca.

Mejor escenario: Este sería con la ejecución del CUSTF más las medidas de mitigación propuestas. La disminución de la captura se mitiga con la captura de la superficie de áreas verdes y de reubicación, que es de **83.60404074 $m^3$/año**.

#### I.1.1.1.5 *Captura de carbono*

**Marco teórico**

El $CO_2$, es el GEI más abundante en la atmósfera y el responsable de 71.5% del efecto invernadero (Lashof y Ahuja, 1990; citado por Ordóñez, 1999). Este importante componente de la atmósfera se originó hace millones de años, gracias a la acción de la actividad volcánica que lo emitía a la atmósfera (Jaramillo, 1994).

La concentración de los gases de efecto invernadero ha tenido un importante incremento en la concentración de 365 ppmv del $CO_2$ en 1998, siendo 25% mayor que en la etapa preindustrial (1750), donde el valor era de alrededor de 280 ppvm; Goudie, 1990; Masera, 1991 citado por Ordóñez, 1999), principalmente como reacción de las actividades.

El mercado de carbono capturado en bosques y selvas se define en dólares por tonelada de carbono capturado. El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos. Nordhaus (1992) sugiere un costo marginal de US $5 t/C, mientras que

Frankhauser (1995) estima este costo en US $20 t/C debido a los riesgos derivados del cambio climático, tasas de descuento y otros. Empresas consultoras sobre el tema normalmente usan un estándar de US $10 t/C (Torres, 2002).

Para conocer el contenido de carbono, en una muestra de biomasa, se procede a multiplicar la biomasa por la concentración de carbono obtenida experimentalmente o por un factor de contenido de carbono por especie forestal (IPCC, 2007).

Bautista, J. (2003); publicado en la revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente realizó una valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical. Para realizar la valoración económica, se calculó la densidad de la biomasa de las especies del bosque tropical mediante una metodología indirecta basada en datos existentes de volumen total. También se determinó el contenido de carbono de 11 especies que representan el 66% del volumen total. Con el resultado de ambos procesos se determinó existencias en toneladas de carbono por hectárea igual a 353.341.

Teniendo en consideración que obtener una cuantificación en lo referente a la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; representa un alto grado de complejidad, y que por lo tanto no existe información sobre captura de carbono a nivel local, se optó por retomar información la publicada en este sentido; específicamente el trabajo de Bautista, J. (2003), ya que es el estudio publicado y realizado en una asociación de vegetación de mayor semejanza con el matorral del proyecto (es decir una selva). Por consiguiente, en la tabla siguiente se presenta el cálculo de la captura de las existencias de carbono en la superficie solicitada para CUSTF, así como la valoración económica que esta tiene.

XV Costo económico por la reducción en captura de carbono en la superficie forestal solicitada para CUSTF.

| Asociación vegetal | Existencias de carbono (toneladas/ha) | Valor de los depósitos de carbono (USD/ton de carbono) | Superficie solicitada para Cambio de Uso de Suelo (ha) | Existencias de carbono en la superficie solicitada para CUSTF (Toneladas) | Costo económico por la reducción en captura de carbono por el CUSTF propuesto (20 Pesos/dólar para no actualizar) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin vegetación aparente | 80 | 10 | 0.985400 | 78.832 | $15,766.4 |

## II.2.10.3 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la estimación económica de los recursos biológico forestales presentes en la superficie solicitada para CUSTF sean estos maderables o no maderables; así como el valor por los servicios ambientales que presta la fracción de terreno.

XVI Estimación económica de los recursos biológicos forestales estimados en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

| No | Concepto | Monto total ($) |
|---|---|---|
| 1 | Plantas completas NO maderables | $32,567.47 |
| 2 | Suelo orgánico | $147,810.00 |
| 3 | Fauna silvestre | $3,525.00 |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Captura de agua | $61.14 |
| 5 | Captura de carbono | $15,766.4 |
| **Total** | | **$199,730.01** |

## **II.2.11** Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento de este proyecto se encuentra dentro de lo que se considera estándar para instalaciones habitacionales, se considera un tiempo de 50 años.

El mantenimiento de la vivienda será el estándar, con revisiones periódicas de las instalaciones, con revisiones y mantenimiento periódico de instalaciones sanitarias y de los accesos de acuerdo a su uso, mantenimiento periódico y revisión a toda la instalación eléctrica e hidráulica.

## **II.2.12** Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

De acuerdo con las características de este proyecto, no se plantea el desmantelamiento de las instalaciones, puesto que se planea que permanezcan de manera continua, dando el servicio habitacional, pues el objetivo final es la apreciación del sitio en su forma natural no su deterioro ni destrucción.

## **II.2.13** Programa de trabajo

El programa general de trabajo para este proyecto incluye la aplicación del programa de rescate y reubicación de la vegetación, el desmonte de la vegetación restante, la construcción del club deportivo en dos etapas y su operación y mantenimiento.

La duración de este proyecto será de 1 año para el cambio de uso del suelo (4 meses para la etapa de preparación del sitio, reubicación y rescate de la vegetación, 8 meses para el desmonte) y 5 años para la construcción, ya que la misma se lleva a cabo en dos etapas de 2 y 3 años cada una, por lo que suman 6 años en total (desde preparación del sitio hasta conclusión de la construcción), y la etapa de operación y mantenimiento tendrá una duración indefinida o de al menos 50 años, no obstante se considera que el tiempo de vida del proyecto es indefinido, tomando en cuenta que se aplicarán correctamente las actividades y trabajos de mantenimiento adecuados.

La aplicación del **programa de rescate de flora y fauna relevantes se realizará en un periodo de 4 meses** en un proceso único y continuo para la superficie solicitada antes de llevar a cabo la fase de desmonte y despalme. Las actividades de **desmonte y despalme del cambio de uso del suelo se llevarán a cabo de manera continua y única en un periodo de 6 meses, puesto que el terreno es reducido y la vegetación al interior del mismo no es abundante**, **lo que da un tiempo total hasta aquí de 1 año.**

**Selección, rescate y reubicación de ejemplares de flora**

Es una actividad para mitigar los efectos negativos que provoca la implementación de cualquier proyecto en el entorno natural. Se procederá a rescatar los ejemplares de las especies observadas

dentro de la superficie solicitada cuenten con algún valor o interés ecológico, social y/o cultural, y se atendrá lo que disponga la autoridad competente en la materia.

La vegetación a rescatar se reubica en las áreas verdes del proyecto.

Esta acción se realizará con personal técnico calificado y bajo el seguimiento de un Programa de Rescate debidamente validado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El rescate de vegetación, se llevará a cabo en una sola intervención, y en un periodo que de manera óptima es de dos meses y que no rebasará los cuatro meses, iniciados esto a partir del día posterior a que se termine con los trabajos de delimitación de las poligonales autorizadas. El programa de rescate y reubicación se realizará para toda la superficie solicitada para cambio de uso del suelo.

Previo al inicio de actividades de rescate, se comunicará por escrito a las Delegaciones Federales de SEMARNAT y PROFEPA, la fecha de inicio de las obras y actividades autorizadas, las cuales estarán relacionadas directamente con los trabajos de Rescate de Flora y Fauna, con el cambio de uso de suelo y el desarrollo del proyecto.

Los ejemplares rescatados serán reubicados en áreas previamente escogidas y delimitadas, con poca vegetación, para propiciar su mejoramiento. La detección de áreas con poca vegetación y la selección adecuada de sitios a reforestar, se deberá realizar a través de recorridos que permitan generar información actualizada, confiable y de bajo costo, que facilite su análisis para una adecuada planeación y ejecución del programa de rescate de flora y fauna.

Con respecto a la fauna encontrada dentro de la superficie autorizada para el CUSTF, se llevarán a cabo caminatas de ahuyentamiento para que aquellos ejemplares que se encuentren dentro del área solicitada se desplacen a áreas periféricas al proyecto. El terreno es muy reducido y se encuentra totalmente rodeado de asentamientos humanos y colonias y fraccionamientos y realmente no hay fauna al interior del mismo con excepción de algunos pequeños reptiles, las aves están de paso.

**Remoción mecánica y manual de la vegetación**

Posteriormente al rescate de especies de flora, se inicia con la remoción de la vegetación no rescatable, para esta actividad se podrá utilizar maquinaria (Tractor Caterpillar D-6 y Retro Excavadoras), así como también apoyados por herramientas manuales (picos, palas, etc.); este proceso será de una manera progresiva, pausada y direccionada, de tal manera que la fauna que se encuentre en el sitio pueda desplazarse fuera de él y no ser afectada directamente con el equipo utilizado.

Estas actividades se realizan de manera óptima en 4 meses, ya que el terreno es únicamente de 9,854.00 $m^2$.

**Concentración de residuos del desmonte y triturado**

Previa autorización de las autoridades municipales, la recolección y retiro de los residuos orgánicos se realizará de tal manera que no se afecte el medio; es decir no se utilizará el fuego ni agroquímicos para su eliminación. Estos serán depositados en áreas en las que aporten sustento a la vegetación.

**La fase de construcción** consiste en el desarrollo del proyecto propiamente dicho, consiste en la obtención de las licencias y permisos, los cuales incluyen las autorizaciones ambientales, la determinación de los ejemplares de vegetación que se encuentran ahí y se pueden rescatar, se realiza el retiro de las malezas, y se comienza con el proceso de **construcción del club deportivo y todas sus estructuras**. La construcción se divide en dos etapas, una de 2 años y la segunda de 3 años.

Para el inicio de la construcción se pretende comenzar con trazos y excavaciones así como nivelaciones para las canchas y para las cimentaciones de los muros de contención para formar la

plataforma que desplantará la estructura de los vestidores y baños así como la oficina y demás elementos de la primera etapa, para posteriormente dar inicio a la losa de cimentación de concreto con la resistencia que indica en el proyecto estructural, los muros serán de block de cemento-arena con la resistencia que indique el proyecto estructural, los elementos verticales y horizontales tales como castillos, columnas, cerramientos, trabes y losas serán reforzados con varilla de acero y los concretos serán con la resistencia que indique el proyecto estructural y la memoria de cálculo.

En la segunda etapa se realizan excavaciones para el estacionamiento subterráneo y poco a poco se construyen las zonas de tiendas deportivas, áreas verdes y terrazas así como cuarto de máquinas y oficinas.

La construcción consistirá en las nivelaciones del terreno y excavaciones para la introducción de los cimientos, algunos servicios hidrosanitarios y eléctricos, instalación de gas y demás estructuras subterráneas.

Se finaliza con el muro perimetral de concreto armado y la formación de los jardines y plantas de ornato.

XVIICronograma de actividades para el desarrollo del proyecto año 1 cambio de uso del suelo.

| | Tiempo (meses) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Preparación del sitio** | | | | | | | | | | | | |
| Licencias y permisos | X | X | | | | | | | | | | |
| Estudio de mecánica de suelos | X | X | | | | | | | | | | |
| Reubicación de la vegetación | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |

Se espera que estas obras se lleven a cabo con una duración total de 12 meses cuando menos.

CONSTRUCCIÓN

La construcción se lleva a cabo en dos etapas, la etapa 1 consiste en las canchas deportivas, y todos los elementos de la mitad oeste del polígono.

Con la ayuda de un programa general de trabajo será organizaran las actividades correspondientes para ejecutar la obra, como principal actividad se pretende identificar y rescatar la flora que se encuentre en el terreno, posteriormente el desmonte y preparación del terreno mediante nivelaciones.

La descripción detallada de la construcción del club deportivo se muestra a continuación:

XVIII Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 1

| ETAPA / CONCEPTO | BIMESTRE | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Canchas deportivas | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | |
| Circulación vehicular local | |

En la etapa 1 hay operación y mantenimiento desde el año 3, mientras que para la etapa 2, la operación y mantenimiento comienza hasta el año 6. El siguiente cronograma corresponde a los dos primeros años de la segunda etapa.

XIX Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 2

| ETAPA / CONCEPTO | BIMESTRE | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | | | | | | | | | | | | |
| Circulación vehicular local | | | | | | | | | | | | |

Para la etapa 2 del proyecto se estima un tiempo de 3 años, de manera que el cronograma que se muestra corresponde al último año de construcción.

XX Cronograma de actividades para el proyecto CONSTRUCCIÓN ETAPA 2 continuación

| ETAPA / CONCEPTO | MES | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Construcción** | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos y transporte de materiales y personal | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones y estacionamiento subterráneo | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | |
| Estructura, albañilería | | | | | | | | | | | | |
| Instalación hidráulica, eléctrica, | | | | | | | | | | | | |
| Instalación sanitaria, gas | | | | | | | | | | | | |
| Acabados, zonas ajardinadas, exteriores, mueblería | | | | | | | | | | | | |
| Circulación vehicular local | | | | | | | | | | | | |

La fase de operación y mantenimiento tendrá una duración indefinida.

No obstante del programa general de trabajo y la cronología con la que se pretende llevar a cabo las actividades, el promovente solicita una **vigencia de este estudio de impacto ambiental (que comprende todas las fases, desde la preparación del sitio y construcción del proyecto) de 6 años,** derivado de que el proyecto podría sufrir retrasos por diversos motivos y/o factores, con esto se busca prever que la vigencia de la autorización para estas etapas termine antes de concluir con dichas actividades.

El promovente contempla que las obras tengan una duración, hasta concluir la etapa de construcción, de aproximadamente 6 años, por lo que se solicita una vigencia de la autorización **de 6 años**, con esto se busca cubrir el tiempo de seguimiento de las actividades de la reubicación y de la vegetación rescatada. Para la etapa de **operación y mantenimiento se solicita una vigencia de 50 años**.

## II.2.14 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Este proyecto incorpora un área para acopio y recolección de basura, esta disposición de sitios con contenedores para la basura se incorpora en todas las fases del proyecto, incluida la construcción y la operación y mantenimiento, se instalará un sitio de acopio y separación de basura que posteriormente formará parte del proyecto final y seguirá en operación una vez concluida la fase constructiva, la idea es generar conciencia en los trabajadores, proveedores y en el usuario final.

## II.2.15 Residuos

Se elaborará un reporte de los residuos generados durante las diferentes fases proyectando el volumen que pudiera generarse. En este nivel, se incluirán los residuos sólidos, de manejo especial considerando la estimación de la cantidad de generación de los mismos.

Todos los residuos generados se incorporarán al sitio de manejo de residuos y se juntarán en un lugar especialmente designado de acopio y separación de basura.

No se generarán residuos peligrosos, únicamente residuos generados por los visitantes, que ellos mismos recolectarán y dispondrán de ellos.

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

## III.1 *ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES*

### III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar 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". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

Prosperidad compartida

La prosperidad de una sociedad depende de todos. Y para que haya prosperidad debe ser compartida, por eso, por el bien de todos: primero los pobres. El desarrollo económico debe elevar el nivel de bienestar de los mexicanos que a su vez pone en marcha la economía interna y regional, así como la inversión pública y privada.

Este PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Desarrollo con bienestar y humanismo.
- Economía moral y trabajo.
- Desarrollo sustentable.
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Este plan cuenta con ejes principales:

- Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana
- Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo
- Eje general 3: Economía moral y trabajo
- Eje general 4: Desarrollo sustentable

- Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
- Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional
- Eje transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas

La política de este PND se establece principalmente a través de su contribución a los objetivos de desarrollo social, salud pública, prevención de la violencia y fomento de valores. Si bien los clubes privados operan de forma independiente, sus actividades pueden alinearse con los programas gubernamentales que emanan del PND, como el Programa Nacional de Cultura Física y Deporte (PRONAFIDE).

En cuanto a Política social, se encuentran los ejes de Desarrollo Sostenible y Desarrollo Urbano y Vivienda.

El PND establece objetivos generales, y los programas sectoriales (como el PRONAFIDE, gestionado por la CONADE) los aterrizan en acciones específicas. Los clubes deportivos pueden participar en iniciativas o convocatorias de estos programas, por ejemplo, mediante convenios de colaboración.

El gobierno mexicano promueve la co-participación de organismos de los sectores público, social y privado en la integración de programas deportivos. Un club deportivo puede colaborar con autoridades municipales o estatales para realizar eventos, utilizar infraestructura o implementar programas conjuntos que beneficien a la comunidad y se alineen con los objetivos del PND.

Los clubes y asociaciones deportivas deben registrarse en el Registro Nacional de Cultura Física y Deporte (RENADE) para ser parte del Sistema Nacional del Deporte, lo que les permite participar en el sistema de competencias y acceder a ciertos apoyos y reconocimientos oficiales.

| Eje | Señalamiento y Vinculación |
|---|---|
| Crecimiento de la economía | Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.<br>Este proyecto es absolutamente congruente con estas acciones encaminadas al crecimiento de la economía. |
| Bienestar Social y Salud | Al promover la actividad física, los clubes contribuyen directamente a la mejora de la salud pública, la prevención de enfermedades y el combate a la obesidad, objetivos clave en las políticas de bienestar. |
| Desarrollo Humano y Valores | El deporte fomenta la disciplina, el respeto, la responsabilidad, el trabajo en equipo y la solución pacífica de conflictos. Estos valores son fundamentales para el desarrollo humano y la construcción de una ciudadanía democrática, aspectos contemplados en los ejes de "Desarrollo con bienestar" del PND. |
| Inclusión y Cohesión Social | El deporte es una herramienta potente para la integración social, derribando prejuicios y fomentando un entorno seguro e inclusivo para niños, niñas, adolescentes y personas de diversas comunidades. |
| Detección de Talentos y Alto Rendimiento | Los clubes deportivos son cruciales para identificar y formar a atletas jóvenes, que luego pueden representar a México en competencias nacionales e internacionales (como los Nacionales CONADE, Juegos Panamericanos u Olímpicos), contribuyendo al orgullo nacional y al "alto logro deportivo", un objetivo específico de la política pública deportiva. |

*Consideraciones: como en el documento expuesto anteriormente, en el PND 2025-2030 se exponen los objetivos primordiales para el manejo sustentable de los recursos,* ***la detonación de la economía mediante el desarrollo****. Es en este marco que el PND 2025-2030 se actualiza para responder a las urgentes necesidades que tiene este país para cuidar los recursos naturales.*

## III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA-1996, Última reforma publicada DOF 1 de abril de 2024)

La planeación es obligatoria dado el deterioro de los ecosistemas nacionales, por lo que el 28 de enero de 1988 surge esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación y última reforma publicada el 1 de abril de 2024.

**Artículo 3.** Fracción **XX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 5**°.- Son facultades de la Federación | **Fracción X**.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes. | Con el presente DTU queda en la Federación la evaluación y autorización correspondiente en materia de impacto ambiental. |
| **Artículo 7**°.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades: | **Fracción XVI**.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 BIS 2 de la presente Ley; | En conformidad con este artículo, se presenta el presente DTU para su evaluación. |
| **Artículo 8°.-** Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades: | **Fracción XIV**.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial | En conformidad con este artículo, se presenta el DTU para su evaluación. |
| **Artículo 28**.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en | **Fracción VII**.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas | En conformidad con este artículo, se presenta el DTU para su evaluación en materia de cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, pues se considera que se encuentra en terrenos forestales. El presente proyecto se vincula con el artículo 28 Fracción VII de la LGEEPA, en el sentido de que se trata de un cambio de uso del suelo en terrenos forestales. |

materia de impacto ambiental de la Secretaría:

**Artículo 35 BIS 2**.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades del Distrito Federal o de los Estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

En cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en materia de impacto ambiental se está sometiendo a evaluación este estudio de impacto ambiental.

**Artículo 35 BIS 3**.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra, se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.

Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

**Artículo 109 Bis 1**.- La Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un solo trámite, en aquellos casos en que para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias o autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia.

En el caso del presente proyecto, se presenta un trámite unificado tipo DTU-B para el cambio del uso del suelo en terrenos forestales.

Actualmente se somete a consideración el DTU, que ofrece dicha información. Conforme a lo ordenado en los artículos 28, fracción VII, 35 Bis 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como el Acuerdo establecido en el artículo 109 Bis 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es posible unificar en un solo procedimiento los trámites relativos a dichas autorizaciones.

## III.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental, DOF 31-10-2014

En este instrumento se reglamenta la LGEEPA y se establecen claramente las obras que requieren autorización en materia de impacto ambiental:

**Artículo 3.** Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

**I Ter**. Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación;

**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;

**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;

**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;

**X**. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;

**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.

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 5°.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaria en materia de impacto ambiental. | **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 $m^2$, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 $m^2$, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos | El presente proyecto se encuentra tipificado dentro de la Fracción O e Inciso I del reglamento antes mencionado, por lo tanto con el sometimiento a evaluación de la presente manifestación se pretende dar cumplimiento a dicho reglamento. De esta forma este proyecto queda enmarcado como CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES. |

| | | |
|---|---|---|
| | jurídicos aplicables | |

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización | **La Información que contenga la** manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.<br>La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica | Actualmente se somete a consideración el DTU-B, que ofrece dicha información. En el contexto de este artículo, el proyecto se presenta en esta evaluación en materia de impacto ambiental. |
| **Artículo 12.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:<br>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;<br>II. Descripción del proyecto;<br>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;<br>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;<br>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;<br>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;<br>VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y<br>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. | | El estudio de impacto ambiental que se presenta en este DTU-B al ser unificado contiene la información referida en este artículo. |
| **Artículo 17**. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:<br>I. La manifestación de impacto ambiental;<br>II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y<br>III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.<br>Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. | | En concordancia con este artículo, se presenta el estudio de impacto ambiental en la forma del presente DTU-B, el resumen del contenido, la copia sellada de constancia de pago de derechos a correspondientes. Este proyecto NO lleva actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley. |
| **Artículo 35**. Los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser elaborados por los interesados o por cualquier persona física o moral | | El presente estudio de impacto ambiental o DTU-B ha sido elaborado por una persona física. |

| | |
|---|---|
| **Artículo 36.** Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.<br><br>La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas. | Al final del presente estudio de impacto ambiental se presenta la 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. |
| **Artículo 49**. Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.<br><br>Asimismo, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad. | Este estudio de impacto ambiental se refiere únicamente a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trata. |

## III.1.1 Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Última reforma publicada DOF 01-12-2020

**Artículo 2**. Todas las personas sin distinción de sexo, raza, etnia, edad, limitación física, orientación sexual, tienen derecho a vivir y disfrutar ciudades y Asentamientos Humanos en condiciones sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros.

Las actividades que realice el estado mexicano para ordenar el territorio y los Asentamientos Humanos, tiene que realizarse atendiendo el cumplimiento de las condiciones señaladas en el párrafo anterior.

Es obligación del estado, a través de sus diferentes órdenes de gobierno, promover una cultura de corresponsabilidad cívica y social.

**Artículo 3**. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

**IV. Asentamiento Humano**: el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

**VIII. Conservación**: acción tendente a preservar las zonas con valores históricos y culturales, así como proteger y mantener el equilibrio ecológico en las zonas de servicios ambientales.

**Artículo 4**. La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:

**I. Derecho a la ciudad. Garantizar a todos los habitantes de un Asentamiento Humano o Centros de Población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, a partir de los derechos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales suscritos por México en la materia;**

II. Equidad e inclusión. Garantizar el ejercicio pleno de derechos en condiciones de igualdad, promoviendo la cohesión social a través de medidas que impidan la discriminación, segregación o marginación de individuos o grupos. Promover el respeto de los derechos de los grupos vulnerables, la perspectiva de género y que todos los habitantes puedan decidir entre una oferta diversa de suelo, viviendas, servicios, equipamientos, infraestructura y actividades económicas de acuerdo a sus preferencias, necesidades y capacidades;

III. Derecho a la propiedad urbana. Garantizar los derechos de propiedad inmobiliaria con la intención de que los propietarios tengan protegidos sus derechos, pero también asuman responsabilidades específicas con el estado y con la sociedad, respetando los derechos y límites previstos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley. El interés público prevalecerá en la ocupación y aprovechamiento del territorio.

## III.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Última reforma publicada 28-04-2022)

**Artículo 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

**VI.** Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;

**XVIII.** Deforestación de terrenos forestales arbolados: La conversión de terrenos forestales arbolados a otro tipo de uso de la tierra, por causas inducidas o naturales, o bien la reducción permanente de la cobertura de copa por debajo del umbral del diez por ciento;

**XX**. Depósito por Compensación Ambiental: Es el monto económico que deposita el promovente de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para obtener la autorización;

**XXII Bis.** Pérdida de vegetación forestal**:** La conversión de terrenos forestales por causas inducidas o naturales a otro tipo de uso de la tierra, o la reducción de la cobertura de vegetación forestal;

**XXXVIII Bis.** Otros terrenos forestales: Terrenos cubiertos de vegetación forestal que no reúnen las características para ser considerados terrenos forestales arbolados;

**LXX.** Terreno diverso al forestal: Es el que no reúne las características y atributos biológicos definidos para los terrenos forestales;

**LXXI.** Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;

**LXXIII**. Terreno temporalmente forestal: Las superficies agropecuarias que se dediquen temporalmente al cultivo forestal mediante plantaciones forestales comerciales, así como aquellos en los que se hayan

realizado actividades de reforestación, pudiendo volver a su condición de terreno agropecuario al desaparecer esta actividad, así como aquellas en las que encontrándose en periodos de descanso de la actividad agropecuaria haya surgido vegetación secundaria nativa (también llamados acahuales o guamiles);

**LXXX**. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

**LXXXI.** Vegetación secundaria nativa**:** Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico;

Este proyecto se localiza sobre terrenos forestales, de manera que aplica el Articulo 7 en sus Incisos VI, LXXI y LXXX, en tanto que afecta vegetación forestal, aunque se encuentre en terrenos considerados como ASENTAMIENTOS HUMANOS en la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie VII, 2018.

**De la Concurrencia y la Coordinación Interinstitucional:**

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 14.** La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones: | **XI.** Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales; | En este sentido, se presenta la información necesaria de inscripción en el registro por parte del responsable de la elaboración del presente documento. |
| | **XIII**. Otorgar, modificar, revocar, suspender y declarar la extinción o la caducidad de las autorizaciones, avisos y demás actos a que se refiere el artículo 68 de esta Ley | Se presenta la información necesaria de inscripción en el registro por parte del responsable de la elaboración del presente documento. |

**De los Trámites en Materia Forestal:**

**Artículo 68**. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

**Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales:**

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 93**. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. | En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. | Se presenta el estudio de impacto ambiental en forma de documento unificado DTU a la Secretaría para su evaluación. |
| | Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y | Se presenta el Documento Técnico Unificado a la Secretaría para su evaluación. |

reglamentarias aplicables.

**De los Servicios Forestales:**

| Artículo | Señalamiento | Vinculación |
|---|---|---|
| **Artículo 98**. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento. | | Se presenta de manera adjunta el comprobante del pago del depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental en tiempo y forma. |
| **Artículo 101**. Las personas físicas y morales que brinden servicios forestales deberán estar inscritas en el Registro, para lo cual deberán acreditar su competencia y capacidad. El Reglamento y las normas aplicables determinarán los procedimientos, modalidades y requisitos que deberán observarse para la acreditación e inscripción en el Registro; así como para la prestación, evaluación y seguimiento de los servicios forestales, diferenciando las actividades, los ecosistemas en que se desempeñarán y grados de responsabilidad. | Los prestadores de servicios forestales podrán ser contratados libremente por los propietarios y poseedores de los recursos forestales y serán responsables solidarios con los mismos. | En este sentido, se presenta la información necesaria de inscripción en el registro por parte del responsable de la elaboración del presente documento. |

## III.1.3 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada DOF: 09/12/2020.

**Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales:**

| Artículo | Señalamiento y Vinculación |
|---|---|
| **Artículo 139**. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:<br>I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;<br>II. Lugar y fecha;<br>III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y<br>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.<br>Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico | Se presenta el Documento Técnico Unificado con esta información a la Secretaría para su evaluación. |

| | |
|---|---|
| Justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo. | |
| **Artículo 141.** Los estudios técnicos justificativos de la Ley, deberán contener la información siguiente:<br><br>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;<br><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><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 composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;<br><br>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;<br><br>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;<br><br>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;<br><br>VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;<br><br>VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;<br><br>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><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><br>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;<br><br>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los | El presente DTU-B para obtener la autorización de cambio de uso de suelo de terreno forestal se apega a lo que marca el Artículo referido.<br><br>En el caso del presente estudio, al ser un DTU, cumple con el contenido que se refiere el artículo 141. El presente estudio DTU contiene la descripción de los usos pretendidos para el terreno, su ubicación georeferenciada en UTM, la descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos.<br><br>También está la descripción de las condiciones de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo. En el presente DTU se incluye el análisis comparativo del elenco taxonómico de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y de la microcuenca, así como de las tasas de erosión de los suelos, su calidad y la captación de agua.<br><br>Esta el apartado específico del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio de las materias resultantes del cambio de uso del suelo.<br><br>Se encuentra también el plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo.<br><br>Hay un apartado especial para el 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><br>Se encuentra también el capítulo dedicado a las 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><br>Este DTU también contiene un apartado del análisis de los servicios ambientales que pueden ponerse en riesgo, así como el análisis de la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo.<br><br>Se encuentra también el apartado de 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. |

| | |
|---|---|
| ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;<br><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><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><br>XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.<br><br>La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.<br><br>Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal. | |
| **Artículo 144.** La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.<br><br>Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. | El depósito a que se refiere el citado Artículo se realiza una vez que el DTU-B ha sido revisado, evaluado y que la Secretaría determina que efectivamente con el CUSTF propuesto 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 los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo. |
| **Artículo 152.** El monto económico de la Compensación ambiental relativa al Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría o la ASEA considerando lo siguiente:<br><br>I. Los costos de referencia para Reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y<br><br>II. El nivel de equivalencia para la Compensación ambiental por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría, en los que se considerará la importancia y características del ecosistema donde se realizará el Cambio de uso del suelo. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la | El nivel de equivalencia para la compensación ambiental para el proyecto será calculado por la Secretaría conforme a la información presentada en el DTU-B. |

| | |
|---|---|
| Federación.<br><br>Los recursos que se obtengan serán destinados a actividades de Compensación ambiental; preferentemente en la Cuenca hidrográfica en donde se haya autorizado el Cambio de uso del suelo o, cuando esto no fuera técnicamente posible, donde la Comisión determine como área prioritaria para la Reforestación. Estas actividades serán realizadas por la Comisión o por terceros con quienes esta convenga. | |

## III.1.1 LEY DE AGUAS NACIONALES

**Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992**

**Última Reforma DOF 08-05-2023**.

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| **ARTÍCULO 3**. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:<br><br>XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;<br><br>XX. "Delimitación de cauce y zona federal": Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;<br><br>XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad; | En el contexto de este artículo, el proyecto NO se localiza en cauces de corrientes, escurrimientos superficiales o en zona federal, por lo que no aplica la presente Ley. |

## III.1.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Vinculación del proyecto con la LGVS.

| Criterio | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 1. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana, y en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo. | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional H2, el cual en ninguna de sus etapas contempla el aprovechamiento de fauna silvestre.<br><br>Si bien con el desarrollo del proyecto se contempla realizar actividades de CUSTF, lo que provocará la modificación de hábitat de la fauna silvestre que se desarrolla en el predio, como medidas de mitigación para el mejoramiento del hábitat se contempla realizar un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre a ejecutarse al interior de la misma área del proyecto en una superficie de 2,509.263 $m^2$, 0.2509263 ha, y la ejecución de un Programa de ahuyentamiento, captura y/o translocación de ejemplares de fauna silvestre.<br><br>Con la correcta ejecución del proyecto y de las medidas de mitigación propuestas, se dará cumplimiento al presente artículo |
| Artículo 2. En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento. | El presente proyecto respeta y cumple cada uno de los ordenamientos que marcan las leyes vigentes. El DTU hace la vinculación respectiva con la LGEEPA, por lo tanto, se da cumplimiento al presente artículo. |
| Capítulo VI, en sus artículos 29 al 37 se señalan una serie de disposiciones tendientes a que el aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio de la fauna silvestre debe ser digno y respetuoso procurando que les cause la menor tensión, sufrimiento y dolor posibles. | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional, no contempla actividades de aprovechamiento, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio de la fauna silvestre.<br><br>Sin embargo, como medida de mitigación de los impactos que se puedan generar sobre el recurso fauna; se ejecutará un Programa de ahuyentamiento, captura y/o translocación de fauna silvestre, al momento de ejecutar dicho programa, se tomarán en cuenta las medidas tendientes a dar cumplimiento a las disposiciones de este capítulo, dando un trato digno y respetuoso a las especies referidas; con lo que se dará cumplimiento a lo señalado en el presente Artículo. |

## III.1.3 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGVS.

| Criterio | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría. | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional H2, el cual no contempla realizar actividades relacionadas con hábitat, especies o partes o derivados de vida silvestre.<br>Si bien es cierto que, con el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades de CUSTF las cuales causarán una ligera modificación al hábitat de la fauna silvestre; como medida de mitigación se propone la ejecución de un Programa de ahuyentamiento, captura y/o translocación de fauna silvestre; por lo tanto, se considera que el desarrollo del proyecto no contraviene lo señalado en el presente Artículo. |
| Artículo 91. La Secretaría podrá autorizar el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre para los fines a los que se refiere el artículo 83 de la Ley, para lo cual el interesado, además de lo señalado en el artículo 12 de este Reglamento. | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional H2, el cual no contempla realizar actividades de aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes o derivados de fauna silvestre, por lo tanto, el desarrollo del mismo, no contraviene lo señalado en el presente Artículo. |
| Artículo 91 Bis. La Secretaría podrá autorizar el aprovechamiento extractivo de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica, para lo cual el interesado deberá indicar las especificaciones sobre los programas, proyectos o actividades de restauración, recuperación, repoblación, reintroducción y vigilancia para los cuales se solicitan. | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional H2, el cual no contempla realizar el aprovechamiento extractivo de ejemplares de especies en riesgo para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica.<br>Como medida de mitigación por los impactos que se pudieran generar sobre la fauna silvestre por el desarrollo del proyecto, se propone la ejecución de un Programa de ahuyentamiento, captura y/o translocación de fauna silvestre; el cual se llevará a cabo conforme a la legislación vigente y a lo que la autoridad competente designe, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene lo señalado en el presente Artículo. |

## III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es el instrumento que establece disposiciones de orden público e interés social en relación a la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.

La vinculación de las disposiciones aplicables de la LGPGIR al proyecto se presenta a continuación:

Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

| Criterio | Vinculación |
|---|---|
| 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. | Durante la etapa de preparación del sitio y cambio de uso del suelo del proyecto existirá separación de residuos en orgánicos e inorgánicos, cuya disposición estará a cargo de los contratistas los cuales deberán contratar empresas debidamente autorizadas para el trasporte y disposición final de los mismos. |
| Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:<br>I. Aceites lubricantes usados;<br>II. Disolventes orgánicos usados;<br>III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;<br>IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; | No se permitirá el mantenimiento de vehículos y maquinaría dentro del proyecto, por lo que no se generarán este tipo de residuos, se solicitará a los contratistas los comprobantes del mantenimiento de los vehículos y maquinaría utilizados en el proyecto, con lo cual se da cumplimiento al presente Artículo. |
| 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. | **No se generan residuos peligrosos en este proyecto**. |
| Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven. | **No se generan residuos peligrosos en este proyecto.** |
| 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. | **No se generan residuos peligrosos en este proyecto.** |
| Artículo 47. Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generen y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.<br>Aunado a lo anterior deberán sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.<br>La información a que se refiere este artículo deberá ser publicada en el Sistema Nacional de Información Nacional para la Gestión Integral de Residuos, conforme a lo previsto por las disposiciones aplicables en materia de transparencia y acceso a la información. | De acuerdo a la definición señalada en el artículo 5 fracción XX de la LGPGIR, se define como pequeño generador a aquella “persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida”.<br>**No se generan residuos peligrosos en este proyecto**. |
| Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo. | **No se generan residuos peligrosos en este proyecto**. |

## III.1.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR.

| Criterio | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:<br>…<br>III. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; y<br>... | El proyecto *Club de Pádel*, se trata de un cambio de uso del suelo para uso habitacional H2.<br>Por el tipo de proyecto no se considera como un generador de residuos peligrosos, por lo tanto, No habrá residuos peligrosos en este proyecto. |
| Artículo 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:<br>… | El Promovente atenderá y cumplirá con las disposiciones establecidas en el presente artículo, registrándose y presentando la información requerida, con lo cual se dará cumplimiento al presente Artículo. |
| Artículo 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos deberán:<br>I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;<br>II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;<br>III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;<br>V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;<br>VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;<br>VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y<br>IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables. | No habrá residuos peligrosos en este proyecto. |

| | |
|---|---|
| Artículo 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:<br>I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: …<br>II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: …<br>En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. | No habrá residuos peligrosos en este proyecto. |
| 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. | No habrá residuos peligrosos en este proyecto. |

## III.1.6 Ley general de cambio climático (11-05-22)

La LGCC tiene por objeto establecer un marco jurídico que regule las políticas públicas de adaptación y mitigación al cambio climático, así como impulsar la transición hacia una economía competitiva de bajas emisiones de carbono. Entre sus principales Artículos destacan:

Artículo 1o. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico

| Artículo | Señalamiento y Vinculación |
|---|---|
| **Artículo 2**. Esta Ley tiene por objeto:<br>II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma<br>IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno. | Las atribuciones de esta Ley deberán de seguirse en lo posible. |
| **Artículo 5**. La federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. | En este caso, corresponde a la entidad de Baja California Sur y al Municipio ejercer sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. |
| **ARTÍCULO 23.-** Para contribuir al logro de los objetivos de | Vinculación: el proyecto es congruente con estos artículos, ya |

| | |
|---|---|
| la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:<br><br>X.- Las autoridades de la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en la esfera de su competencia, deberán de evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos del cambio climático. | que el cambio climático es acrecentado sobre todo mediante la emisión de gases de invernadero, incluido el $CO_2$, por lo que una de las maneras más evidentes de combatirlo es la captura de carbono y la cero emisión a la atmósfera de otros gases de efecto invernadero.<br><br>Para aliviar esta situación, este proyecto establece un adecuado rescate y reubicación de la vegetación que ahí se encuentra. Como podemos ver en campo y en fotos, en el sitio hay una muy pequeña cantidad de vegetación a remover, misma que será reubicada en proporción adecuada. |
| **Artículo 27.** La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:<br><br>I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;<br><br>III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático. | Este proyecto se apega con el artículo 27 en reducir vulnerabilidad, riesgos y daños ocasionados por efectos del cambio climático. |

**Política nacional de adaptación**

La política nacional de adaptación tendrá como objetivos, entre otros, reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático y fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos (artículo 27).

Conforme al artículo tercero transitorio, se deben alcanzar las siguientes metas aspiracionales y plazos indicativos en materia de adaptación:

- Establecer un Programa para que antes de que finalice el año 2013 se integren y publiquen el atlas nacional de riesgo, los atlas estatales y locales de riesgo de los asentamientos humanos más vulnerables ante el cambio climático.
- Los municipios más vulnerables ante el cambio climático deberán contar antes del 30 de noviembre de 2015 con un programa de desarrollo urbano que considere los efectos del cambio climático.
- Las Entidades Federativas deberán elaborar y publicar los programas locales para enfrentar al cambio climático antes de que finalice el año 2013.
- El gobierno federal deberá contar antes del 30 de noviembre de 2012 con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Subprograma para la Protección y Manejo Sustentable de la Biodiversidad ante el cambio climático.

**Política nacional de mitigación**

La política nacional de mitigación se instrumentará con base en un principio de gradualidad, promoviendo el fortalecimiento de capacidades nacionales para la mitigación de emisiones y la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, priorizando en los sectores de mayor potencial de reducción hasta culminar en los que representan los costos más elevados, además de atender los compromisos internacionales de México (artículo 32).

El artículo segundo transitorio confirma que México asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un 30% de emisiones con respecto a la línea de  Para tal efecto se deberán considerar, entre otros, el análisis de la determinación de líneas bases para el sector objeto de estudio;

la competitividad de los productos mexicanos en el mercado internacional; así como el desempeño del sector industrial sujeto a medidas de mitigación comparado con indicadores de producción en otros países y regiones, así como un 50% de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Las metas mencionadas podrán alcanzarse si se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que se incluye México.

Estas metas se revisarán cuando se publique la Estrategia Nacional.

**El presente proyecto cumplirá con los preceptos indicados, realizando un rescate en una superficie mayor que la superficie solicitada, rescate y reubicación en 2,509.263 m$^2$, con cuidados constantes, por lo que se espera que se mantenga el carbono fijado, se mantenga la biodiversidad y pueda mantenerse el suelo en esta superficie.**

## III.1.7 Reglamento de la ley general de cambio climático en materia del registro nacional de emisiones

**Artículo 4.** Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:

**VI.** Sector Comercio y Servicios,
**a.** Subsector construcción:
**a.6.** Otras construcciones de ingeniería civil;
**a.10.** Otros trabajos especializados para la construcción;

**El presente proyecto abarca la evaluación de los impactos ambientales generados por las actividades de cambio de uso del suelo y los posibles impactos ambientales generados por la construcción de la obra. De esta manera aplica presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas a las autoridades mediante los informes periódicos del seguimiento de la vegetación reubicada y de los informes periódicos durante las obras de cambio de uso del suelo y de construcción de la obra. Esto no exime de cuidar las emisiones, de conformidad con las normas y leyes vigentes aparte de la presente.**

# III.2 *ORDEN ESTATAL*

## III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Baja California Sur, 2021 – 2027

En este documento se reconocen las fortalezas, oportunidades y debilidades de las condiciones de Baja California Sur.

El Bienestar es la base del buen funcionamiento de una sociedad, un principio de solidaridad y justicia social; el gobierno es responsable de producirlo y mejorarlo a través de políticas públicas que garanticen para todas las personas: seguridad, salud, educación, respeto a sus derechos humanos y al de vivir con dignidad enfatizando nuestros esfuerzos en la protección de los derechos de niñas, niños, adolescentes y mujeres, personas en diversidad sexual, población indígena o afromexicana y migrantes residentes o en tránsito, y con discapacidades, pero también con síndromes y trastornos.

Es importante destacar que el PED tiene cinco ejes fundamentales que conllevan una visión de futuro:

Eje I. Bienestar e inclusión. Se busca el bienestar para todas y todos los sudcalifornianos, pero particularmente a los grupos en situación de vulnerabilidad, es decir, plantea la necesidad de implementar políticas públicas que conlleven a generar mayor bienestar y que contribuyan a reducir la brecha de desigualdad a toda la población, dando prioridad a la salud, educación, asistencia e inclusión social; promover la vivienda digna y fortalecer el arte, la cultura y el deporte. En este eje, por primera vez, se consideran temas no previstos con anterioridad en otros planes como son personas con discapacidades, síndromes y trastornos, la diversidad sexual y la atención a la población indígena, migrante y afromexicanos.

Eje II. Política de paz y seguridad. Busca incrementar una política de paz y seguridad, pilar fundamental para que en estos años haya paz y tranquilidad en Baja California Sur, propiciando un estado de derecho justo y equitativo, con mejor procuración de justicia, respetando los derechos humanos y apegados a la legalidad, pero también se agrega un apartado orientado a la gobernabilidad, que se refiere a la capacidad del gobierno de garantizar la legitimidad del ejercicio gubernamental.

Eje III. Reactivación económica y empleo incluyente. Considera la reactivación económica y la generación de empleo como partes indispensables para concebir un desarrollo económico en forma equilibrada con el desarrollo social, siendo el turismo la actividad que mueve el progreso, acompañado por las actividades económicas productivas y la promoción a la inversión.

Eje IV. Infraestructura para todos, medio ambiente y sustentabilidad. Pretende un crecimiento importante en la infraestructura, se considera la política pública hidráulica, de movilidad urbana, comunicaciones y transportes, eléctrica y telecomunicaciones, que contribuyan a un desarrollo integral y mejor calidad de vida de los habitantes de las ciudades y localidades de Baja California Sur, con un aprovechamiento óptimo en el manejo de los recursos asignados, cumpliendo con los principios de eficiencia, eficacia y transparencia. También aborda los temas de medio ambiente y cambio climático, de ordenamiento territorial y energías alternativas. En este eje se considera un nuevo tema denominado protección de animales domésticos.

Eje V. Transparencia y rendición de cuentas. Pretende aplicar diversas estrategias orientadas a la transparencia, rendición de cuentas y mitigar la corrupción y sus efectos en el sector público, para con ello posicionar a Baja California Sur como un estado transparente, democrático y abierto que rinde

cuentas a la sociedad, garantizando el derecho de acceso a la información y protección de datos personales, con un gobierno cercano a la gente, honesto, limpio y responsable.

La infraestructura física se refiere a los esfuerzos del estado, así como a las acciones orientadas a la creación o al mejoramiento de los sistemas de conectividad existentes, los conocimientos necesarios para la realización de las labores que se pretenden, al ambiente apto que requieran las empresas para su buen funcionamiento económico, la adecuación y modernización necesaria de los sistemas agropecuarios y pesqueros con los que cuente el estado actualmente y ofrecerle a su población, **viviendas de calidad que cumplan con los requisitos básicos para ser habitadas**.

Como podemos observar, el PED de Baja California Sur tiene cinco ejes, de los que el presente proyecto se relaciona directamente, en el Eje IV. Medio ambiente y sustentabilidad, son necesarios para el bienestar, por lo que este proyecto es totalmente congruente con el PED.

Este proyecto se sujeta a estas directivas, ya que tiende a consolidar la vivienda y servicios, gestiona recursos para la construcción, otorga estabilidad y confianza en los inversionistas, estrecha la vinculación interinstitucional e intersectorial entre los tres niveles de gobierno, y establece las alianzas estratégicas con desarrolladores privados.

Es de primera importancia la estrategia de vivienda en este Plan Estatal de Desarrollo, de manera que hay que darle prioridad a las áreas habitacionales y de servicios, que en este caso es de mediano plazo para dar tiempo a que se establezcan otros permisos. Este proyecto va de acuerdo con las políticas de este Plan Estatal de Desarrollo en su tema habitacional.

## III.2.2 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (12 de diciembre de 2018)

En este documento el Gobierno Estatal define las responsabilidades en materia ambiental que deberá asumir en la realización de las metas propuestas dentro del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Baja California Sur:

| Artículo | Señalamiento y Vinculación |
|---|---|
| **Artículo 20**.- La realización de obras, actividades públicas o privadas que puedan causar impacto al ambiente al rebasar los límites y condiciones señaladas en las disposiciones técnicas ecológicas ambientales aplicables, deberán sujetarse a la autorización previa del ejecutivo estatal, con la intervención de los municipios correspondientes, así como el cumplimiento de los requisitos que se les impongan, una vez evaluado el impacto ambiental que pudiera ocasionar sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades de competencia federal. | Este proyecto se sujeta a la evaluación de impacto ambiental para su autorización. |
| **Artículo 22**.- La Secretaria de Turismo, Economía y Sustentabilidad del Gobierno del Estado y el municipio correspondiente requerirán para la evaluación de impacto ambiental, la siguiente información básica para cada obra o actividad:<br>I.- Su naturaleza, magnitud y ubicación. | Este proyecto queda enmarcado dentro del presente estudio de evaluación en formato unificado, DTU-B con la información requerida en este artículo. |

| | |
|---|---|
| II.- Su alcance en el contexto social, cultural, económico, ambiental y paisajístico.<br>III.- Sus efectos directos o indirectos en el corto, mediano o largo plazo, así como la acumulación y naturaleza de los mismos.<br>IV.- Las medidas para evitar o mitigar los efectos adversos.<br>V.- La información sobre las características ecológicas ambientales y del paisaje del lugar. | |
| **Articulo 24**.- Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 20 de esta ley, los interesados deberán presentar ante la autoridad competente una manifestación de impacto ambiental en los términos que esta fije, en su caso, dicha manifestación de impacto ambiental debe ir acompañada de un estudio de riesgo de obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas o correctivas para mitigar los efectos adversos al ambiente durante su ejecución, operación normal y en casos de accidente. | Se presenta de conformidad el DTU-B correspondiente. |
| **Artículo 25**.- una vez que la autoridad competente reciba una manifestación del impacto ambiental para ser evaluada y cumpla el promovente con los requerimientos formulados para que ingrese la solicitud, la autoridad competente dará a conocer a la ciudadanía, el ingreso de esta solicitud en el boletín oficial del gobierno del estado de baja california sur y la pondrá a disposición de la ciudadanía de acuerdo a las siguientes bases: | |
| I.- Una vez publicado por la autoridad el ingreso de la solicitud, el promovente deberá publicar en un periódico de amplia circulación en la entidad, un resumen del proyecto o actividad a realizar incluyendo información de la manifestación del impacto ambiental, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que la autoridad público el ingreso de la solicitud.<br>II.- La autoridad competente, pondrá a disposición de todos los ciudadanos, la manifestación del impacto ambiental, a partir de la fecha en que se publicó el ingreso de la solicitud en el boletín oficial del gobierno del estado. | De conformidad se publica en un periódico de amplia circulación en la entidad, un resumen del proyecto o actividad a realizar. |

En este sentido, el presente trabajo constituye una evaluación ambiental.

Actualmente se somete a consideración el DTU, que ofrece dicha información. Conforme a lo ordenado en los artículos 109 Bis 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 139 de su Reglamento, así como el Acuerdo señalado en el DOF 22/12/2010 es posible unificar en un solo procedimiento los trámites relativos a dichas autorizaciones.

# III.3 *PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO*

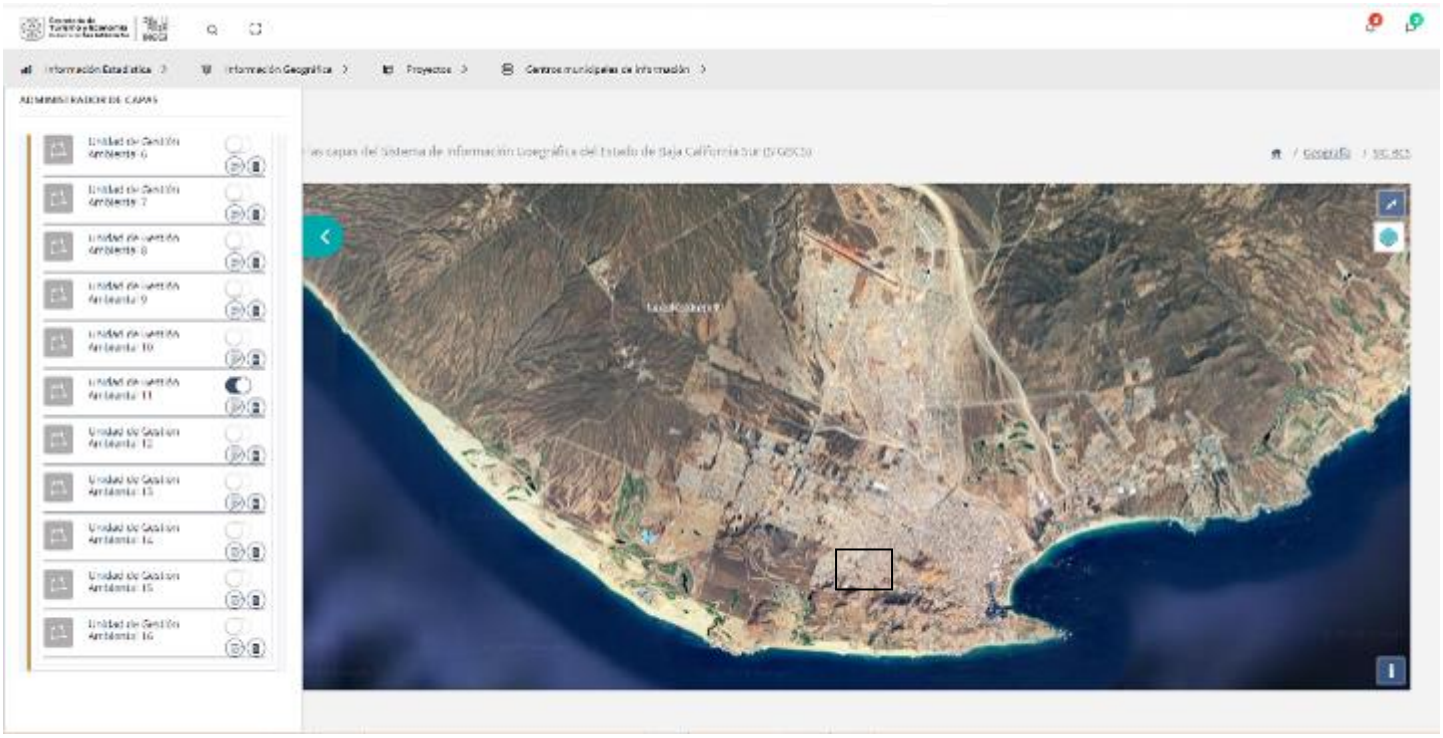
## III.3.1 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Baja California Sur, 2015

El sitio de este proyecto se localiza en la UGA 40 PDU SAN JOSÉ DEL CABO -CABO SAN LUCAS, la cual tiene extensión de 39402 $km^2$, misma que tiene una política ambiental prevalente de Aprovechamiento sustentable, III. Aprovechamiento sustentable: 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.

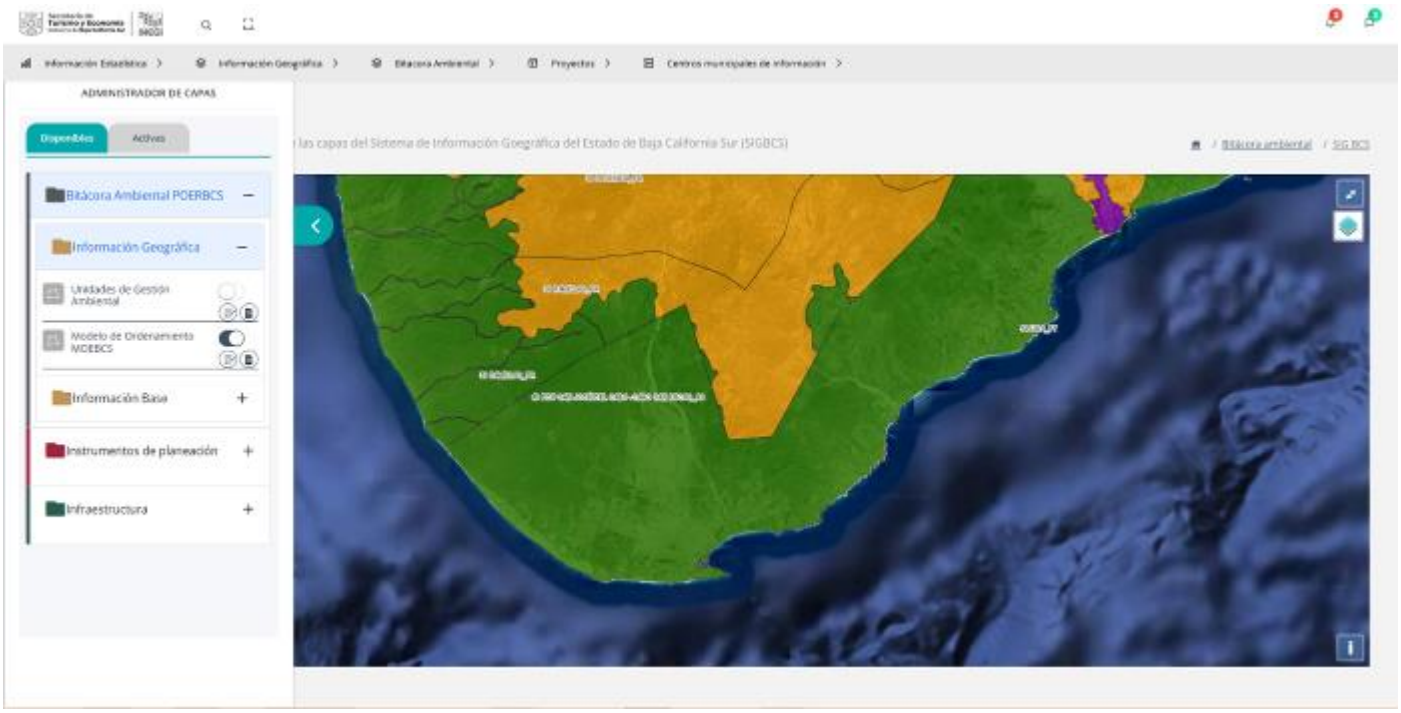
Para lograr un uso sustentable de los recursos naturales es importante formular marcos conceptuales explícitos que permitan armonizar la relación entre la oferta de servicios ambientales y la demanda social de las poblaciones humanas que en el habitan. Este principio es particularmente necesario en las regiones ambientalmente frágiles y con una importante presión demográfica. Este proceso se ha denominado ordenamiento territorial e involucra una serie de pasos secuenciales para que el ejercicio de planeación final sea efectivo. Dentro del documento se presenta la importancia de la planificación para el desarrollo urbano, es por ello que en conjunto con el Documento Técnico Unificado en el que se presenta la información necesaria y los estudios necesarios para el para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se aporta conocimiento y se apegan a los puntos establecidos de regulación en materia ambiental y planeación.

El sitio de este proyecto se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental 40 PDU SAN JOSÉ DEL CABO -CABO SAN LUCAS.

Se encuentra completamente vinculada a lo que se establezca en el PDU 2040 Los Cabos.



Unidad de Localización: porción sureste de BCS, municipios de La Paz y Los Cabos. Limita al Norte con la UGA 13 y UGA-12, al sur con el Océano Pacifico, al este con UGA-08 y UGA-09.




Tipo de vegetación: el tipo de vegetación dominante es Matorral Sarcocaule y Sarcocrasicaule (-).

Atributos socioeconómicos:

- Índice Potencial de Empleo (por arriba del promedio estatal).

- Índice de Importancia Económica Sectorial sector primario (por debajo de la media).
- Índice de Importancia Económica Sectorial sector terciario (por arriba de la media).
- Índice de Infraestructura de Apoyo (por arriba del promedio estatal).

Atributos físicos:

- Índice de Disponibilidad de Agua (por arriba del promedio).
- Índice potencial de agua por arriba del promedio estatal
- Endemismos y Riqueza (por debajo del promedio).

Subsectores con mayor aptitud, en orden de importancia:

- Subsector Agrícola SAG, Subsector Manufacturero SMA,
- Subsector Forestal y Silvícola SFS, y el Subsector Turístico STU.

Índice de Salud del Sistema (ISSIS): por arriba del promedio estatal.

Políticas Ambientales:

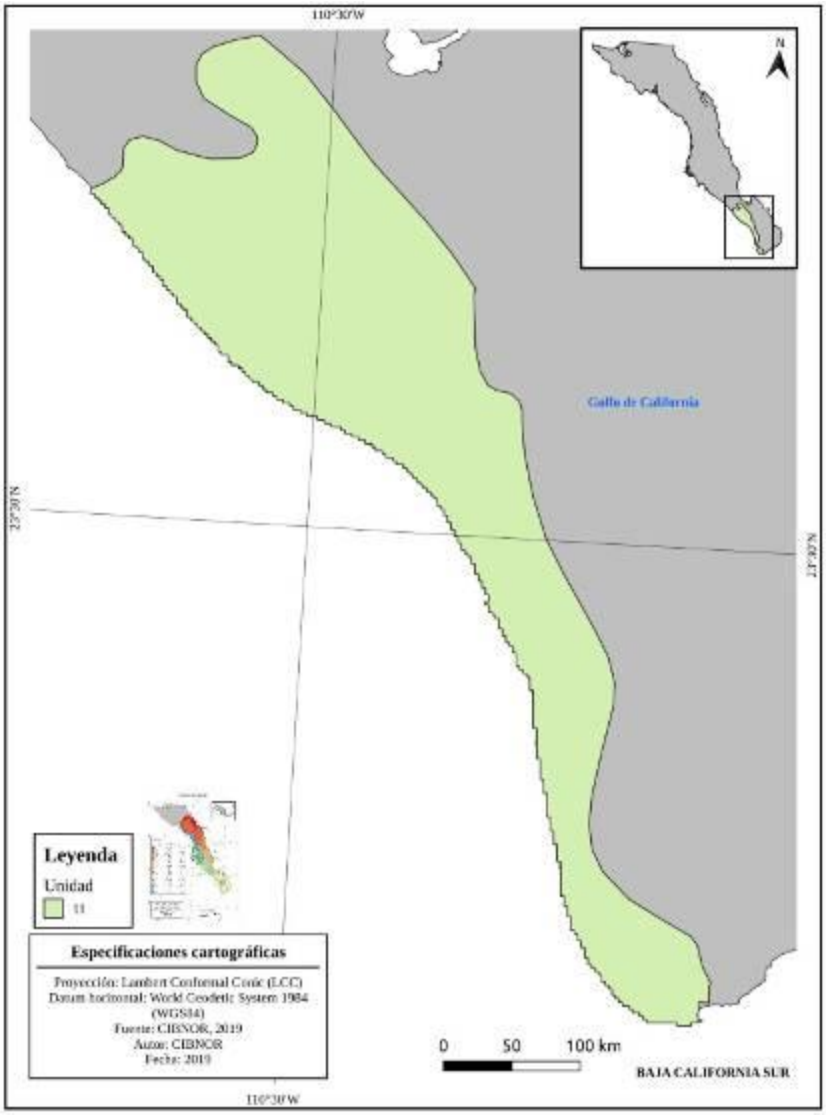
Con base en el análisis de frecuencias de los valores del ISSIS siguientes Políticas Ambientales, en orden de importancia:

Conflictos Intersectoriales:

1. Subsector Ganadero con respecto al Subsector Agrícola, forestal y silvícola, por competencia de uso del suelo y uso de agua, el manejo de residuos agroquímicos y deposición de plásticos; sobrepastoreo del agostadero incrementando la deforestación.

2. Subsector Manufacturero con respecto a los Subsectores anteriores por uso de productos importados y no de procedencia local así como por uso de agua

4. Subsector Turístico con respecto a los Subsectores anteriores poco control sobre ganado feral, ahuyentamiento y/o control de especies de fauna y flora y por el uso del agua.




Vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Baja California Sur, 2015.

| Criterio | Vinculación |
|---|---|
| De acuerdo con la problemática, Uso del agua | El proyecto queda inmerso en área destinada a uso Aprovechamiento sustentable. Esta política tiene por objeto mantener la integridad funcional del territorio, proporcionando criterios de regulación ecológica para que la utilización de los recursos naturales genere el menor impacto al medio ambiente, evitando poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas, que pueda provocar un deterioro ambiental.<br><br>Este estudio conceptualiza el aprovechamiento sustentable como el elemento causal de la conservación de los recursos naturales. Es decir, debemos tener claridad de que cuando aplicamos el concepto de aprovechamiento o uso, la fórmula más próxima para describir las actividades productivas es el calificativo: uso sustentable para la conservación.<br><br>De esta manera la política de aprovechamiento sustentable se refiere al uso o explotación de un recurso mediante un proceso de extracción, transformación, o valoración que permite o promueve su recuperación, de modo que garantiza su renovación y permanencia en el largo plazo. Es definida también como la utilización de los recursos naturales con respeto a la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que estos recursos forman parte. El reto es aprovechar conservando.<br><br>Esta política se aplica en unidades de gestión ambiental que presentan zonas muy dinámicas |

| | |
|---|---|
| | que han alcanzado un desarrollo económico aceptable y existe concentración de la población, del desarrollo urbano y de las actividades productivas (agrícolas industriales, turísticas, entre otras), donde se requiere aplicar medidas tendientes a fortalecer y asegurar el uso adecuado del territorio en función de criterios económicos, urbanos, ecológicos y sus correspondientes ordenamientos y normas, para minimizar los efectos nocivos en el medio ambiente.<br><br>También aplica en aquellas unidades que cuentan con recursos naturales susceptibles de explotarse productivamente de manera racional, en apego a las normas y criterios de regulación urbanos y ecológicos, y requieren tener un control eficaz de su uso para prevenir un crecimiento desmedido de los asentamientos humanos y de las actividades productivas en áreas que presenten riesgos actuales o potenciales para el desarrollo urbano o productivo y que pueden poner en peligro la integridad física de los pobladores y el equilibrio de los ecosistemas, provocando un deterioro ambiental y disminuyendo la calidad de vida de la población en general |

UGA11: Los sectores con mayor aptitud para su desarrollo son el SGA, seguido del SFS, el SAG, el SMA y el STU.

CRE-AG2: La autorización de todo proyecto productivo que pretenda ubicarse en el territorio estatal, fuera del fundo legal, estará condicionada a que esté cercano a las fuentes de abastecimiento de agua.

Esta UGA se clasifica como situada en cuanto a fuentes de agua, por arriba del promedio estatal.

CRE-AG3. La autorización de todo proyecto productivo que pretenda ubicarse en el territorio estatal, fuera del fundo legal, estará condicionada a que la demanda de agua dulce del proyecto corresponda con las condiciones de balance hidráulico del acuífero en el sitio del proyecto.

UGA11, 10, 5(-), es decir, hay 10 acuíferos en total, con 5 acuíferos en déficit.

CRE-BIO1. Todo proyecto productivo que pretenda llevar a cabo cambio de uso del suelo forestal, para su autorización por parte de la autoridad correspondiente, debe considerar el tipo de vegetación y la tasa de decaimiento correspondiente en su Estudio Técnico Justificativo.

UGA11 86.20. Matorral sarcocrasicaule, matorral sarcocaule tienen tasa de cambio en 20 años de -0.09. Se presenta el estudio necesario y su correspondiente evaluación.

CRE-BIO2. Todo proyecto productivo que pretenda llevar a cabo cambio de uso del suelo forestal, para su autorización por parte de la autoridad correspondiente, debe considerar el endemismo asociado al tipo de vegetación en su Estudio Técnico Justificativo.

Lo anterior sugiere una medida de la importancia del endemismo asociado al área que ocupa cada tipo de vegetación en cada UGA. Estos valores se pueden interpretar en una ordenación numérica del valor máximo al mínimo. UGA11 3.45.

CRE-BIO3. Todo proyecto productivo que pretenda llevar a cabo cambio de uso del suelo forestal, para su autorización por parte de la autoridad correspondiente, debe considerar la riqueza biológica asociada al tipo de vegetación en su Estudio Técnico Justificativo. UGAs Riqueza: UGA11 6.98.

CRE-BIO4. Todo proyecto productivo que pretenda llevar a cabo cambio de uso del suelo forestal, para su autorización por parte de la autoridad correspondiente, debe considerar el efecto conjunto del endemismo y la riqueza biológica asociada al tipo de vegetación en su Estudio Técnico Justificativo.

En conjunto se pueden analizar los CRE-BIO2 y CRE-BIO3. Lo anterior sugiere una medida de la importancia de la Biodiversidad biológica asociado al porcentaje de área que ocupa cada tipo de vegetación en cada UGA. Estos valores se pueden interpretarse en una ordenación numérica del valor máximo al mínimo.

## III.3.2 Programa de ordenamiento ecológico del territorio (2012)

La recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esta situación ha impulsado al gobierno mexicano ha tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.

Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Al Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT, le corresponde establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, tiene que ser analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos.

Las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF.

Tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, 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.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.

7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

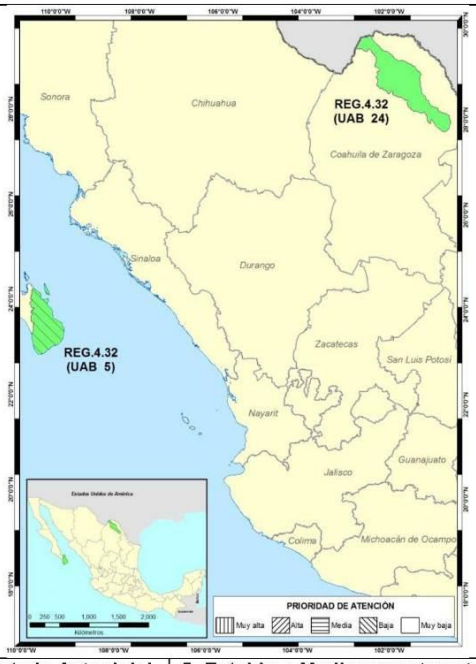
Ahora bien, la superficie del proyecto se localiza en la **Región Ecológica 4.32, en la Unidad Ambiental Biofísica 5. Sierras y Piedemontes El Cabo**, con una superficie de 7,428 km$^2$, se califica como Estable a Medianamente estable, conflicto sectorial alto. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Sin degradación de la Vegetación. Sin degradación por desertificación, La modificación antropogénica es muy baja. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial.

**Estado actual del Medio Ambiente**

5. Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto. Muy baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km$^2$): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 6.1. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.

La ficha técnica, con la política ambiental y las estrategias que la componen son las siguientes:

# XXI Ficha técnica y estrategias de la Región Ecológica 4.32, de la Unidad Ambiental Biofísica 5. Sierras y Piedemontes El Cabo

<table>
<tr>
<td rowspan="2">
</td>
<td colspan="3">REGIÓN ECOLÓGICA: 4.32<br>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:<br>5. Sierras y Piedemontes El Cabo<br>24. Serranía del Burro (de Coahuila)</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Localización:<br>5. Sur de Baja California Sur<br>24. Norte de Coahuila</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Superficie en km$^2$:<br>5. 7,428.10<br>24. 13,462.34<br>Superficie Total:<br>20,890.44 km$^2$</td>
<td>Población por UAB:<br>5. 247,974<br>24. 796<br>Población Total:<br>248,770 hab.</td>
<td>Población Indígena:<br>5. Sin presencia<br>24. Sin presencia</td>
</tr>
<tr>
<td>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</td>
<td colspan="3">5. <u>Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto.</u> Muy baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Sin degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 45.5. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de tipo comercial. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.<br>24. <u>Estable. Conflicto Sectorial Nulo.</u> Niveles medios superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja y no hay superficies urbanas. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Sin información. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación, Forestal y Pecuario. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 8.8. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Escenario al 2033:</td>
<td colspan="2">5. Inestable.<br>24. Medianamente estable</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Política Ambiental:</td>
<td colspan="2">5, 24 - Preservación y Aprovechamiento sustentable</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Prioridad de Atención:</td>
<td colspan="2">5. Baja<br>24. Muy baja</td>
</tr>
</table>

| UAB | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Estrategias sectoriales |
|---|---|---|---|---|---|
| **5** | Preservación de Flora y Fauna | Turismo | Forestal - Minería | CFE- Ganadería - SCT | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 33, 37, 43, 44 |
| **24** | Preservación de Flora y Fauna | Forestal - Ganadería - Minería | Turismo | Industria - PEMEX | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 36, 37, 42, 44 |

| **Estrategias. UAB 5** | |
|---|---|
| Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio | |
| A) Preservación | **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. |
| B) Aprovechamiento sustentable | **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 recursos forestales.<br>**8.** Valoración de los servicios ambientales. |
| C) Protección de los recursos naturales | **12.** Protección de los ecosistemas. |
| D) Dirigidas a la Restauración | **14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | **15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.<br>**15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.<br>**19.** Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.<br>**20.** Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.<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). |
| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | |
| C) Agua y Saneamiento | **27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional | **30.** Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. |
| E) Desarrollo Social | **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.<br>**35.** Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. |
| Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial | **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. |

| Estrategias. UAB 24 | |
|---|---|
| Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio | |
| A) Preservación | **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. |
| B) Aprovechamiento sustentable | **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 recursos forestales.<br>**8.** Valoración de los servicios ambientales. |
| C) Protección de los recursos naturales | **12.** Protección de los ecosistemas.<br>**13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. |
| D) Dirigidas a la Restauración | **14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | **15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.<br>**15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.<br>**16.** Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.<br>**17.** Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).<br>**18.** Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.<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). |
| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | |
| E) Desarrollo Social | **36.** Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.<br>**37.** Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. |
| Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | |
| A) Marco Jurídico | **42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial | **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. |

A) Preservación

Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad- Este proyecto es de muy reducidas dimensiones, consiste en un club deportivo, en el lugar se encuentran algunos ejemplares de vegetación aunque no hay especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán reubicadas a un polígono designado para este efecto para permanecer a manera de ornato. Estas superficies serán mantenidas de forma adecuada mediante riego constante.

Recuperación de especies en riesgo- Las especies en riesgo, tal como las define la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encuentran al interior del terreno de este proyecto.

Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad- Para el conocimiento del ecosistema se ha realizado un estudio de flora y fauna del sitio del proyecto, así como su análisis, de manera que se puede monitorear y verificar mediante la identificación de los indicadores principales (presencia-ausencia de aves reptiles y mamíferos, tasa de sobrevivencia de ejemplares rescatados) y su variabilidad en el tiempo.

B) Aprovechamiento sustentable- El Proyecto no contempla de ninguna manera el aprovechamiento económico de ecosistemas, extracción de especies, genes y recursos naturales, no contempla el aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios ni de los recursos forestales. El aprovechamiento

del paisaje y del terreno en sí mismo será sustentable, debido a que las actividades que se realizarán como parte de este proyecto están limitadas a habitación y vivienda, y conlleva casi la mitad de la superficie del terreno como áreas ajardinadas o permeables.

C) Protección de los recursos naturales- Para la protección del ecosistema se realizará un adecuado mantenimiento de los individuos que existen en el predio, mismos que de ser necesario podrían ser reubicados a un lado de la casa. No hay mayor remoción de vegetación y no hay alteración de fauna.

E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios- En este sentido, el presente proyecto no realizará aprovechamiento alguno de recursos naturales no renovables, no realizará actividades mineras. Sin embargo, para mitigar el incremento de emisiones de Gases Efecto Invernadero y los efectos del Cambio Climático, el proyecto promueve mucho el adecuado mantenimiento de sus instalaciones, el uso sustentable de agua, la apropiada colocación de botes de basura, no apropiación de flora o fauna, la no generación de ruido excesivo.

C) Agua y Saneamiento- Este proyecto contará con provisión de energía eléctrica otorgado por la CFE y los servicios hidrosanitarios solventados por suministro municipal.

D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional- El camino de acceso al sitio del proyecto actualmente se encuentra funcional y en uso mediante Vía de Lerry. El proyecto no necesita infraestructura o equipamiento adicional a la infraestructura que forma parte de este proyecto. Este proyecto contará con provisión de energía eléctrica otorgado por la CFE y los servicios hidrosanitarios solventados mediante el municipio.

Planeación del ordenamiento territorial- En este sentido, dado que actualmente esas tierras se encuentran sin uso productivo, pero el terreno ya es propiedad privada y se encuentra enlistado con clave catastral, al insertar este proyecto estas tierras comenzarán a generar empleos durante su desarrollo y actividades productivas ligadas durante su operación y mantenimiento.

No obstante estas estrategias y su vinculación al proyecto, se enumeran las relaciones al proyecto respecto de los lineamientos ecológicos de esta UGA:

Lineamientos ecológicos a cumplir de POEGT en su Unidad Ambiental Biofísica 5, Sierras y Piedemontes El Cabo.

| Lineamientos ecológicos para la Unidad Ambiental Biofísica 5 | Vinculación del proyecto |
|---|---|
| Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio. | El sitio del proyecto se localiza en una región particularmente rica en vegetación autóctona, con numerosas especies endémicas. Sin embargo dentro del terreno del proyecto hay pocos ejemplares de arbustos. **Otra caracteristica importante es que al menos 4,842.897 m$^2$, se dejan formando parte de areas sin afectar la permeabilidad**. Es por esta razón que la naturaleza propia del proyecto es precisamente la protección del patrimonio natural y cultural del sitio, puesto que promueve vivienda sin menoscabo de areas ajardinadas y respetando la vegetación local. |
| Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área. | En este sentido, el proyecto se promueve a sí mismo ante la sociedad como un proyecto “de poco impacto”, entendiendo con esto, a algo que no impacta al ambiente de manera agresiva, que usa materiales no contaminantes, y que lleva a cabo actividades consideradas como amables ambientalmente. No es agresivo en impacto ambiental porque dejará amplios espacios de areas ajardinadas. |
| Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a traves de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud. | El proyecto es congruente con este lineamiento. |

| | |
|---|---|
| Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural. | El proyecto es congruente con este lineamiento. Con los estudios ambientales realizados, así como los monitoreos constantes de las autoridades responsables, de esta manera y aunado a las propiedades del proyecto en sí, tenemos que entre los mecanismos del gobierno, el promovente y la sociedad este proyecto ayuda a la conservación, protección y restauración del capital natural. |
| Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil. | El proyecto es congruente con este lineamiento. Se preservará la flora y fauna mediante su adecuado mantenimiento. |
| Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural. | El proyecto es congruente con este lineamiento. El aprovechamiento del sitio por este proyecto es sustentable. |
| Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial. | El proyecto es congruente con este lineamiento. En los estudios ambientales y en los diversos permisos otorgados por la autoridad se brinda información del ecosistema y del proyecto mismo, información que sirve para la planeación sectorial. |
| Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer mas eficiente al sistema económico. | El proyecto es congruente con este lineamiento. Involucra al sector de construcción asi como al sercor de prestacion de servicios. |
| Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable. | No aplica al proyecto. |
| Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a traves de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | El proyecto es congruente con este lineamiento. Las características del proyecto establecen el cuidado de la flora y el cuidado del agua. Cuenta con suministro de agua potable municipal. |

## III.4 *DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS*

El predio en estudio y superficie solicitada para el CUSTF no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida o colindante a una, así como tampoco a Humedales de Importancia Internacional RAMSAR y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, AICAs, esto de acuerdo a la Regionalización elaborada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), implicando esta la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitat y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis.

Tampoco se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria y Región Marina Prioritaria, sin embargo este terreno **si se encuentra inserto dentro de una Región Hidrológica Prioritaria**.

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.

En términos hidrológicos, el sitio del proyecto se localiza en una microcuenca hidrológica que representa influencia para esta Región Hidrológica Prioritaria.

De acuerdo a la CONABIO, en su página http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hmapa.html, 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.

De acuerdo a la regionalización de CONABIO el sitio del proyecto se localiza cartográficamente a la **Región Hidrológica Prioritaria 10 Sierra de La Laguna y Oasis Aledaños**. Su extensión es de aproximadamente 5,398.63 km$^2$, y el polígono que la envuelve se encuentra entre la Latitud 23° 47' 34'' – 22°52'12'' N y la Longitud 110°16'48'' – 109°24'36'' W.

En términos hidrológicos, el sitio del proyecto se localiza en una microcuenca hidrológica que representa una influencia limitada para esta Región Hidrológica Prioritaria. Esta problemática se refleja en los insumos legales locales como el POEL de Los Cabos y el PDU-2040 San José del Cabo-Cabo San Lucas, mismos que indican los términos de referencia, las regulaciones y condicionantes para los desarrollos que se asienten en esta zona.

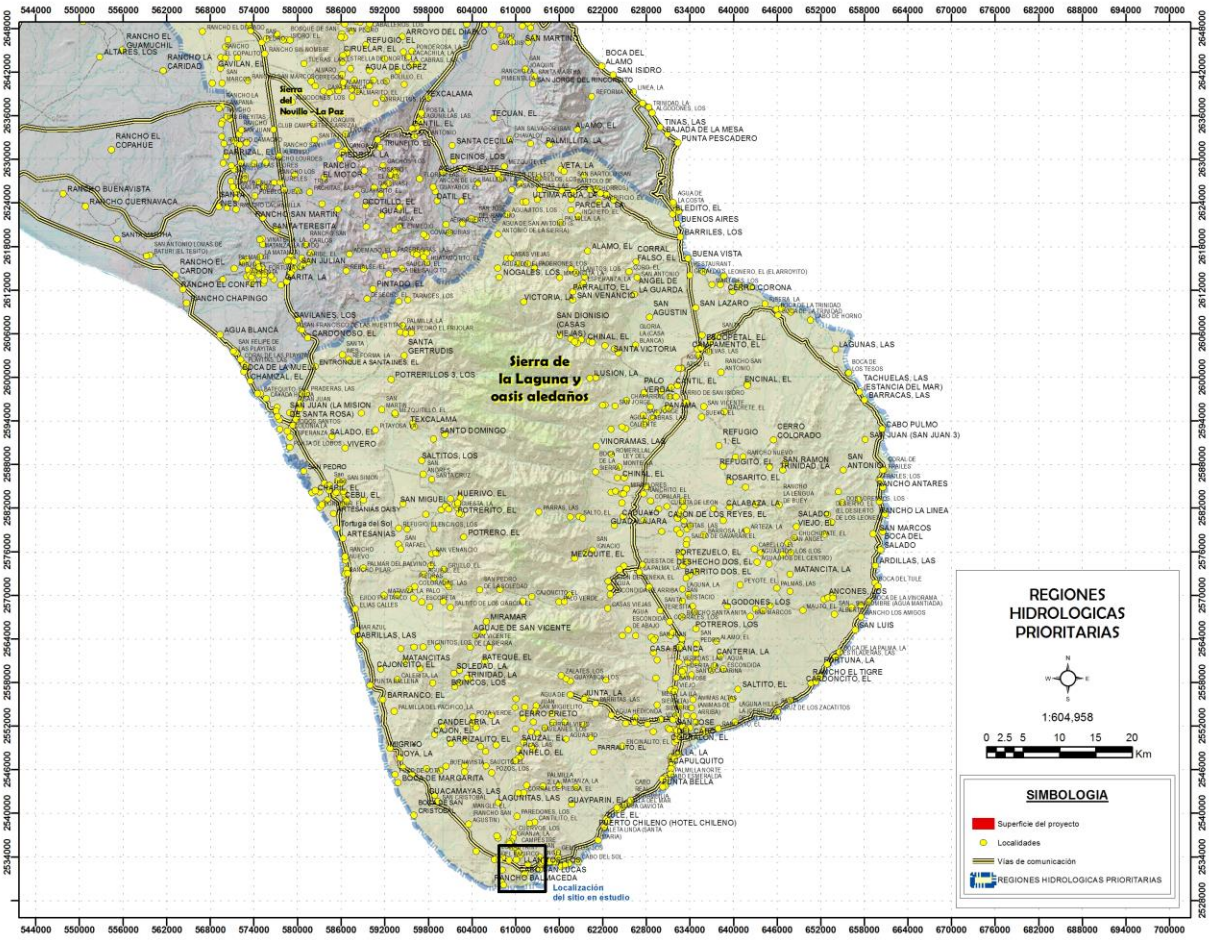



Figura 13. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas prioritarias.

## RHP 10. SIERRA DE LA LAGUNA Y OASIS ALEDAÑOS

**Limnología básica:** Todos Santos: manto freático menor a 1.5 km$^2$; precipitación invernal mayor a 10.2 mm. Santiago: manto freático menor a 1.5 km$^2$, con aporte de los arroyos Agua Caliente y San Jorge; precipitación de 5 a 10 mm.

**Geología/Edafología:** suelos de tipo Regosol, Litosol, Cambisol y Fluvisol. Santiago es un manto subterráneo, se encuentra en una zona de mesetas de disección formadas a partir de antiguos depósitos de material arenosos provenientes de la Sierra de la Laguna y se mantienen gracias a los arroyos de Agua Caliente y San Jorge. Su extensión es menor a 1.5 km$^2$. San Bartolo es un oasis formado por un manantial que nace en el cauce de un arroyo temporal, con suministros de agua significativos en la época de lluvias. La hidrogeología de la cuenca indica que el manantial principal es alimentado por aportaciones provenientes de fisuras y grietas (permeabilidad secundaria). Por las mismas escurren caudales de agua provenientes de un acuífero semiconfinado emplazado en el cerro La Campana.

**Características varias:** es una isla de vegetación rodeada de desierto; alberga a la mayor biodiversidad del estado. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno, semiseco semicálido, seco semicálido, muy seco muy cálido y seco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-26ºC. Precipitación total anual de 100-700 mm.

Principales poblados: San José del Cabo, Todos Santos, Santiago, San Bartolo, Cabo San Lucas

Actividad económica principal: ganadería extensiva, agricultura extensiva e intensiva, turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

**Biodiversidad:** tipos de vegetación: selva baja caducifolia, bosques de pino-encino, de pino, de encino, matorral sarcocaule, palmar y manglares La Sierra de la Laguna se le considera como un centro de evolución reciente; por su aislamiento, la flora y la fauna presentan una alta riqueza específica e incidencia de especies y subespecies endémicas y representa un hábitat de fauna neártica. Flora característica: *Anemopsis californica, Arbutus peninsularis, Cassia emarginata, Cyperus* sp., *Eritrina flagelliformis, Euphorbia* spp. *Lysiloma divaricata, Pinus lagunae, Pithecellobium mexicanum, Plumeria acutifolia, Phragmites communis, Quercus devia, Typha domingensis*. Palmar de *Cocos nucifera, Phoenix dactilifera, Prosopis articulata y Washingtonia robusta*. Comprende también, subflora de la costa central del Golfo como *Bursera hindsiana, B. microphylla, Encelia farinosa, Euphorbia misera, Fouquieria peninsularis, F. splendens, Jatropha cinerea, Larrea tridentata, Opuntia cholla, O. clavellina, Pachycereus pringlei, Pedilanthus macrocarpus*. En Todos Santos, las plantas importantes son: *Baccharis salicifolia, Bursera microphylla, Jatropha cinerea, Phoenix dactylifera, Washingtonia robusta.* Fauna característica: de moluscos *Alabina crystallina, Alvania electrina, A. gallegosi, A. herrerae, A. lucasana, Anachis berryi, A. hannana, Arene socorroensis* (en rocas), *Astraea (Uvanilla) olivacea* (zona sublitoral rocosa), *Barleeia carpenteri, Bittium nitens, Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Cerithiopsis aurea, Chaetopleura mixta* (zona litoral), *Collisella discors* (litoral), *C. strongiana* (litoral), *Crassispira (Monilispira) appressa* (zonas rocosas), *C. pluto* (litoral rocoso), *Cyclostremiscus loweri, Donax (Chion) punctatostriatus, Haplocochlias cyclophoreus, H. lucasensis, Lepidozona clathrata* (bajo rocas), *L. serrata* (bajo rocas y piedras), *Leptopecten palmeri, Littorina albicarinata* (en cavidades, junto a balanos), *Lucina lingualis, Mitrella xenia, Neorapana tuberculata* (litoral rocoso), *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Opalia exopleura, Pterotyphis fayae* (zona litoral), *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Rissoella bifasciata, Rissoina bakeri, Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica, Tegula lingulata mariamadre* (zona sublitoral), *Turbo funiculosus* (rara); de peces *Agonostomus monticola, Awaous banana, Citharichthys gilberti, Dormitator latifrons, Eleotris picta, Eucinostomus gracilis, Gerres cinereus, Gobiomorus maculatus, Lutjanus novemfasciatus, Mugil cephalus, M. curema, Pomadasys bayanus, Pseudophallus starksii*; reptiles y anfibios *Bipes biporus*, *Cnemidophorus maximus, Crotalus enyo, C. ruber, Ctenosaura hemilopha, Masticophis aurigulus, Natrix valida, Nerodia valida,*

*Petrosaurus thalassinus, Phyllodactylus xanti, Pseudacris regilla, Scaphiopus couchii, Sceloporus hunsakeri, S. licki, S. monserratensis, S. sosteromus, Sonora mosaueri, Trachemys scripta, Xantusia vigilis*; de aves residentes *Callipepla californica, Calypte costae, Campylorhynchus brunneicapillus,* el carpintero de Gila *Centurus uropygialis, Hylocharis xantusii,* el bolsero cuculado *Icterus cucullatus,* el bolsero tunero *I. parisorum, Zenaida asiatica clara;* de aves migratorias *Charadrius wilsonia beldingi, Cistothorus palustris, Colymbus dominicus bangsi, Fregata magnificens rothschildi, Oceanodroma tethys tethys, Phaeton aethereus mesonauta, P. rubricuada rothschildi, Pterodoma cookii orientalis, Puffinus pacificus chlororhynchus, Spizella breweri, Sterna fuscata crissalis, Sula dactylatra californica, S. leucogaster brewsteri, Tachycineta bicolor, Vermivora celata, Wilsonia pusilla;* de mamíferos *Ammospermophilus leucurus, Antrozous pallidus, Canis latrans, Chaetodipus spinatus, Dipodomys merriami, Eptesicus fuscus, Lepus californicus, Macrotus californicus, californica californica, Peromyscus eva, P. maniculatus, Pipistrellus hesperus, Spilogale putorius, Tadarida brasiliensis, Thomomys bottae, Urocyon cinereoargenteus.* Especies endémicas: de plantas *Jatropha vernicosa, Mammillaria petrophila, Morangaya pensilis*; de reptiles y anfibios: *Bogertophis rosaliae, Chilomeniscus stramineus, Coluber aurigulus, Eridiphas slevini, Eumeces lagunensis, Gerrhonotus paucicarinatus*, *Masticophis aurigulus*, *Phyllodactylus unctus, Thamnophis digueti, T. elegans, Tantilla planiceps, Uta thalassina;* de aves *Glaucidium hoskinsii, Geothlypis beldingi, Hylocharis xantusii, Junco bairdi, Toxostoma cinereum, Turdus confinis;* de mamíferos *Myotis velifer peninsularis, Oryzomys couesi, Sorex ornatus lagunae.* Especies amenazadas: de peces *Fundulus lima*; de reptiles y anfibios *Urosaurus nigricaudus;* de aves *Accipiter cooperii, A. striatus, Anas discors*, el pájaro *azul Aphelocoma coerulescens hypoleuca*, *Aquila chrysaetos, Bubo virginianus, Buteo jamaicensis, Circus cyaneus,* el tapacamino *Chordeiles acutipennis inferior*, la paloma serrana *Columba fasciata vioscae*, el mosquerito común *Contopus sordidulus peninsulae*, el mosquerito verdín *Empidonax difficilis cineritius, Falco columbarius, Geothlypis beldingi*, el tecolotito *Glaucidium gnoma,* el colibrí peninsular *Hylocharis xantusii,* el bolsero cuculado *Icterus cucullatus, I. parisorum,* el junco *Junco phaeonotus bairdii,* el carpintero arlequín *Melanerpes formicivorus angustifrons*, *M. uropygialis,* el tecolote enano *Micrathene whitneyi sanfordi*, el copetón común *Myiarchus cinerascens pertinax*, la lechucita *Otus kennicottii xantusi*, el copetoncito *Parus inornatus cineraceus*, el carpintero chollero *Picoides scalaris lucasanus*, el escarbador *Pipilo erythrophthalmus magnirostris,* el escarbador café *P. fuscus albigula,* el sastrecito *Psaltriparus minimus grindae*, el saltapalo *Sitta carolinensis lagunae*, *Sterna antillarum*, el zorzal *Turdus assimilis confinis,* la primavera *T. migratorius confinis*, el vireo solitario *Vireo solitarius lucasanus*, el vireo oliváceo *V. huttoni cognatus*, el vireo gorjeador *V. gilvus victoriae*, la paloma de alas blancas *Zenaida asiatica clara*; de mamíferos *Neotoma lepida notia, Odocoileus hemionus peninsulae, Peromyscus truei lagunae, Sorex ornatus lagunae*, *Thomomys umbrinus alticolus* y macrofitas acuáticas*;* todas estas especies amenazadas por sobreexplotación acuífera.

**Aspectos económicos:** turismo en Los Cabos. En Santiago existen cultivos de aguacate, albahaca, calabaza, ciruela, guayaba, jitomate-cherry, lechuga, limón, maíz, mango, naranja, papaya, plátano y sorgo. Plantas cultivables: *Arundo donax, Citrus aurantiifolia limmetta, C. aurantium, Cocos nucifera tasiste, Coffea arabica, Mangifera indica, Persea americana, Phoenix dactylifera, Prunus purpurea, Psidium guajava, Punica granatum, Ricinus communis, Saccharum officinarum* y *Washingtonia robusta.* Pesquería de crustáceos *Macrobrachium americanum y M. tenellum.*

**Problemática:**

- Modificación del entorno: por obras de ingeniería, asentamientos humanos, ganadería extensiva, desforestación. En Santiago: azolve, sobreexplotación de agua, desmonte del palmar.
- Contaminación: por turismo y descarga de efluentes domésticos.
- Uso de recursos: el oasis Santiago provee de agua a poblaciones aledañas importantes. Tala de carrizo y palma de hoja para fines de paisaje.

**Conservación:** se necesita un ordenamiento de la infraestructura turística y ecológica. Santiago representa la zona agrícola más importante de todos los oasis. Sin embargo las prácticas de la ganadería extensiva, la apertura de caminos y el abandono de campos de cultivo en zonas cercanas al

oasis han acelerado el proceso de transporte de partículas, contribuyendo al azolve de la antigua laguna. En relación al palmar, la sobreexplotación del agua para actividades productivas ha ocasionado su desmonte y su utilización como áreas de cultivos. Comprende a la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna desde 1994.

**Grupos e instituciones:** Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma de Baja California Sur; Universidad Nacional Autónoma de México.

Como podemos ver, esta RHP tiene como problemática principal la contaminación ocasionada por el turismo, uso de recursos, principalmente en el Oasis Santiago, y asentamientos humanos, problema relacionado con el presente proyecto. Para regular esto, se hace mención de un ordenamiento, mismo que existe y contiene las reglamentaciones necesarias para su regulación, por lo que este proyecto debe supeditarse a ese insumo legal.

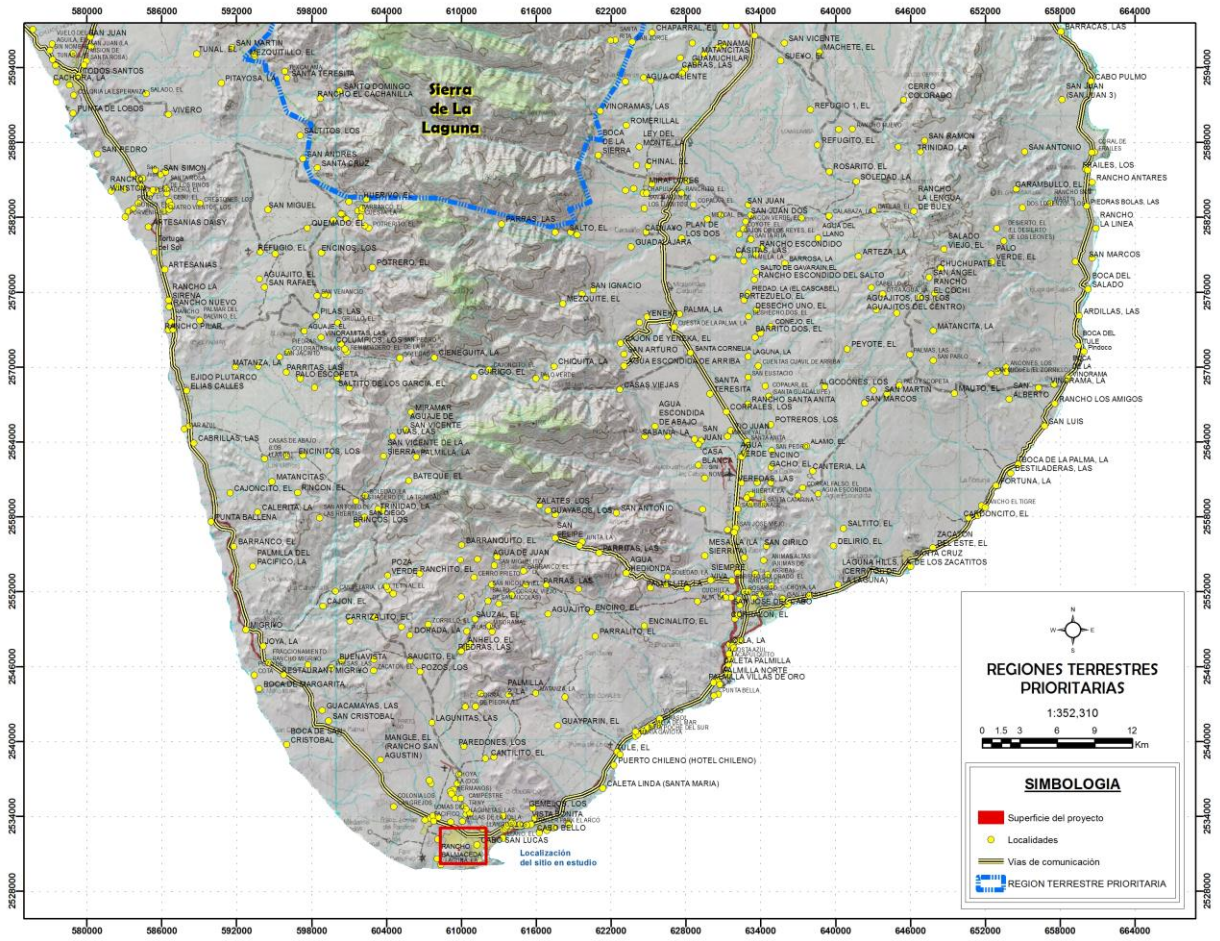



Figura 14. Ubicación del proyecto respecto de la Región Terrestre Prioritaria más cercana.

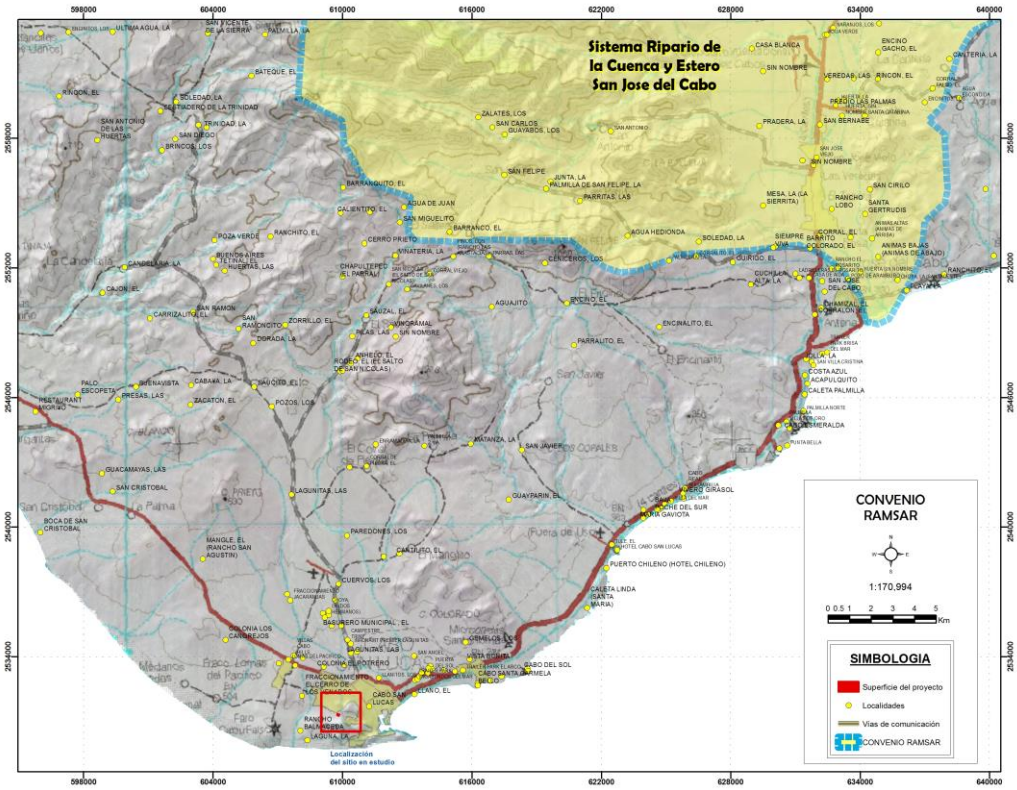



Figura 15. Los sitios de la Convención RAMSAR más cercanos al sitio del proyecto.

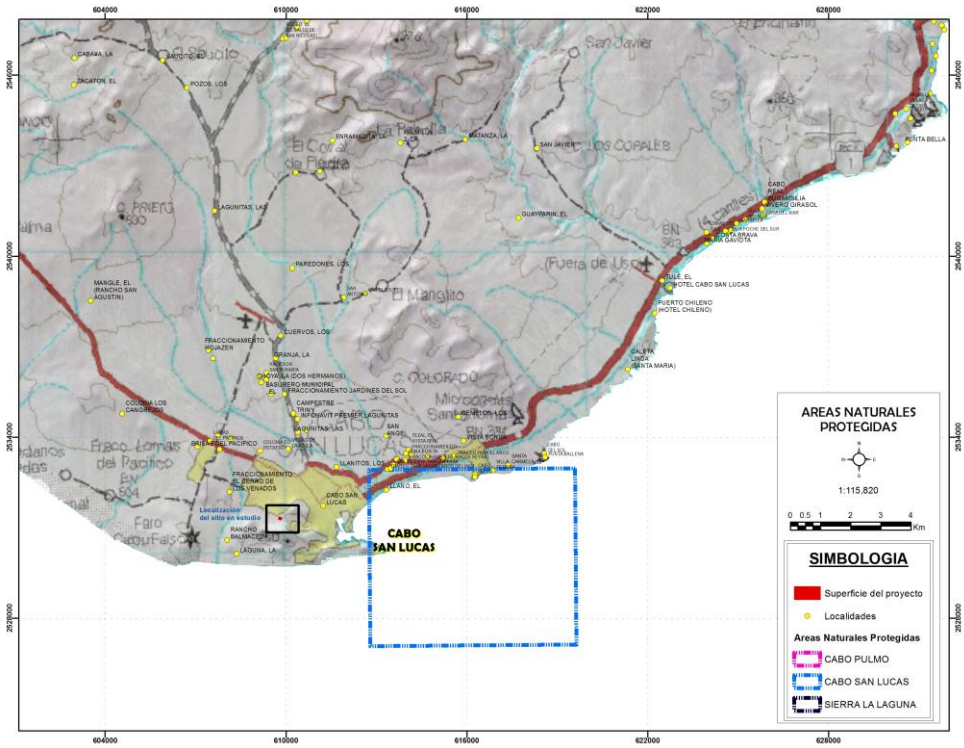



Figura 16. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas más cercanas.

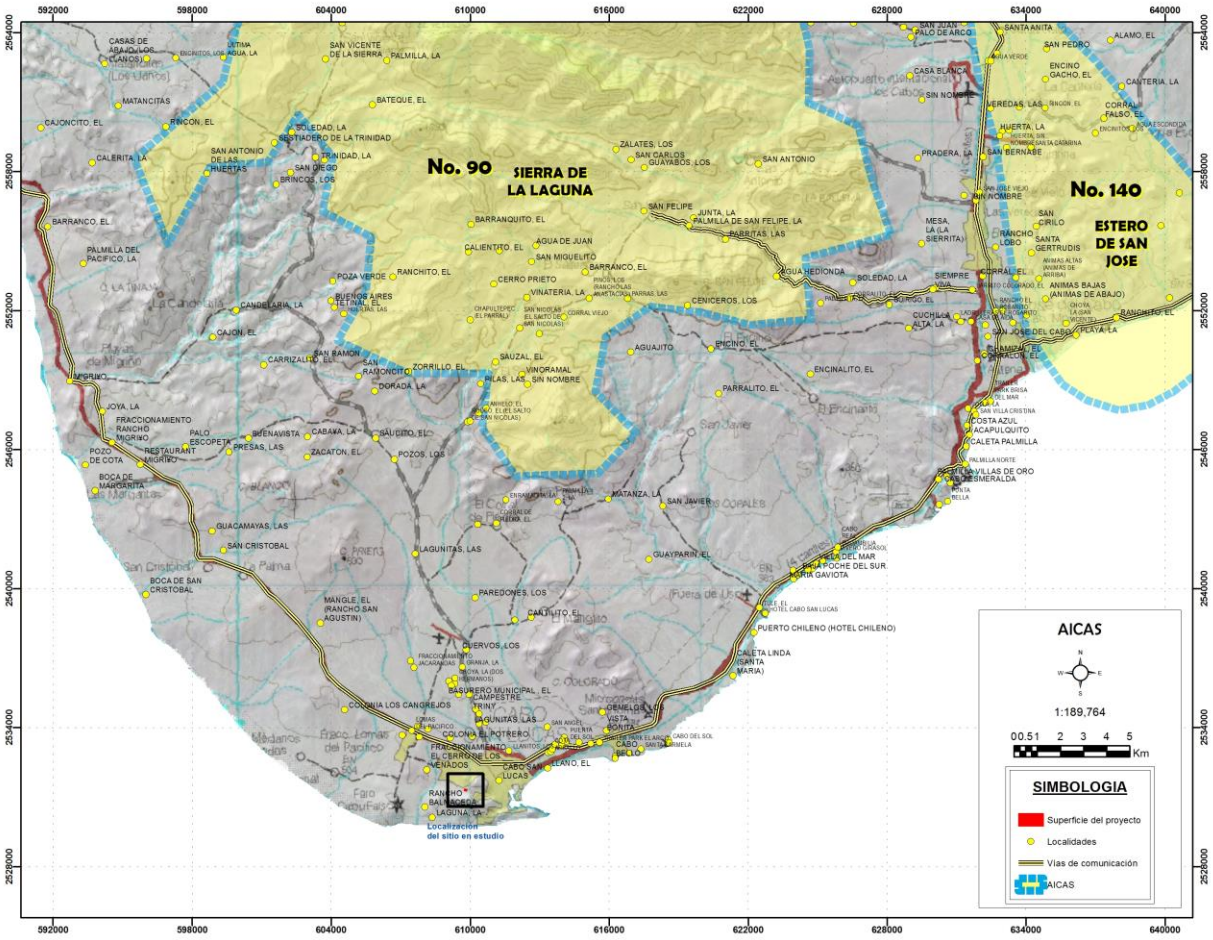



Figura 17. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios de importancia para las aves, AICAs.

# III.5 *Orden Municipal*

## III.5.1 Plan Municipal de Desarrollo de Los Cabos 2024-2027

El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 (PMD) es el instrumento de planeación que recopila y articula el conjunto de opiniones ciudadanas respecto a las principales problemáticas del Municipio con el objetivo de establecer la visión en ejes estratégicos, proyectos, acciones y metas que se deberán emprender para guiar el desarrollo de las políticas públicas del Gobierno municipal.

Principales temáticas identificadas por eje rector.

Eje 1 Bienestar e inclusión social. Protección integral de niños, niñas y adolescentes. Orden social y participativo.

Eje 2 Desarrollo económico sostenible. Desarrollo rural. Apoyo a pequeñas y medianas empresas.

Eje 3 Gestión integral del agua. Gestión del agua y saneamiento. Cultura del agua.

Eje 4 Infraestructura y movilidad. Gestión y estrategia de movilidad. Regularización urbanística.

Eje 5 Servicios públicos integrales. Atención y mantenimiento a caminos rurales. Mantenimiento de vialidades y accesos.

Eje 6 Construyendo una mejor seguridad pública. Seguridad preventiva. Regulación de tránsito.

Eje 7 Gobierno innovador y transparente. Planificación municipal. Gestión administrativa.

Eje 8 Protección ecológica y conservación de los recursos naturales. Conservación de ecosistemas naturales. Gestionar áreas protegidas, reservas naturales y zonas de conservación.

La alta participación en la modalidad digital refleja el crecimiento del acceso a la tecnología en el municipio. Sin embargo, la implementación de foros presenciales y buzones permitió involucrar a sectores de la población con menor acceso a herramientas digitales, asegurando una consulta más inclusiva.

Al 2020, el municipio cuenta con dos localidades urbanas que superan los 100,000 habitantes (San José del Cabo y Cabo San Lucas), 13 localidades rurales con una población entre 100 y 2500 habitantes (La Ribera, Miraflores, El Campamento, Buenavista, Santa Catarina, Santiago, Matancitas, Caduaño, Santa Cruz, El Ranchito, Agua Caliente Boca de la Sierra y Santa Bárbara); y 717 localidades rurales con menos de 100 habitantes.

Las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo por su población de 203,722 hab. y 136,285 hab. son los dos principales asentamientos dentro del límite de centro de población (PDU 2040) incluyendo a las cinco comunidades que antes eran consideradas localidades rurales (La Playa, Santa Anita, La Choya, Las Ánimas Bajas y Las Ánimas Altas) que actualmente forman parte de la ciudad de San José del Cabos.

En la ciudad de Cabo San Lucas, existen siete asentamientos irregulares que cuentan aproximadamente con 8,293 viviendas habitadas con 31,653 habitantes; ubicados principalmente sobre la zona conocida como Tierra y Libertad, El Caribe Bajo, Cactus, Las Torres o Vista Azul, Invasión Chula Vista, Invasión Las Palmas y Ampliación Progreso. Los dos asentamientos más grandes se localizan en las inmediaciones de las colonias Lomas del Sol y El Caribe sobre el arroyo San Lucas. Asimismo, la ciudad de San José del Cabo presenta seis asentamientos irregulares, aproximadamente con 2,990 viviendas habitadas que aloja un aproximado de 10,351 habitantes; ubicados en el Vado de El Zacatal, el Vado de Santa Rosa, Vado de Vista Hermosa, Nueva Esperanza y La Ballena Segunda Etapa. El asentamiento irregular colindante con la colonia Santa Rosa presenta dos etapas de crecimiento conocidas como El Vado de Santa Rosa y El Vado de Santa Rosa Oeste, siendo estas dos últimas con el mayor número de población.

Vivienda y servicios

En el municipio de Los Cabos se registraron 121,645 viviendas totales, de las cuales 101,934 viviendas particulares habitadas con una cifra de 350,193 ocupantes con un promedio de ocupación son de 3.4 por habitantes por vivienda. Asimismo, se identificaron 10,361 viviendas particulares desocupadas y 9,303 viviendas particulares de uso temporal. Es importante destacar que, el 91.5% del total de viviendas del municipio se registró dentro de las localidades de San José del Cabo y Cabo San Lucas, con un total de 97,519 viviendas particulares habitadas, con un total de 335,988 habitantes.

En 2020, en el municipio de Los Cabos la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 29.1% y 21.7%, respectivamente, y se registraron los siguientes datos, según INEGI 2020:

Disponibilidad de servicios y equipamientos:

- Agua entubada 76.9%
- Drenaje 97.5%
- Servicio Sanitario 98.7%
- Energía eléctrica 98.3%
- Tinaco 77.7%
- Cisterna o aljibe 31.1%

Servicios y conectividad en la vivienda:

Acceso a tecnologías:

- 62.4% tiene acceso a internet
- 41.2% dispone de computadora
- 95.1% dispone de celular

Entretenimiento:

- 50.9% disponen de televisa pagado
- 27.9% disponen de servicio de películas
- 13.7% Disponen de consola de videojuegos

Falta de vivienda social asequible.

Una problemática es la falta de oferta en la vivienda social, es por ello que para su análisis se tomó en consideración los datos de CONEVAL 2020 que estima que un 31.7% de la población se encuentran en situación de pobreza para el municipio de Los Cabos, es decir, que además de presentar alguna carencia también percibe un ingreso menor al salario mínimo con lo cual, en base al tabulador de financiamiento de INFONAVIT un trabajador con un salario mínimo de $7,468 pesos mensuales, sería susceptible a un crédito de vivienda por 300 mil pesos en caso de ser derechohabiente de esta prestación. A su vez en el portal de estadísticas de INFONAVIT, se identificó una demanda potencial al sexto bimestre de 2020 sobre créditos para vivienda de 12,383 quienes mantenían 2.6 salarios UMA (Unidad de Medida y Actualización), es decir un salario aproximado de $14,454.024.

Lo anterior permite confirmar que existe un elevado déficit de oferta de alternativas de vivienda para el sector que se encuentra en situación de pobreza.

La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) ha informado que, en el primer trimestre de 2023, el precio de las viviendas en Los Cabos, Baja California Sur, aumentó 17.7%. Esto convierte a Los Cabos en uno de los municipios donde más se disparó el precio de las viviendas adquiridas con crédito hipotecario. Esto se debe a diferentes factores relacionados por el aumento del costo de los materiales de la construcción, la falta de desarrolladores que se dediquen a la construcción de vivienda de interés social, y a su vez, la demanda por adquirir una vivienda y en cuanto el ámbito político las gestiones de políticas públicas para adquirir reservas territoriales.

**VINCULACION**

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de Los Cabos para 2025-2027 se vincula principalmente a través del **Instituto Municipal del Deporte (INDEM Los Cabos)** y mediante la **participación en programas y proyectos** específicos, como el plan maestro para la Ciudad Deportiva. El objetivo es

alinear las actividades del club con las políticas públicas municipales para fomentar la cultura física y el deporte.

El INDEM es la entidad responsable de formular y coordinar el Programa Deportivo Anual del Municipio. Los clubes deportivos pueden vincularse a través de este instituto, participando en la planificación y ejecución de actividades, capacitaciones para entrenadores y programas deportivos en colonias y delegaciones.

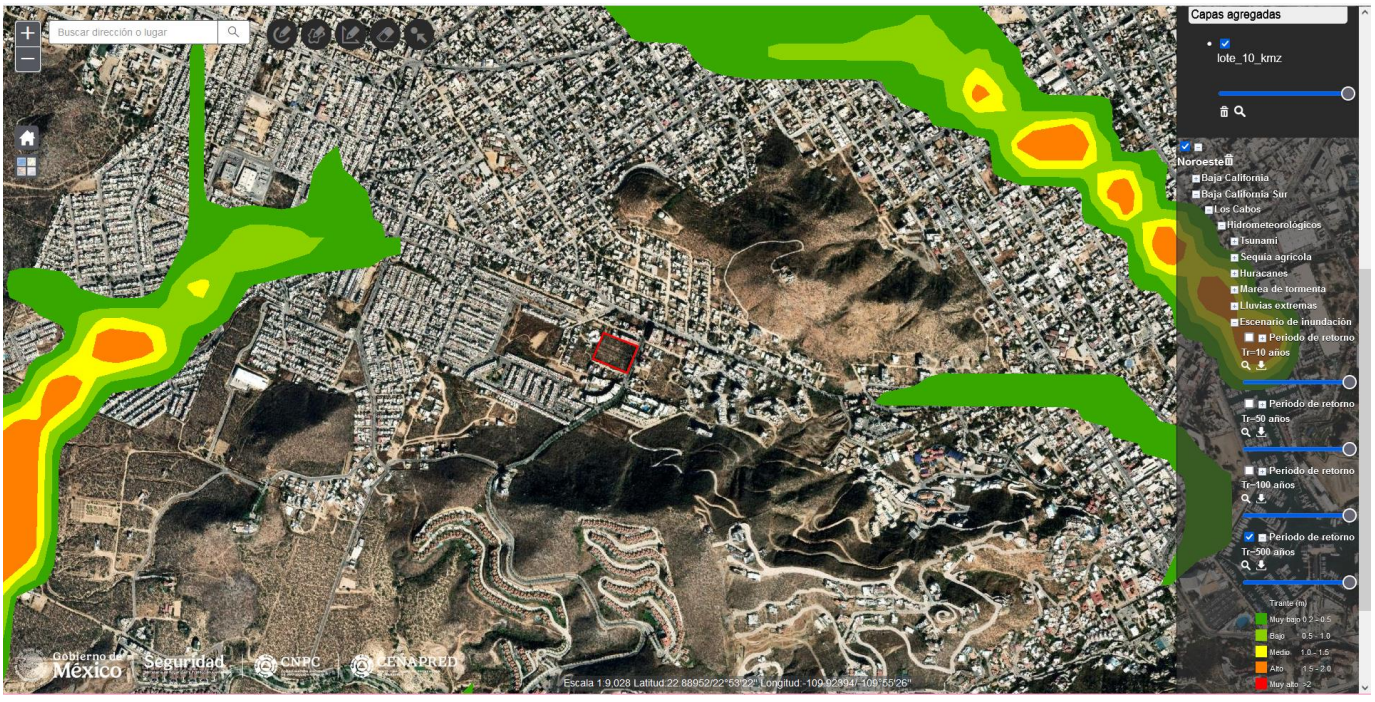
La junta de gobierno del INDEM sesiona periódicamente y en estas instancias se puede presentar propuestas y discutir la implementación de programas deportivos.

Un ejemplo destacado es el **Plan Maestro para la Ciudad Deportiva en Cabo San Lucas**, que se está desarrollando con la participación de diferentes sectores de la sociedad, incluyendo la iniciativa privada y organizaciones deportivas. Los clubes pueden participar en mesas de trabajo y aportar ideas para el diseño y uso de estas instalaciones.

El PMD busca mejorar la calidad de vida de los habitantes, atender grupos vulnerables y reducir la marginación, y el deporte se considera una herramienta fundamental para estos fines. Los clubes pueden diseñar programas que contribuyan a estos objetivos, por ejemplo, ofreciendo actividades para la niñez o en áreas de alta necesidad social.

Para la elaboración de los planes municipales de desarrollo (como el 2024-2027), se realizan foros de consulta popular donde la ciudadanía y las organizaciones, incluidos los clubes deportivos, pueden presentar sus necesidades, propuestas y proyectos para que sean considerados en las políticas públicas.

La vinculación requiere una **participación activa y coordinada** por parte del club deportivo con las autoridades municipales, principalmente a través del INDEM, para asegurar que sus actividades y metas contribuyan a los objetivos generales establecidos en el Plan Municipal de Desarrollo de Los Cabos.




De acuerdo con el Atlas de Riesgos de Los Cabos, el riesgo de inundacion a un periodo de 500 años en esta zona ES NULO.

El crecimiento económico del municipio depende principalmente del sector turismo, particularmente de las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo. Ambas ciudades han experimentado un crecimiento demográfico y urbano relevante, derivado principalmente de la inmigración del mismo estado y de otros estados de la república, que a su vez ha generado fuerte presión sobre el capital natural.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), el municipio de Los Cabos cuenta con una población total de 351,111 habitantes. En los últimos 30 años la población total se ha incrementado en 307,191 habitantes; el periodo de mayor crecimiento demográfico fue de 2000 a 2010 cuando la población se incrementó en 133,018 habitantes. Así mismo, de 2010 a 2020 la población incrementó en 112,624 habitantes.

Dentro de las principales problemáticas identificadas en este rubro se tiene la escasa oferta de vivienda principalmente de tipo económica y de interés social para personas con ingresos inferiores a 2 salarios mínimos, considerando que el CONEVAL señala que un 28.5% de la población municipal se encuentra en pobreza, es decir que además de presentar alguna carencia percibe un ingreso menor a 2,542 pesos, y que de acuerdo al Infonavit el monto de crédito máximo para este ingreso es de 191,793 pesos; esto considerando a las personas que cuentan con este financiamiento, y que la vivienda más económica en el mercado actual es alrededor de 500,000 pesos, evidencia claramente la cantidad de personas que no pueden acceder a una vivienda.

Es el alto costo del suelo el que representa uno de los mayores retos para aumentar la oferta en este sentido; cercanas a la mancha urbana con acceso a servicios.

Adicionalmente a esto, a pesar de que en indicadores del Estudio Justificativo para la gestión de suelo y vivienda de Los Cabos señalan que existe un porcentaje de vivienda desocupada del 18.2%, simultáneamente se observan altos costos para la vivienda en renta, lo cual no contribuye a la mitigación de esta problemática.

Como consecuencia de este problema, los asentamientos informales crecen cada día y el problema es más crítico cuando estos suceden en zonas de riesgo; esto expone a miles de familias año con año, además de las condiciones de marginación y precariedad adjudicada a su situación jurídica.

El estudio antes mencionado identifica que se requieren aproximadamente 132 Has., de suelo sólo para abatir el rezago actual.

Adicionalmente al déficit también se identifica como problemática la calidad y servicios de la vivienda, donde de acuerdo a datos de CONEVAL se señala que:

Según la ONU-Hábitat, el hacinamiento corresponde a uno de los indicadores más importantes para medir la prosperidad urbana de las ciudades con relación a la infraestructura de vivienda. Este indicador, llamado “espacio habitable suficiente”, determina la proporción de viviendas con menos de cuatro personas por habitación, con relación al total de viviendas particulares habitadas del municipio. En este sentido, ONU-Hábitat considera que una vivienda proporciona un espacio vital suficiente para sus miembros, si tres personas o menos comparten la misma habitación.

En cuanto al porcentaje de población con carencia por calidad y espacios de la vivienda pasó de 2010 a 2015 de 18.4 a 21.9 %, y el porcentaje de población con carencia por servicios básicos en la vivienda pasó de 7.1 a 15.8 % en 2015.

En este sentido, una de las áreas de oportunidad para cambiar esta tendencia de crecimiento y sus efectos, radica en la mejora de los procesos para la administración del desarrollo urbano, es decir, hasta el momento no existen procedimientos establecidos en la normatividad local para revisar, evaluar, socializar y dictaminar los proyectos urbanos de alto impacto, existe una evidente descoordinación entre autoridades que intervienen en la autorización de dichos proyectos, el órgano de

consulta y participación social en la materia ha operado limitadamente desde que se actualizó su reglamento en 2018 y no existen mecanismos de compensación para mitigar los impactos generados por los macroproyectos.

De acuerdo al Censo de INEGI 2020, en el municipio de Los Cabos existen 121,645 viviendas de las cuales 19,664 se encontraban deshabitadas, lo cual representa el 16.16% de parque habitacional, disminuyendo en un 2% respecto a 2010. Además, se identificaron 9,303 viviendas de uso temporal. Esto representa pues una oportunidad para abatir el rezago en la oferta de vivienda.

Del total de viviendas, solo 101,981 cuentan con información de sus ocupantes, con este dato se obtiene que el promedio de ocupación de personas por vivienda es de 3.4.

**EJES ESTRATÉGICOS**

**Eje 3. Gestión integral del agua. Gestión del agua y saneamiento. Cultura del agua**

De acuerdo con informes de la ONU, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y esta tendencia aumentará en el futuro. Por lo tanto, no es posible lograr el desarrollo sostenible sin cambiar la forma en que construimos y gestionamos nuestros centros urbanos.

El crecimiento acelerado y descontrolado de nuestras ciudades inevitablemente está afectando el medio físico natural y comprometiendo nuestros recursos naturales y áreas de valor ambiental y patrimonial, esto conlleva una afectación grave a nuestros derechos humanos.

Es urgente tomar medidas y acciones coordinadas, transversales y efectivas en la planeación y administración del desarrollo urbano y territorial. En ese sentido, este gobierno con sentido humano se compromete a promover el derecho humano al ambiente sano para el desarrollo y bienestar, mediante acciones contundentes para la protección y conservación y aprovechamiento responsable de nuestros recursos naturales.

La escasez de agua es un problema que afecta a la población mundial, cada vez más países y regiones están experimentando estrés hídrico y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando esta tendencia, el municipio de Los cabos no es ajeno a estos problemas.

Para garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura.

En las ciudades es donde se generan los mayores impactos al medio ambiente y donde se materializan las mayores desiguales sociales y urbanas. Para contrarrestar estos impactos es necesarios emprender acciones para reducir las emisiones de carbono de nuestras ciudades priorizando la inversión en la movilidad urbana no motorizada y el transporte público, fortaleciendo la capacidad del gobierno en la planificación y gestión participativa e inclusiva de los asentamientos humanos. Así mismo, es necesario implementar proyectos y acciones para garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales. También incluye realizar inversiones para crear áreas públicas verdes, mejorar el acceso de todas las personas a servicios básicos; contar con suficientes espacios públicos recreativos seguros, inclusivos y accesibles y promover su acceso universal en particular para las mujeres y los niños, las personas mayores de edad y las personas con discapacidad.

En este proyecto se cumplen en gran medida varias de las metas propuestas en este PMD-Los Cabos en cuanto a mejorar el acceso a vivienda o uso habitacional. Las metas que se cumplen muy específicamente son en el sentido ambiental, en su objetivo general de protección al ambiente, se ha actualizado el PDU 2040-ET-403, y en el mismo se atienden las especificaciones de COS y CUS que se permiten en los nuevos usos del suelo.

En el sentido de mejorar la calidad del aire, hay que mencionar que se plantean bastantes medidas de prevención para que el aire mantenga su calidad.

En el objetivo de planificar el crecimiento urbano, se cuenta con que este proyecto busca que el crecimiento sea ordenado, con un buen diseño, y el otorgar los servicios necesarios desde su planeación.

El objetivo general de mejoramiento de acceso a vivienda es el principal objetivo de este proyecto, con el que se da cumplimiento a las metas de este Plan de Desarrollo.

Vinculación del proyecto con el PMD para el Municipio de Los Cabos.

| PMD 2025 - 2027 | Vinculación |
|---|---|
| El Plan Municipal de desarrollo Los Cabos, ha sido elaborado con el objetivo de establecer ejes estratégicos, proyectos, acciones y metas que se deberán emprender para guiar el desarrollo de las políticas públicas del Gobierno municipal.<br>El Plan se compone de Ejes Prioritarios, los cuales se presentan a continuación.<br>Planificación y Regulación<br>Desarrollo Urbano<br><br>Diagnóstico Situacional:<br>Parte de un diagnóstico del estado actual del municipio para identificar las áreas de oportunidad, orientando los proyectos futuros.<br>Implementación:<br>Establece estrategias y mecanismos de implementación que el Ayuntamiento debe seguir, lo que incluye la aprobación, gestión y seguimiento de los proyectos habitacionales y de servicios. | El PMD proporciona el marco legal y normativo para la planeación y regularización del suelo en el municipio, asegurando que los proyectos habitacionales se desarrollen en áreas destinadas para tal fin.<br>Define la visión a largo plazo para el crecimiento urbano, integrando los desarrollos habitacionales con la infraestructura, los servicios y el desarrollo de los asentamientos humanos.<br>El PMD busca mejorar la calidad de vida de los habitantes, atender grupos vulnerables y reducir la marginación, y el deporte se considera una herramienta fundamental para estos fines. Los clubes pueden diseñar programas que contribuyan a estos objetivos, por ejemplo, ofreciendo actividades para la niñez o en áreas de alta necesidad social.<br>Para la elaboración de los planes municipales de desarrollo (como el 2024-2027), se realizan foros de consulta popular donde la ciudadanía y las organizaciones, incluidos los clubes deportivos, pueden presentar sus necesidades, propuestas y proyectos para que sean considerados en las políticas públicas.<br>La vinculación requiere una participación activa y coordinada por parte del club deportivo con las autoridades municipales, principalmente a través del INDEM, para asegurar que sus actividades y metas contribuyan a los objetivos generales establecidos en el Plan Municipal de Desarrollo de Los Cabos.<br>En este sentido, el proyecto contribuirá con el Desarrollo económico del municipio, ya que para su desarrollo se generarán empleos ya sea de manera temporal durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto y empleos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento del mismo.<br>Además de la generación de empleos durante la etapa de preparación del sitio se requerirá la contratación de profesionistas para llevar a cabo las actividades de rescate de flora y fauna silvestre, así como la renta maquinaria pesada y equipo para las actividades de desmonte y despalme de la superficie |

de CUSTF.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se requerirán los servicios de recolección de residuos, jardinería, mantenimiento, entre otros, por lo tanto, se contratarán empresas que se dedican a realizar estas actividades.

Como se puede apreciar, con la ejecución del presente proyecto se coadyuvará en el desarrollo de la economía local, regional y municipal, lo que se traduce en un aumento en la calidad de vida de las personas que laboren en el proyecto.

## III.5.2 Reglamento Municipal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Municipio de Los Cabos del Estado de Baja California Sur (2008-2010)

ARTÍCULO 7.Corresponde al Ayuntamiento ejercer las atribuciones que las Leyes Generales y Estatales confieren al municipio en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente y que son objeto de este reglamento; entre ellas, las siguientes:

I. La formulación de criterios ecológicos particulares del municipio, acordes a los establecidos por el Estado y la Federación.

XIV. Exigir a los propietarios de vehículos automotores, que sus emisiones se ajusten a los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y, en caso contrario, evitar la circulación de los mismos.

XVIII. Prevenir y controlar la contaminación originada por ruidos, vibraciones, energía térmica y lumínica y olores perjudiciales.

XIX. Vigilar que las fuentes generadoras de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica den cumplimiento a las normas oficiales mexicanas.

XX. Prevenir y controlar la contaminación visual y proteger el paisaje natural urbano y rural.

XXI. Realizar la evaluación de impacto ambiental de obras y actividades que se desarrollen dentro del territorio municipal y participar en la evaluación de aquellas obras y actividades reservadas a la Federación o al Estado.

ARTÍCULO 128.Toda obra o actividad pública o privada que pueda causar o cause desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones señaladas en las leyes de la materia y las normas oficiales emitidas por la Federación o el Estado, deberán sujetarse a la autorización en materia de impacto ambiental de la Dirección, así como al cumplimiento de los requisitos que se les imponga una vez evaluado el impacto ambiental que pudiere originar, lo anterior sin perjuicio de las diversas autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, siempre que no se trate de las obras o actividades de competencia federal o estatal.

La Resolución en materia de evaluación de Impacto Ambiental constituye un requisito previo e indispensable para el otorgamiento de cualquiera de las autorizaciones o licencias de los proyectos que lo precisen.

ARTÍCULO 134. Para la prestación y evaluación de los estudios de impacto ambiental e informes preventivos, la Dirección podrá emplea las guías y formatos federales, o en su caso, establecer los criterios para la presentación de los estudios, las manifestaciones o informes correspondientes.

ARTÍCULO 135. Para llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental en las materias señaladas, se requerirá la siguiente información, para cada obra o actividad:

I. Su naturaleza, magnitud y ubicación;

II. Su alcance en el contexto social, cultural, económico y ambiental, considerando la cuenca hidrológica donde se ubique;

III. Sus efectos directos o indirectos en el corto, mediano o largo plazo, así como la acumulación y naturaleza de los mismos; y

IV. Las medidas para evitar o mitigar los efectos adversos.

ARTÍCULO 136. Una vez evaluados los estudios, la Dirección dictaminará la resolución correspondiente; en dicha resolución, el Ayuntamiento podrá otorgar la autorización para la ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate o para regularizar las existentes; o bien negar dicha autorización u otorgarse de manera condicionada a la modificación del proyecto de obra o actividad, con la finalidad de que se eviten o atenúen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos por la operación normal y aún en caso de accidentes. En este último caso, el Ayuntamiento señalará los requerimientos que deberán observarse para la ejecución de la obra o la realización de la actividad indicada.

ARTÍCULO 137. El Ayuntamiento participará con la Federación y el Estado, en la evaluación de las manifestaciones de impacto ambiental de obras o proyectos reservados a sus respectivas jurisdicciones que se ubiquen en territorio municipal del Municipio de Los Cabos.

El Ayuntamiento podrá solicitar de los gobiernos Federal o Estatal, la asistencia técnica necesaria para efectuar la evaluación de los estudios de impacto ambiental o de riesgo que en los términos de este ordenamiento le compete conocer.

**ARTÍCULO 140**. Los prestadores de servicios o peritos que realicen estudios de impacto ambiental deberán observar los supuestos por el artículo 36 del Reglamento de la Ley General en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y cumplir con los siguientes requisitos:

I. Ser profesionista con perfil en la carrera de Biología, Ecología, Ingeniería Ambiental o Química, quien deberá firmar como responsable del estudio, sin perjuicio de las sanciones procedentes en caso de proporcionar información falsa.

II. El responsable del estudio a que se refiere la fracción anterior, deberá acreditar su grado académico mediante la presentación de una copia de la cédula profesional, y

III. En caso de diferencias de cualquier tipo en el estudio de impacto ambiental se recurrirá a los órganos jurisdiccionales de la materia, para que emitan la opinión que corresponda.

## III.5.3 Programa de Ordenamiento Ecológico para el desarrollo Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S., (31/agosto/1995)

En lo referente al Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos, el proyecto se encuentra en un sitio catalogado como **T-18**, esta zona tiene una vocación Aptas para turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos /ha y usos conservacionistas de baja densidad y poca demanda al ambiente. La política ambiental es de **Conservación**.

**Políticas Ambientales**

Las políticas ambientales establecidas para el POEL son de Aprovechamiento y Conservación, las cuales se define de la siguiente manera:

Aprovechamiento: Se aplica en las unidades de gestión ambiental que posean áreas con usos productivos actuales o potenciales, así como áreas con características adecuadas para el desarrollo urbano, en estas áreas se permitirá la explotación y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en forma tal que resulta eficiente socialmente y no impacte negativamente al ambiente.

Conservación: Esta política está dirigida a aquellas áreas cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante, pero que no requieren ser preservadas por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). Estas pueden ser paisajes, pulmones verdes, áreas de amortiguamiento contra la contaminación o riesgos industriales, áreas de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanos, árboles o rocas singulares, entre otras.

En este sentido, el sitio del proyecto respecto de la UGA presenta potencial de uso de baja densidad y poca demanda al ambiente.

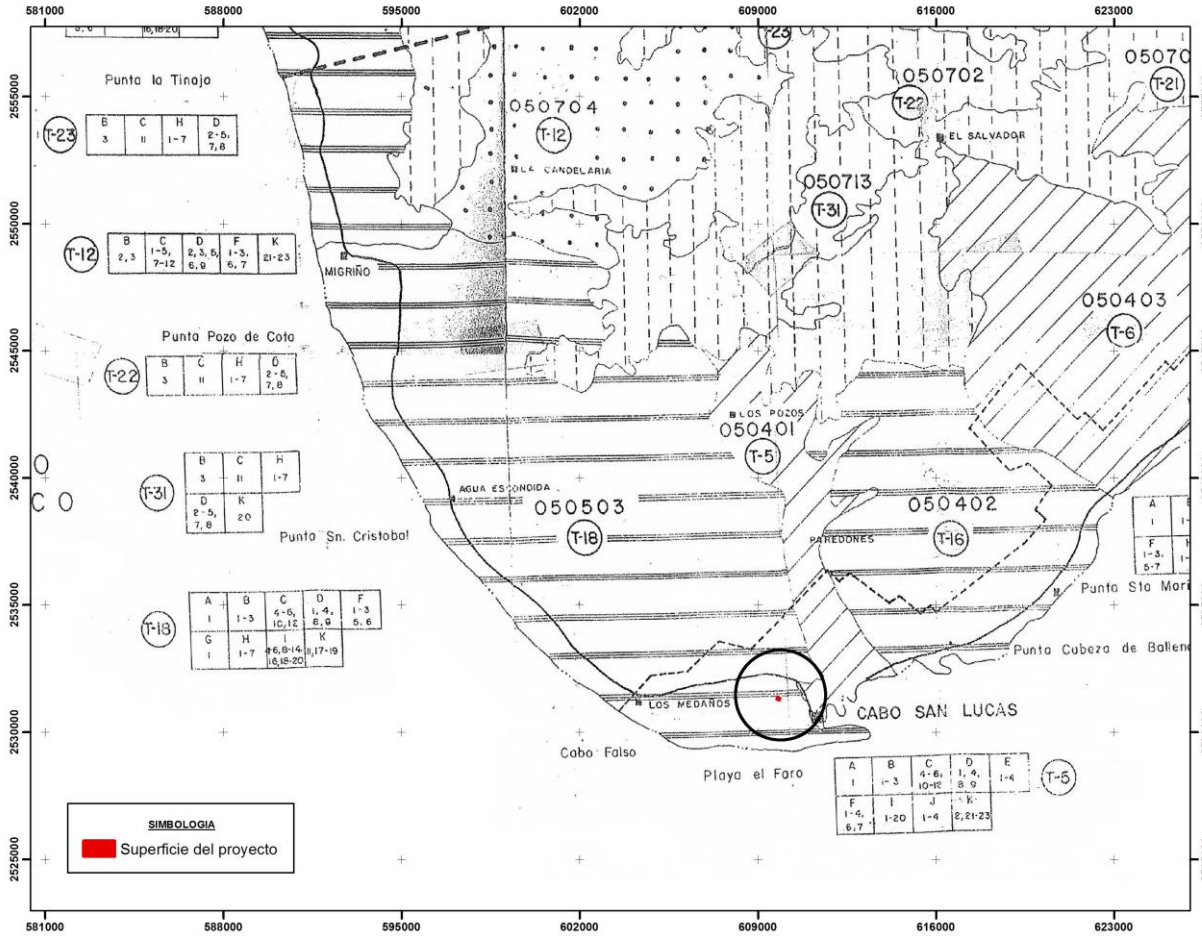



**Figura 18. Localización del sitio del proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico para el desarrollo Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S.**

**Características de la UGA en las que se pretenden ubicar el proyecto**

Se tendrá que especificar el tipo e intensidad del aprovechamiento, de acuerdo con las normas ecológicas expedidas.

El sitio del proyecto se encuentra dentro de la UGA T-18, de manera que pertenece a una Política Ambiental de Conservación, por lo que es Apta para el turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos/ha y usos conservacionista de baja densidad y poca demanda al ambiente. Este proyecto puede tratarse como de poco impacto al ambiente al conservar una superficie de 4,842.897 m$^2$ de área permeable de la que 2,509.263 m$^2$ es de áreas verdes, adicionalmente de vegetación ornamental.

En la tabla siguiente se presentan las políticas ambientales asignadas a cada una de las 31 UGA´s que componen el presente ordenamiento.

XXII Políticas ambientales asignadas a las UGA establecidas en el POEL

| UGA | Política ambiental | |
|---|---|---|
| T-1 a T-7 | Aprovechamiento | Apta para el uso turístico y asentamientos humanos, secundariamente el uso pesquero |
| T-8 a T-12 | Aprovechamiento | Apta para el uso agrícola, uso ganadero y asentamientos humanos. |
| **T-13 a T-18** | **Conservación** | **Apta para el turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos/ha y usos conservacionista de baja densidad y poca demanda al ambiente.** |

| | | |
|---|---|---|
| T-19 a T-31 | Conservación | Apta para la conservación y actividades productivas de baja densidad y poca demanda sobre el ambiente, preservación de la naturaleza y uso forestal. |

**Criterios Ecológicos**

El POEL define 89 criterios ecológicos para regular las actividades productivas, de los cuales 62 son generales, 4 intermedios y 23 específicos, los aspectos considerados para su clasificación son los siguientes:

Criterios ecológicos generales (62), considerados en esta categoría aquellos que por su relevancia predominan en todos los paisajes terrestres y están relacionados con los distintos usos del suelo y las actividades productivas. Se identifican con las letras A, B, C, D, E, F, G, H, I.

Criterios ecológicos intermedios (4), considerados por ser paisajes terrestres relevante para la región que son vulnerables al modelo actual de desarrollo o que cuentan con características ambientales importantes, aplicándose principalmente a los paisajes costeros. Identificados con la letra J.

Criterios ecológicos específicos (23): Definen puntualmente los lineamientos para el desarrollo de una localidad o áreas con características ambientales singulares.

**Características de la UGA en las que se pretenden ubicar el proyecto**

El predio se ubica en la **Unidad Territorial clasificada como T-18**, esta zona tiene una vocación Apta para el turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos/ha y usos conservacionista de baja densidad y poca demanda al ambiente. La política ambiental es de **Conservación**.

Los criterios ecológicos generales de esta Unidad Territorial son A-1, B 1-3, C 4-6, 10-12, D 1, 4, 8, 9, F 1-3, 5-7 H 1-7, I 4-6, 8-14, 16, 18, 20, J 1-4, K 11.

XXIII Características de la UGA en las que se pretenden ubicar el proyecto.

| UGA | Paisaje | Política ambiental | Vocación del uso de suelo | Criterios ecológicos |
|---|---|---|---|---|
| T-18 | 50503 | Conservación | Aptas para turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos /ha. Y usos conservacionistas de baja densidad y poca demanda al ambiente. | A-1<br>B 1-3<br>C 4-6, 10-12<br>D 1,4,8,9<br>F 1-3, 5-7<br>H 1-7<br>I 4-6, 8-14, 16, 18, 20<br>J 1-4<br>K 11 |

XXIV **Vinculación** del POEL con el proyecto.

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Abasto de Agua (A-1)** |
| **Descripción** | Los desarrollos turísticos proyectados en las unidades T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, T-13, T-14, T-15, T-16, T-17, y **T-18** deberán asegurar su propio abasto de agua y el de los núcleos de población que generen, sin menoscabo del recurso para las localidades aledañas, preferentemente para ello el establecimiento de plantas desalinizadoras u otras tecnologías de aprovechamiento de agua. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El proyecto consiste en un club deportivo en área habitacional H2 y no de carácter turístico, por lo que no aplica la obligación de asegurar el abasto de agua mediante una planta desalinizadora; este proyecto se localiza totalmente en una zona en la que hay un abasto de agua asegurado por parte de las autoridades municipales, su abasto de agua es el mismo que el de la comunidad en el que se asienta, y actualmente se está tramitando el contrato de suministro de agua potable local. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Consumo de Agua (B-1)** |

| | |
|---|---|
| **Descripción** | Incluir dentro de las normas para los permisos de construcción del municipio, el requisito de utilizar técnicas de generación y ahorro de agua potable. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El proyecto pertenece a un proyecto habitacional unifamiliar que involucra asentamientos humanos, de manera que este aspecto es muy importante resolverlo. Durante la etapa de construcción el agua potable que se requiera para el consumo de los trabajadores se suministrará por medio de garrafones y para la construcción se obtendrá de centros autorizados. En la etapa de operación y mantenimiento, el agua potable será suministrada por los servicios particulares por pipas y al parecer actualmente tiene contrato de suministro de agua potable local, agua que es almacenada en sus propios aljibes o cisternas así como tinacos. Al menos 4,842.897 $m^2$, se dejan formando parte de áreas sin afectar la permeabilidad. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Consumo de Agua (B-2)** |
| **Descripción** | Aplicar un sistema tarifario preferencial por categoría de usuario y volumen de consumo, que fomente el ahorro y el uso eficiente del recurso con base en la normativa municipal. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Durante la etapa de construcción de este proyecto el agua potable que se requiera para el consumo de los trabajadores y de los propietarios se suministrará por medio de garrafones y habrá un aljibe temporal que será rellenado de manera periódica. Durante la etapa de operación y mantenimiento el agua es abastecida por contrato de suministro de agua potable local. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Consumo de Agua (B-3)** |
| **Descripción** | Arroyos, oasis y manantiales.<br>Oasis y manantiales, es de importancia para especies animales y vegetales endémicas de estas microrregiones, además de abastecer permanentemente a varias comunidades. Estos cuerpos de agua superficiales son la única fuente de abasto de agua que perdura a veces varios años, por lo que deberá:<br>a) Justificar la construcción de represas en arroyos.<br>b) Conservar los cauces de los arroyos sin asentamientos humanos, que puedan representar una amenaza de contaminación para los mantos de agua subterránea.<br>c) La explotación de los recursos hídricos superficiales deberá ser controlada en base a estudios que evalúen la extracción, bombeo o encauzamiento del flujo natural de manantiales u ojos de agua. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El sitio del proyecto se encuentra totalmente fuera de oasis, manantiales y arroyos, sin embargo, dada la importancia del agua en la región, se ha planificado que durante la etapa de construcción de este proyecto el agua potable que se requiera para el consumo de los trabajadores y de los propietarios se suministrará por medio de garrafones y habrá un aljibe temporal que será rellenado de manera periódica. Durante la etapa de operación y mantenimiento, el agua potable será abastecida por los servicios municipales. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Producción agrícola (C-4-6, 10-12)** |
| **Descripción** | Se procura la permanencia de las zonas de producción agrícola, y su aprovechamiento agroindustrial, desalinización, el cambio del uso del suelo y procurando el abasto de agua.<br>Se deberá evitar la conducción de agua de las zonas de la producción agrícola de alto rendimiento para destinarlos a otros aprovechamientos, entre ellos los asentamientos humanos y desarrollos turísticos.<br>En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso agrícola.<br>Se deberá fomentar entre el sector turístico, agrícola, pecuario, y forestal, el establecimiento de convenios para estimular la producción y el consumo local de productos del campo.<br>Se deberán implementar actividades y prácticas que protejan y mantenga la cubierta vegetal original, en el beneficio de la recarga de acuíferos.<br>Los paisajes aptos para la actividad agrícola y áreas ya establecidas de estos aprovechamientos, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | No aplica, en el sitio del proyecto no hay uso agrícola ni en las cercanías, y no se usará agua proveniente o cuyo destino sea a la producción agrícola. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Producción ganadera (D-1,4,8,9)** |
| **Descripción** | En zonas de desarrollo turístico y urbano, los predios ganaderos deberán estar cercados y los accesos deberán contar con "guardaganados", En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso pecuario, Se fomentará el establecimiento de convenios entre el sector pecuario y los sectores agrícolas y turísticos, para estimular la producción y el consumo local de los productos del campo, En los paisajes aptos para la actividad pecuaria y en las áreas ya establecidas de este aprovechamiento, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | No aplica, en el sitio del proyecto no hay uso ganadero. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Asentamientos Humanos (F-1)** |
| **Descripción** | Las construcciones y obras de urbanización, deberán respetar los cauces de los arroyos y escurrimientos. |
| **Vinculación** | SI |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El proyecto NO afecta escurrimientos superficiales. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Asentamientos Humanos (F-2)** |
| **Descripción** | La vegetación nativa deberá conservarse selectivamente y usarse preferentemente en las áreas verdes de las construcciones. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Con respecto a la vegetación, la vegetación nativa encontrada será usada como ornamental en cierta proporción, será reubicada. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Asentamientos Humanos (F-3)** |
| **Descripción** | Se deberá complementar la regulación de uso de la zona federal (principalmente en zonas de playa). Esta regulación deberá especificar tipo y ubicación de accesos bajo los siguientes criterios:<br>a) Se deberán prohibir las construcciones y divisiones físicas en los arroyos que desemboquen al mar.<br>b) Se deberá respetar el derecho de vía de los caminos actuales hacia la zona federal de playa bajo la normativa vigente.<br>c) Salvo justificación contraria, el ancho de vía de los accesos a la playa será de 7.0 mts. Mínimo.<br>d) Se deberán establecer áreas de estacionamiento adyacentes al derecho de vía y cercanas al acceso peatonal a la zona federal marítimo-terrestre y terrenos ganados al mar.<br>e) Se prohibirá todo tránsito vehicular. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El proyecto no obstaculiza de ninguna manera la zona federal, y ninguna obra de este proyecto saldrá de sus límites. No afecta a la zona federal. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Asentamientos Humanos (F-5)** |
| **Descripción** | Para las unidades T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 y T-18, el establecimiento de nuevos centro de población en la zona costera quedará supeditado a que las zonas urbanas actuales, así como las reservas para que su crecimiento alcance su nivel de saturación. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Este proyecto se encuentra en una comunidad ya establecida, asentamientos humanos, que no presenta nivel de saturación actualmente, es una comunidad con los servicios funcionando y sin crecimiento adicional posible ya que este terreno se encuentra completamente entre asentamientos humanos, en plena ciudad de Cabo San Lucas. |

| Criterio Ecológico | Asentamientos Humanos (F-6) |
|---|---|
| Descripción | Se deberá regular y controlar la ubicación y calidad de los campamentos de los trabajadores de la construcción bajo los siguientes criterios :<br>a) Se deberá consignar ante las autoridades municipales la siguiente información:<br>I) Responsable de la inversión y del proyecto<br>II) Declaración de la localización del campamento.<br>III) Condiciones de habitabilidad<br>IV) Número de trabajadores<br>V) Tiempo de uso de las instalaciones<br>VI) Programa de desmantelamiento del campamento<br>b) Para la instalación de campamentos se deberá observar el siguiente criterio de ubicación:<br>I) No podrán establecerse en zonas cercanas a canales, rinconadas o similares<br>c) Las instalaciones deberán incorporar la siguiente infraestructura y servicios:<br>I) Energía eléctrica<br>II) Agua potable<br>III) Sistema de tratamiento de aguas residuales de no existir una red cercana para su conexión.<br>IV) Disposición diaria de desechos sólidos en las instalaciones municipales autorizadas.<br>V) Sistema de seguridad contra incendios y aquellos que señalen los reglamentos respectivos.<br>VI) Sistema de Vigilancia.<br>VII) Sistema de señalización de usos y restricciones<br>VIII) Vialidad.<br>IX) Transporte Colectivo<br>d) Características de los dormitorios<br>I) La densidad de camas por cuarto será máximo de siete<br>II) Las dimensiones de los cuartos deberán ser de acuerdo a la normatividad respectiva e incluir zona de guardado.<br>e) Servicios generales<br>I) Se deberá contar con áreas para el lavado de ropa<br>II) Se deberá contar con servicios sanitarios en el número y calidad requeridos por las legislaciones correspondientes.<br>III) Los servicios de comedor y cocina deberán respetar las condiciones de seguridad e higiene de las legislaciones correspondientes<br>IV) Se deberá dotar de un espacio para actividades recreativas |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Para la construcción del proyecto no se requerirá de la construcción de campamentos, trabajadores pueden transportarse desde su vivienda al sitio de trabajo de manera rutinaria, se da prioridad a trabajadores locales. Todos los trabajadores tendrán su turno laboral en el predio, y terminando el mismo regresarán a sus respectivas viviendas. Únicamente se contempla la permanencia de uno o dos vigilantes en el sitio durante los periodos en los que exista material importante que sea dejado en el sitio temporalmente. La lista de trabajadores y las características descritas como criterios son tomadas en cuenta en las bitácoras de trabajo y son actualizadas de manera diaria. Pueden consultarse con el encargado de la obra en el sitio del proyecto en cualquier momento. |

| Criterio Ecológico | Asentamientos Humanos (F-7) |
|---|---|
| Descripción | No deberá permitirse el desarrollo en áreas indudables o parcialmente indudables. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Este proyecto se encuentra en una zona sin características de ser inundable ni parcialmente inundable. |

| Criterio Ecológico | Desarrollo Turístico (H 1-7) |
|---|---|
| Descripción | Se deberá mantener el valor recreativo, cultural y biológico de las zonas de conservación y preservación, limitando los usos extractivos y de transformación como los forestales y mineros.<br>En las zonas de conservación y preservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan la captación de agua,<br>Se deberán tomar las medidas pertinentes para preservar la biodiversidad de las zonas de conservación y preservación. |

| | |
|---|---|
| | En las zonas de conservación y presentación se deberán realizar evaluaciones de impacto ambiental y evaluaciones de riesgos en la modalidad que establezcan las autoridades competentes y a las recomendaciones que establece este documento,<br>Se deberán restringir nuevos aprovechamientos de agua subterránea en áreas de recarga, No deberán permitirse actividades en las zonas que formen parte de los corredores biológicos |
| **Vinculación** | SI |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El proyecto no contempla la extracción minera de ningún tipo. Por otro lado, el sitio se ubica en una zona o polígono con poca vegetación, de manera que con la vegetación de ornato de hecho se mejora el funcionamiento de los procesos naturales al permitir captación de agua, adicionalmente de que más de 4,842.897 $m^2$ serán destinados a dejarse sin construcción. Los ejemplares de arbusto que se encuentran dentro de la propiedad serán conservados o serán reubicados a un lado de la casa formando parte de las áreas ajardinadas. Este proyecto no pretende nuevos aprovechamientos de agua y en la actualidad no funciona como corredor biológico, ya que la propiedad se encuentra completamente bordeada con asentamientos humanos, de manera que no es corredor biológico. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-4)** |
| **Descripción** | En las áreas no construidas se deberá mantener la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos, la correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En parte de las áreas no construidas del proyecto que corresponden a 4,842.897 $m^2$ se mantendrá cierta parte de la cubierta vegetal aumentada con la reubicación de la vegetación. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-5)** |
| **Descripción** | Deberán evitarse construcciones que pongan en peligro el equilibrio ecológico de pantanos y esteros. Los cuerpos de agua no deberán ser desecados, debiéndose integrar al paisaje del área. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el área del proyecto no existen áreas de pantanos y esteros. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-6)** |
| **Descripción** | No deberá permitirse el desarrollo de áreas inundables o parcialmente inundables si causan un impacto negativo y si no cuentan con las obras de protección necesarias. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el área del proyecto no existen áreas inundables o parcialmente inundables. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-7)** |
| **Descripción** | Toda construcción turística deberá garantizar la permanencia del 50% de áreas naturales libres de construcción del total de la superficie del terreno donde se lleva acabo el proyecto. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En parte de las áreas permeables del proyecto que corresponden a 4,842.897 $m^2$ se realizará el rescate y reubicación de la vegetación. Como el subsuelo es de materiales graníticos, se permitirá la recarga de acuífero en cierta medida. Dado que el polígono es de 9,854.00 $m^2$, se deja un poco más del 50% de área permeable. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-8)** |
| **Descripción** | Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En parte de las áreas permeables del proyecto que corresponden a 4,842.897 $m^2$ se realizará el rescate y reubicación de la vegetación. Como el subsuelo es de materiales graníticos, se permitirá la recarga de acuífero en cierta medida. Dado que el polígono es de 9,854.00 $m^2$, se deja un poco más del 50% de área permeable. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | Desarrollo Turístico (I-9) |
| **Descripción** | Se procurara que en el diseño de pavimentación se permita la filtración del agua al subsuelo. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En parte de las áreas permeables del proyecto que corresponden a 4,842.897 m2 se realizará el rescate y reubicación de la vegetación. Como el subsuelo es de materiales graníticos, se permitirá la recarga de acuífero en cierta medida. Dado que el polígono es de 9,854.00 $m^2$, se deja un poco más del 50% de área permeable. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-13)** |
| **Descripción** | No se permite la desecación de cuerpos de agua. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el área del proyecto no existen cuerpos de agua permanentes, y no habrá desecación de ningún cuerpo de agua. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-14)** |
| **Descripción** | No se permitirá sin justificación técnica la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordes, carreteras, terracerías, veredas, puertos, muelles, canales y obras que puedan interrumpir el flujo del agua, deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua) |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | El Proyecto está planeado para conservar los escurrimientos naturales y el flujo natural del agua. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-16)** |
| **Descripción** | Deberá procurarse que el drenaje pluvial y sanitario sea separado. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | Dentro del plan maestro se tiene contemplado, con especificaciones estrictas, respetar los flujos de aguas pluviales. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-18)** |
| **Descripción** | Se deberán establecer las medidas necesarias para evitar el arrastre de sedimentos por escurrimiento |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | No se afectará ningún drenaje pluvial en el proyecto o el arrastre de sedimentos por escurrimiento. Desde su diseño en el plan maestro se ha considerado de manera muy estricta el drenaje pluvial. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-19)** |
| **Descripción** | En las actividades que se desmonte no deberá hacerse uso del fuego. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | No se hará uso del fuego en ninguna actividad de este proyecto y ciertamente tampoco en el desmonte. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Desarrollo Turístico (I-20)** |
| **Descripción** | Debe prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio y reproducción de fauna silvestre. |
| **Consideraciones y** | Es importante mencionar que para el desarrollo del proyecto no se contempla el uso de explosivos. |

| | |
|---|---|
| **Medidas Vinculantes** | |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Criterios ecológicos intermedios (J-1-4)** |
| **Descripción** | Se deberá complementar la reclamación federal respecto al uso de la zona federal marítimo-terrestre, terrenos ganados al mar y accesos a playas, incluyendo el tipo de acceso ubicación y tamaño.<br>Se deberán suministrar los servicios de agua potable, drenaje, recolección de basura, y combustibles en las marinas. Estos servicios deberán sufragarse con base a cuotas y podrán concesionarse.<br>Se deberán aplicar la normatividad de navegación y anclaje de embarcaciones.<br>Para la construcción de escolleras, terrenos ganados al mar y demás equipamiento costero se deberá realizar un estudio de impacto ambiental de acuerdo con la normatividad respectiva. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | No hay terrenos ganados al mar, no es una marina, no se trata de embarcaciones y no son escolleras o equipamiento marino. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Criterios ecológicos intermedios (K-11)** |
| **Descripción** | La franja costera se considera adecuada para aprovechamientos turísticos de baja densidad (10-15 cuartos /ha.). |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el caso del proyecto, no se localiza en franja costera. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Criterios ecológicos intermedios (K-17)** |
| **Descripción** | No podrá realizarse ningún tipo de desarrollo en las zonas de desove de tortugas marinas y se seguirán los lineamientos de la normatividad respectiva. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el caso del proyecto, no aplica. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Criterios ecológicos intermedios (K-18)** |
| **Descripción** | Se deberá contemplar al cerro del vigía como zona de protección ecológica, bajo la modalidad de monumento natural. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el caso del proyecto, no aplica. |

| | |
|---|---|
| **Criterio Ecológico** | **Criterios ecológicos intermedios (K-19)** |
| **Descripción** | La zona de la franja costera en la que haya desove de tortuga, la actividad turística se restringirá durante los meses comprendidos dentro de la época de desove. Para esta época, los propietarios de estos predios deberán establecer programas de protección de la tortuga en coordinación con la autoridad competente. |
| **Consideraciones y Medidas Vinculantes** | En el caso del proyecto, no aplica. |

# III.6 *NORMAS OFICIALES MEXICANAS*

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

Aquellas NOM que de alguna manera intervienen en el presente proyecto, se enlistan a continuación:

**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.

De las especies de flora y fauna registradas dentro de la superficie solicitada para CUSTF, no se registran especies en categoría de Protección.

**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.**

Durante la realización de este proyecto se usarán camiones de carga y vehículos utilitarios que de manera normal se deben someter a las especificaciones de límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape.

**4.1.1** Los límites máximos permisibles de emisión de gases provenientes del escape de los vehículos de pasajeros y camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4 en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1

| Año-Modelo del Vehículo | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno (Máx.)* | Dilución | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mín. | Máx. |
| | (HC) (ppm) | (CO) (% Vol.) | (O2) (% Vol.) | (CO + CO2) (% Vol.) | |
| 1986 y anteriores | 500 | 4.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1987-1993 | 400 | 3.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1994 y posteriores | 200 | 2.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |

* Los vehículos de cualquier año-modelo que cuenten con bomba de aire como equipo original, tienen un límite máximo en oxígeno de 15% en volumen.

**4.1.2** Los límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la tabla 2 de esta Norma Oficial.

TABLA 2

| Año-Modelo del Vehículo | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno (Máx.)* | Dilución | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mín. | Máx. |
| | (HC) (ppm) | (CO) (%Vol.) | (O2) (%Vol.) | (CO + CO2) (% Vol.) | |
| 1985 y anteriores | 600 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1986-1991 | 500 | 4.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1992-1993 | 400 | 3.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1994 y posteriores | 200 | 2.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |

* Los vehículos de cualquier año-modelo que cuenten con bomba de aire como equipo original, tienen un límite máximo en oxígeno de 15% en volumen.

**4.2** Especificaciones de los límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en la Zona Metropolitana del Valle de México.

**4.2.1** Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos de pasajeros en circulación que usan gasolina como combustible, en función del año-modelo, son los establecidos en la tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 3

| Año-Modelo del Vehículo | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno (Máx.)* | Dilución | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mín. | Máx. |
| | (HC) (ppm) | (CO) (% Vol.) | (O2) (% Vol.) | (CO + CO2) (% Vol.) | |
| 1990 y anteriores | 300 | 3.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1991 y posteriores | 200 | 2.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |

* Los vehículos de cualquier año-modelo que cuenten con bomba de aire como equipo original, tienen un límite máximo en oxígeno de 15% en volumen.

**4.2.2** Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos de pasajeros, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones medianos y camiones pesados en circulación que usan gasolina como combustible, independientemente de su año-modelo, utilizados como taxis, colectivos, microbuses y todo tipo de transporte público de pasajeros, con placas local, y/o metropolitana, son los establecidos en la tabla 4 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 4

| Tipo de Vehículo | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno * (Máx.) | Dilución | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mín. | Máx. |
| | (HC) (ppm) | (CO) (% Vol.) | (O2) (% Vol.) | (CO + CO2) (% Vol.) | |
| Taxis, colectivos, microbuses y todo | 100 | 1.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| tipo de transporte público de pasajeros | | | | | |

* Los vehículos de cualquier año-modelo que cuenten con bomba de aire como equipo original, tienen un límite máximo en oxígeno de 15% en volumen.

**4.2.3** Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación que usan gasolina como combustible, en función del año-modelo, con placa local, exceptuando los contemplados en el punto 4.2.2 antes referido, son los establecidos en la tabla 5 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 5

| Año-Modelo del Vehículo | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno (Máx.) * | Dilución | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mín. | Máx. |
| | (HC) (ppm) | (CO) (% Vol.) | (O2) (% Vol.) | (CO + CO2) (% Vol.) | |
| 1993 y anteriores | 350 | 3.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |
| 1994 y posteriores | 200 | 2.0 | 6.0 | 7.0 | 18.0 |

* Los vehículos de cualquier año-modelo que cuenten con bomba de aire como equipo original, tienen un límite máximo en oxígeno de 15% en volumen.

**4.3** Los gobiernos de los estados, en coordinación con los municipios y de conformidad con las disposiciones legales aplicables, cuando lo consideren necesario, podrán aplicar los límites máximos permisibles de emisiones establecidos en las tablas 3, 4 y 5 de esta Norma Oficial Mexicana.

**NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.**

La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel de los mismos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,856 kilogramos y es de observancia obligatoria para los fabricantes e importadores de dichos vehículos.

Los vehículos automotores objeto de esta norma deben cumplir con lo señalado en los numerales 4.1 o 4.2 de la presente NOM y se incorporarán de manera gradual de acuerdo al porcentaje de líneas de vehículos comercializados por empresa, como se establece en las tablas 3 y 4 de la presente NOM.

4.1 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores objeto de la presente NOM, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos, son los establecidos en la tabla 1.

## TABLA 1
## Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.

| Estándar de durabilidad a 80,000 km | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CO g/km | | HCNM g/km | | NOx g/km | | Part (1) g/km | | HCev (2) g/prueba | |
| Estándar | Clase | gasolina, gas L.P. y gas natural | diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | Diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | Diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | Diésel | gasolina y gas L.P. | diésel |
| A | VP | 2.11 | | 0.156 | | 0.25 | 0.62 | - | 0.050 | 2.0 | - |
| | CL1 y VU | | | | | | | | | | |
| | CL2 y VU | 2.74 | | 0.200 | | 0.44 | 0.62 | - | 0.062 | | |
| | CL3 y VU | | | | | | | | | | |
| | CL4 y VU | 3.11 | | 0.240 | | 0.68 | 0.95 | - | 0.075 | | |
| B | VP | 2.11 | | 0.099 | | 0.249 | | - | 0.050 | 2.0 | - |
| | CL1 y VU | | | | | | | | | | |
| | CL2 y VU | | | | | | | - | 0.062 | | |
| | CL3 y VU | 2.74 | | 0.121 | | | | | | | |
| | CL4 y VU | | | | | | | - | 0.075 | | |
| C | VP | 2.11 | | 0.047 | | 0.068 | | - | 0.050 | 2.0 | - |
| | CL1 y VU | | | | | | | | | | |
| | CL2 y VU | | | | | | | - | 0.062 | | |
| | CL3 y VU | | | 0.087 | | 0.124 | | | | | |
| | CL4 y VU | | | | | | | - | 0.075 | | |

(1) Aplica sólo para vehículos a diésel.
(2) Aplica sólo para vehículos a gasolina y gas L.P.
Estándar **A**. Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2004 y hasta 2009 (ver Tabla 3).
Estándar **B**. Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2007 y hasta Año 3 (ver Tabla 4).
Estándar **C**. Límites máximos permisibles aplicables a partir del Año 1 y posteriores.

**Notas**

**I.** Para la obtención del Certificado NOM en cuanto a los límites máximos permisibles y el estándar de durabilidad de la presente tabla, se aceptará informe de resultados de laboratorios acreditados y aprobados, carta o constancia del fabricante que incluya informe de resultados, o certificado emitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, o por organismos de certificación reconocidos en la Unión Europea o Japón, o bien, por otras autoridades de protección ambiental correspondientes al país de origen del vehículo o el país donde se realizan las pruebas y se demuestre que cumplen con las disposiciones de la presente NOM, de acuerdo con lo establecido en el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM.

**II.** Las pruebas de verificación para vehículos a gasolina, gas L.P. y gas natural se realizarán a 2240 +/- 400 metros sobre el nivel medio del mar, con combustible con el menor contenido de azufre disponible comercialmente y de acuerdo con el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM.

**III.** Las pruebas de verificación para vehículos a diésel se realizarán a nivel del mar +/- 400 metros sobre el nivel medio del mar. Para los Estándares A y B, las pruebas se realizarán con diésel de referencia con bajo contenido de azufre, en lo que respecta a lo establecido en el Estándar C se utilizará diésel con un contenido máximo de azufre de 10 ppm y de acuerdo con el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM.

**IV.** Los límites establecidos en el Estándar C para cada tipo de combustible, según el caso, serán aplicables a partir del Año 1 .

**V.** Los valores referidos en la presente tabla son evaluados conforme al procedimiento señalado en el inciso a), numeral 4.4 de la presente NOM.

4.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos más óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores objeto de la presente NOM, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos, son los establecidos en la tabla 2.

## TABLA 2
## Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.

| Estándar de durabilidad a 100,000 km | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CO g/km | | HC g/km | HC + NOx g/km | NOx g/km | | Part (1) g/km | | HCev (2) g/prueba | |
| Estándar | Clase | gasolina, gas L.P. y gas natural | diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | Diésel | gasolina, gas L.P. y gas natural | Diésel | gasolina y gas L.P. | Diésel |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | VP<br>CL y VU Clase 1 | 1.25 | 0.64 | 0.125 | 0.56 | 0.100 | 0.50 | - | 0.050 | 2.0 | - |
| | CL y VU Clase 2 | 2.26 | 0.80 | 0.162 | 0.72 | 0.125 | 0.65 | - | 0.070 | | |
| | CL y VU Clase 3 | 2.83 | 0.95 | 0.200 | 0.86 | 0.137 | 0.78 | - | 0.100 | | |
| C | VP<br>CL y VU Clase 1 | 1.00 | 0.50 | 0.10 | 0.30 | 0.08 | 0.25 | - | 0.025 | 2.0 | - |
| | CL y VU Clase 2 | 1.81 | 0.63 | 0.13 | 0.39 | 0.10 | 0.33 | - | 0.040 | | |
| | CL y VU Clase 3 | 2.27 | 0.74 | 0.16 | 0.46 | 0.11 | 0.39 | - | 0.060 | | |

(1) Aplica sólo para vehículos a diésel.
(2) Aplica sólo para vehículos a gasolina y gas L.P.
Estándar **B**. Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2007 y hasta el Año 3 (ver tabla 4).
Estándar **C**. Límites máximos permisibles aplicables a partir del Año 1 y posteriores (ver tabla 4).
**Notas:**

**I.** Para la obtención del Certificado NOM en cuanto a los límites máximos permisibles y el estándar de durabilidad de la presente tabla, se aceptará informe de resultados de laboratorios acreditados y aprobados, carta o constancia del fabricante que incluya informe de resultados, o certificado emitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América o por organismos de certificación reconocidos en la Unión Europea o Japón, o bien, por otras autoridades de protección ambiental correspondientes al país de origen del vehículo o el país donde se realizan las pruebas y se demuestre que cumplen con las disposiciones de la presente NOM, de acuerdo con lo establecido en el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM.

**II.** Las pruebas de verificación para vehículos a gasolina, gas L.P. y gas natural se realizarán con combustible con el menor contenido de azufre disponible comercialmente y de acuerdo con el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM. En el caso de que las pruebas se realicen a una altura mayor a 400 metros sobre el nivel medio del mar, se aceptarán valores de hasta un 15% mayor a los establecidos en el Estándar C de la presente tabla.

**III.** Las pruebas de verificación para vehículos a diésel se realizarán a nivel del mar +/- 400 metros sobre el nivel medio del mar. Para los Estándares A y B, las pruebas se realizarán con Diésel de referencia con bajo contenido de azufre, en lo que respecta a lo establecido en el Estándar C se utilizará Diésel con un contenido máximo de azufre de 10 ppm y de acuerdo con el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad señalado en el numeral 8 de la presente NOM.

**IV.** Los límites establecidos en el Estándar C serán aplicables a partir del Año 1.

**V.** Los valores referidos en la presente tabla son evaluados conforme al procedimiento señalado en el inciso b), numeral 4.4 de la presente NOM.

**NOM-080-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.**

La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tracto camiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1

| PESO BRUTO VEHICULAR | LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES |
|---|---|
| (Kg) | dB(A) |
| Hasta 3,000 | 86 |
| Más de 3,000 y hasta 10,000 | 92 |
| Más de 10,000 | 99 |

5.9.2 Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos y son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2

| Desplazamiento del motor en centímetros cúbicos | LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES EN dB(A) |
|---|---|
| Hasta 449 | 96 |
| De 450 en adelante | 99 |

6. Cálculo y expresión de resultados

6.1 El nivel sonoro emitido por el vehículo será aquel que resulte del promedio aritmético del nivel mayor y del nivel menor de los tres registrados.

Nivel de ruido del escape del vehículo= Nivel mayor+Nivel menor/2

6.2 En caso de vehículos con más de una salida de escape el valor a informar debe ser el que corresponda al resultado del tubo de escape con mayor nivel sonoro, indicándose cual fue.

# III.7 *PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)*

## III.7.1 Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio

La instrumentación de una política nacional de ordenación del territorio es una prioridad en las estrategias para el desarrollo urbano y regional fundado en el fortalecimiento del Federalismo, el respeto a la soberanía de los estados y la autonomía de los municipios.

Para ordenar el territorio nacional y así orientar el desarrollo, es indispensable contar con un sólido sustento social y humano. Con una visión de largo plazo, logremos dar mayor coherencia y eficiencia a la distribución de las actividades económicas, la aplicación de los recursos financieros y presupuestarios, el empleo y la distribución de la población.

La Política de Ordenación del Territorio parte de considerar que la prosperidad depende de la plenitud con que se aprovechan las potencialidades de cada territorio. Este último se caracteriza por un conjunto de activos tangibles, entre los que destacan el capital humano, los recursos naturales, las edificaciones, la infraestructura y el equipamiento; y por los denominados activos intangibles, como sus instituciones, formas de gobierno y mecanismos para la toma de decisiones.

A esta matriz de activos tangibles e intangibles localizados en un espacio, también denominada capital territorial, se le equipara actualmente con los factores tradicionales de la producción, es decir, el trabajo y el capital.

La organización espacial de nuestra sociedad es el resultado histórico de tendencias sociales, del desarrollo tecnológico, del comportamiento de las fuerzas del mercado y de la intervención del gobierno a través de su acción sectorial. En muchas ocasiones, la interacción de estos factores resulta incongruente y compromete el desarrollo territorial.

La Ordenación del Territorio es el método que permite orientar el proceso de evolución espacial del desarrollo económico, social y ambiental, y que promueve el establecimiento de nuevas relaciones funcionales entre regiones, pueblos y ciudades, así como entre los espacios urbano y rural. La Ordenación del Territorio también hace posible una visión coherente de largo plazo para guiar la intervención pública y privada en el proceso de desarrollo local, regional y nacional.

La política territorial busca fortalecer la intervención del Estado para lograr el aprovechamiento pleno del potencial de cada territorio y reducir las disparidades entre ellos, a través de propiciar:

- Un desarrollo endógeno que reconozca la fortaleza del territorio y sus oportunidades.
- Un desarrollo que reconcilie los objetivos de eficiencia económica, cohesión social y equilibrio ecológico.
- Un desarrollo basado en la rendición de cuentas y el fortalecimiento de los mecanismos de gobernabilidad territorial.

## III.7.2 Segunda Actualización del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040 (Versión 6, 2018)

Los esfuerzos de planeación urbana en la región se remontan al Plan de Desarrollo Urbano de San José del Cabo-Cabo San Lucas, realizado en 1994, aprobado el 18 de noviembre de 1994 y publicado en el Boletín Oficial del Estado el 20 de Diciembre de ese año; posteriormente en el año de 2013 se realizó la Segunda Actualización del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo y Cabo San Lucas 2040, el cual fue publicado como ***"Segunda Actualización del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040"*** en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Baja California Sur No. 19 el 06 de mayo de 2013 y actualización del mapa en 2018. El PDU 2040 se compone de una estructura amplia que pretende sectorizar contextos de análisis y rescatar la relación sistémica de los resultados para establecer una estrategia más integral cumpliendo con los lineamientos establecidos para la elaboración de Planes de Desarrollo Urbano de Centro de Población (PDU) por la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California Sur.

La primera parte del documento contiene como antecedentes el conjunto de información que describe el marco de referencia, la metodología, la cronología de la planeación y el alcance del instrumento así como el marco legal al que se debe apegar el proceso de elaboración del PDU, el ámbito de estudio y definición del área de aplicación del plan.

La segunda parte se refiere al Diagnóstico de los componentes de la ciudad y su entorno, identificando las condiciones físicas y naturales.

Como tercera parte se encuentra el Nivel Normativo, el cual define las condicionantes de la planeación y los objetivos que como nación, estado o municipio se han preconcebido y que tiene concurrencia en el territorio, es decir, analiza los factores determinantes que participan directamente en la localidad comprendiendo las condicionantes de otros niveles y sectores de planeación.

En la quinta parte se describen los Objetivos generales y particulares que nos lleven a alcanzar la visión al 2040.

**El sitio del proyecto se localiza en área de uso Habitacional H2.**

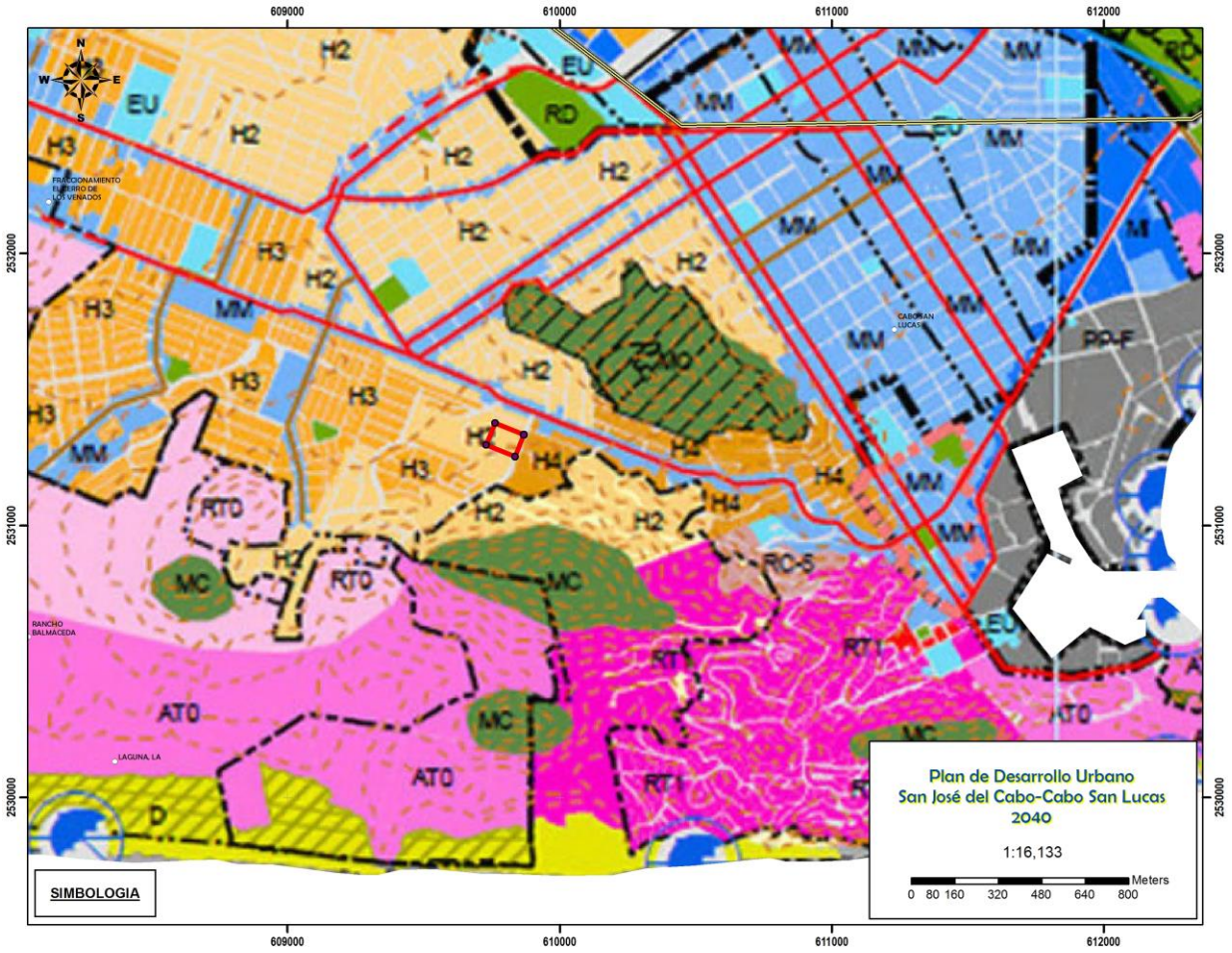



Figura 19. Localización del sitio del proyecto respecto del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040.

**El sitio del proyecto se localiza dentro de una zona con uso del H2, Habitacional. H2- densidad neta de 50 viviendas por hectárea y vecinal de 32 viviendas por hectárea, aprovechamiento general habitacional unifamiliar.**

**Usos y destinos permitidos**

Se podrá construir una vivienda en un terreno de superficie mínima de 200 m2. Todos los lotes deberán tener un frente mínimo de 10 metros.

Podrá ocuparse como máximo 0.6 veces la superficie total del lote (C.O.S.).

Las edificaciones podrán tener como máximo una superficie construida (C.U.S.) equivalente a 1.2 veces la superficie del lote.

Se dejará una franja de 6 metros libres de construcción en todo el frente del lote. Restricción lateral 1.2 metros. Restricción en la parte posterior del terreno de 1.5 metros.

La altura será de 2 niveles con una cota máxima de 7.5 metros a nivel lecho superior de losa y con una altura máxima de pretil de 1.2 metros. El desplante se tomará de acuerdo a la topografía del terreno.

En caso de bóvedas o losas inclinadas, el nivel máximo será de 8.7 metros de altura, sin exceder la altura máxima establecida.

Se deberá cumplir con las condicionantes marcadas en la tabla de compatibilidad de usos del suelo.

Vivienda plurifamiliar y conjuntos habitacionales.

Podrá ocuparse como máximo 0.4 veces la superficie total del lote (C.O.S.). La superficie máxima de construcción (C.U.S.), será de 1.2 veces la superficie total del lote. La altura máxima no excederá de 3 niveles o 10.5 metros. Se dejará una franja de 3 metros libres de construcción en la parte posterior del lote y se proporcionará como mínimo un cajón de estacionamiento por cada 80 m2 construidos, como un mínimo de un estacionamiento por cada vivienda. Solo se podrán hacer este tipo de desarrollos en terrenos con superficies mayores a 600 m2 y cumplir con la condicionante de presentar estudio de impacto urbano y de impacto vial.

Respetar la continuidad en la traza urbana por lo menos en las vialidades de primer orden, primarias y secundarias.

Tabla 159: Vivienda Unifamiliar

| PLAN DE DESARROLLO URBANO SAN JOSE DEL CABO-CABO SAN LUCAS 2040 | | | | | | | | | VIVIENDA UNIFAMILIAR | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| USO | CLAVE | DENSIDAD | | | LOTE MINIMO | FRENTE MINIMO | COEFICIENTE DE OCUPACION DE SUELO (C.O.S.) | COEFICIENTE DE UTILIZACION DE SUELO (C.U.S.) | ALTURAS MAXIMAS | | | RESTRICCION | | | | PORCENTAJE DE PERMEABILIDAD [2] | ESTACIONAMIENTO |
| | | HAB/HA [1] | NETA (VIV/HA) | VECINAL (VIV/HA) | | | | | PISOS | LOSA PLANA (MTS) | BOVEDA, PRETIL O LOSA INCLINADA (MTS) | FRENTE | FONDO | LATERAL | ZONA FEDERAL | | CAJONES POR VIVIENDA [3] |
| HABITACIONAL | H-1 | 84 | 33 | 21 | 300 | 12 | 0.6 | 1 | 2 | 7.5 | 8.7 | 6 | 3 | 1.2 | 0 | 20 | De acuerdo con Reglamento |
| HABITACIONAL | H-2 | 128 | 50 | 32 | 200 | 10 | 0.6 | 1.2 | 2 | 7.5 | 8.7 | 6 | 1.5 | 1.2 | 0 | 20 | De acuerdo con Reglamento |
| HABITACIONAL | H-3 | 196 | 71 | 49 | 140 | 8 | 0.6 | 1.2 | 2 | 7.5 | 8.7 | 5.5 | 1.5 | 1.2 | 0 | 20 | De acuerdo con Reglamento |

1. Densidad hab/ha en base a densidad vecinal y un indice de ocupación de la vivienda de 4 personas
2. Porcentaje de permeabilidad de la superficie no construida y se considera sin ningun recubrimiento
3. La construcción de estacionamientos en sótanos, primer y segundo nivel no se considerará dentro de los cálculos del C.O.S. Si serán tomados como parte de los niveles de construcción a excepción del sótano como incentivo por permitir mayor superficie de terreno libre y permeable dentro del lote.

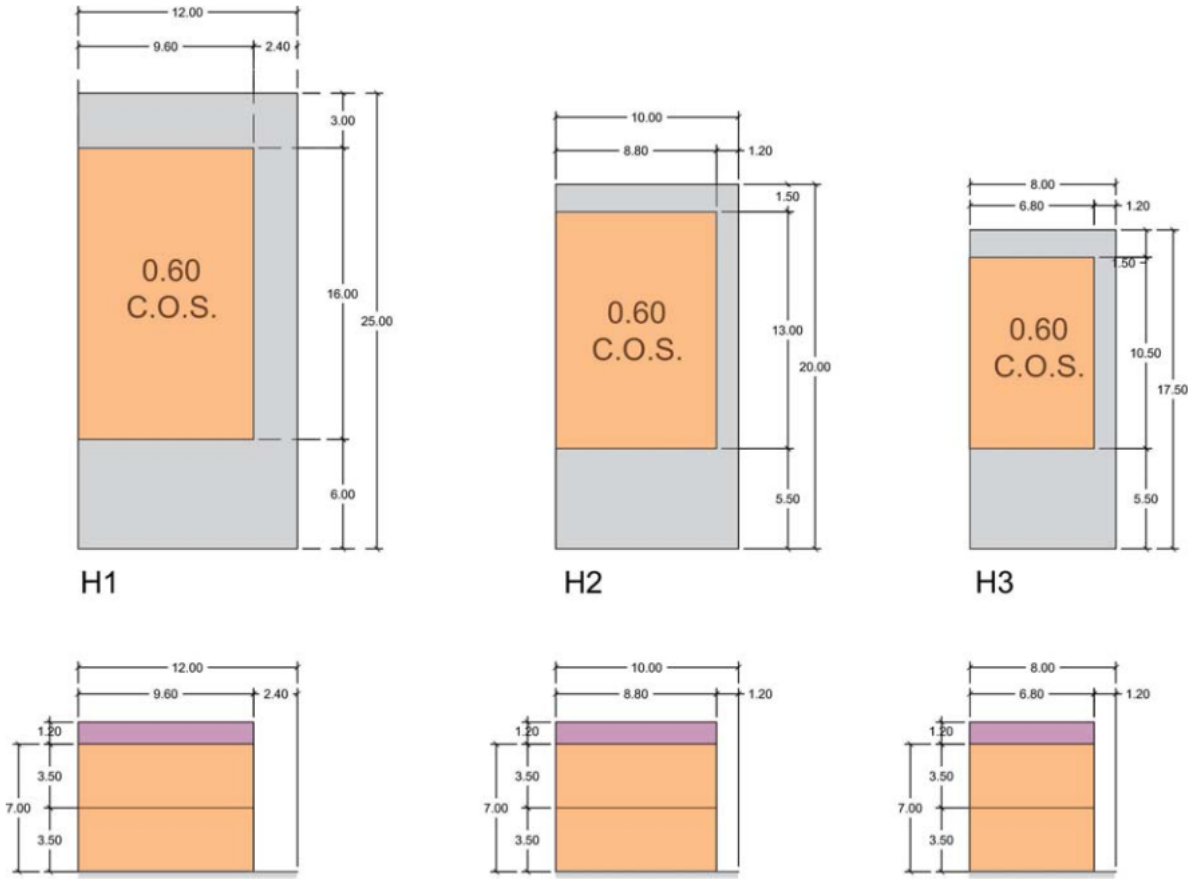



Ilustración 261: Esquemas en planta y sección de Vivienda unifamiliar

**Se cuenta con Dictamen Técnico Favorable de uso del suelo, para este lote 10 de la manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con superficie de 9,854.00 m2, para un uso del suelo Habitacional H2, mediante Oficio SEPUIMM.OS.1229.2025, del 22 de agosto de 2025, otorgado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Baja California Sur.**

Como puede observarse, el presente proyecto se ubica **dentro del ámbito del Plan de Desarrollo Urbano San José del Cabo-Cabo San Lucas 2040 con un uso del suelo Habitacional H2.**

# 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*

La delimitación del sistema ambiental regional implica la división de un territorio en áreas con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de la delimitación del sistema estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para proteger hábitat y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro análisis.

El criterio más apropiado para definir un sistema ambiental regional es el estado funcional del ecosistema, y debido al carácter abierto del ecosistema, es adecuado el uso de las cuencas hidrográficas como unidades de estudio, manejo, conservación y restauración (Sarukan y Maass, 1990).

Las cuencas representan unidades funcionales, ya que se definen en base a los patrones de flujo de agua del ecosistema. Representan además unidades integrales, ya que el flujo de materia y energía está íntimamente ligado al ciclo hidrológico. Dado que el parte aguas de la cuenca constituye un límite natural y bien definido, un sistema físico, o una cuenca afectada puede ser un área de estudio que representa una unidad delimitada por un parte aguas donde confluyen sus corrientes en un cuerpo de agua colector y por lo mismo, existe interdependencia de sus elementos y procesos que pueden ser más claramente estudiados para la delimitación del sistema ambiental regional que constituye el entorno del proyecto.

El análisis del sistema ambiental regional en un contexto de cuenca afectada nos permite entender las interrelaciones entre los recursos y condiciones naturales (relieve, suelo, clima, vegetación), así como las formas en las cuales la población se organiza para apropiarse de los mismos y su impacto en la cantidad del agua. El enfoque de cuencas nos da la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo.

Adicionalmente a lo referido se debe considerar que para la clasificación de ecosistemas también se recomienda utilizar como espacio de referencia a la cuenca hidrográfica o sistema geográfico de drenaje superficial, ya que constituyen las entidades territoriales mínimas de interacción del ciclo hidrológico con la biosfera. De esta forma, gran parte de los procesos que tienen lugar en el nivel de cuenca quedan reflejados en la estructura, el funcionamiento y la dinámica de los ecosistemas afectados por los flujos de agua del sistema de drenaje superficial que además es el responsable en gran medida, del grado de interconexión entre los ecosistemas del espacio delimitado por la divisoria de aguas superficiales. Por este motivo fue que se consideró que los ecosistemas deben analizarse de acuerdo a las características de las cuencas de drenaje o unidades hidrológicas e hidrogeológicas donde se localizan. Las cuencas hidrográficas por lo tanto constituyen desde la perspectiva ecosistémica las unidades básicas de gestión dentro de la planificación ecológica o integrada del territorio.

Como entidad espacial, la cuenca funciona como un sistema complejo, dinámico y abierto, sin embargo, esta unidad no encierra la idea de homogeneidad, por lo que el gran reto para la caracterización del medio biofísico consiste en delimitar unidades ambientales homogéneas donde se pueda realizar una caracterización integral de los componentes naturales que permita su integralidad sin perder de vista la heterogeneidad espacial.

**Delimitación del sistema ambiental y área de influencia del proyecto en base a la cuenca afectada.**

El límite del sistema ambiental del entorno del proyecto, está comprendido dentro de la subcuenca a) Cabo San Lucas, perteneciente a la cuenca 6A La Paz-Cabo San Lucas de la región hidrológica RH6. En este caso el área de estudio se localiza en una subcuenca grande, La Paz-Cabo San Lucas, cuya superficie es de 5726 $km^2$ y una subcuenca mediana a481, la cual cuenta con una extensión superficial de 481 $km^2$, y dentro de una microcuenca muy pequeña, Playa El Faro, con 1,377 hectáreas o 13.77 $km^2$.

La delimitación del área de estudio se hizo aplicando el concepto de microcuenca (ver anexo cartográfico), este concepto implica que los análisis y descripciones generales del sistema abiótico o físico se encuentran bajo la influencia de la cuenca hidrológica de mayor relevancia en la zona en estudio. La cuenca en estudio para este proyecto es la denominada 6A La Paz-Cabo San Lucas, sin embargo es de mayor relevancia establecer el sitio en estudio a nivel de subcuenca. La subcuenca en la que nuestra área en estudio es la a481, la cual cuenta con una extensión superficial de 481 $km^2$, y dentro de una microcuenca muy pequeña, Playa El Faro, con 1,377 hectáreas o 13.77 $km^2$.

Siguiendo los lineamientos antes citados, y una vez delimitado el sistema ambiental regional y cuenca directamente afectada, a fin de contar con los elementos suficientes para poder evaluar la viabilidad ambiental del proyecto, se consideraron los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables a esta zona, los cuales deben ser considerados como ordenamientos de carácter programático, mismo que contienen criterios de regulación respecto a las densidades que pudieran ser permitidas en la zona, y que fueron tomados en cuenta como parámetros para la evaluación de impacto ambiental.

Las disposiciones normativas y ambientales con respecto a la regulación de desarrollos aplicables para la zona de estudio son: **Programa de Ordenamiento Ecológico para el desarrollo Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S**., (31/agosto/1995).

El manejo de unidades ambientales se utiliza profusamente en los ordenamientos territoriales para la delimitación de unidades funcionales que pueden llevar políticas de manejo, en este sentido el área en estudio se encuentra formando parte de la unidad territorial o de gestión ambiental definida como clave **T-18**, zona con una vocación Aptas para turismo de densidad bruta hasta 10 cuartos /ha. y usos conservacionistas de baja densidad y poca demanda al ambiente. La política ambiental es de Conservación.

Esta unidad de manejo **(T-18**) presenta un sistema ambiental dominado por topoformas tipo sierras bajas de laderas tendidas con lomeríos, a esta unidad la conforman muchas localidades, pero de relevancia es la zona sur de Cabo San Lucas, desde la calle Tamaral hasta la zona de El Arco, específicamente la zona del cerro Prieto. Esta unidad morfológica alberga hidrológicamente un material consolidado con posibilidades bajas en las zonas de sierras bajas, lomeríos y laderas así como cerros y montañas y material no consolidado con rendimiento medio en la zona del piedemonte y zona costera y de dunas. El tipo de vegetación que predomina es el matorral sarcocaule subinerme. El tipo de suelo que predomina en esta unidad es el Regosol eútrico mezclado con xerosol háplico así como litosol en las zonas de cerros y montañas.

# IV.2 *CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)*

Delimitación del sistema ambiental y área de influencia del proyecto con base en la cuenca afectada.

El límite del sistema ambiental del entorno del proyecto, está comprendido en una subcuenca grande, La Paz-Cabo San Lucas, cuya superficie es de 5726 $Km^2$ y una subcuenca mediana a481, la cual cuenta con una extensión superficial de 481 $km^2$, y dentro de una microcuenca muy pequeña, **Playa El Faro, con 1377 hectáreas** o 13.77 $km^2$.

**Cuenca 6A "La Paz – Cabo San Lucas"**

Ocupa una superficie de 6 922.50 $Km^2$. La precipitación total anual es de 173.6 mm hasta 682.5 mm. Las corrientes se originan en las sierras La Laguna, San Lorenzo y La Victoria, y son de carácter torrencial y efímero.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento anual de 136.883 millones de $m^3$, procedentes de un volumen medio precipitado de 2,288.745 $m^3$ por año y un coeficiente de escurrimiento de 5.98 %.

## Subcuenca a481 Cabo San Lucas y Microcuenca Playa El Faro

La superficie en estudio se encuentra ubicada en una subcuenca y microcuenca hidrográfica que se caracterizan por la presencia de corrientes efímeras y arroyos que transportan agua únicamente después de una precipitación considerable. Los patrones de drenaje dentro de la subcuenca y microcuenca identificados fueron el subdendrítico en las partes altas (arriba de los 120 msnm en la zona de Lomas del Pacífico) donde la pendiente del terreno es media a muy baja. La parte media de la microcuenca correspondiente también a la zona de piedemonte y lomeríos, se encuentra disectada por los cauces de muy pocos escurrimientos, esto se debe a que la pendiente se reduce rápidamente hacia la costa.

Para establecer la delimitación se sugiere manejar tres conceptos:

*Sistema ambiental*: Se refiere a la extensión dentro de la cual se realiza el estudio de impacto ambiental, comprende clima, vegetación, ciclo de agua, suelo con similitudes suficientes para caracterizarlo como un ambiente particular.

*Área de proyecto*: Se refiere a los límites de ubicación del proyecto.

*Área de influencia*: Es aquella superficie que, por las actividades del proyecto, se puede ver afectada fuera de los límites de la obra.

Esto se puede expresar como: *Sistema ambiental* = Área de Proyecto + Área de influencia.

El límite del sistema ambiental del entorno del proyecto está localizado dentro de la Región Hidrológica 6, Baja California Sureste (La Paz), en el extremo noreste de la península de Baja California, dentro de la cuenca La Paz – Cabo San Lucas, a481, la cual cuenta con una extensión superficial de 481 $km^2$, y dentro de una microcuenca muy pequeña, **Playa El Faro, con 1377 hectáreas** o 13.77 $km^2$.

El área de influencia directa de este proyecto se **LIMITA A LA ZONA INMEDIATA CERCANA AL PROYECTO, particularmente se limita al área del predio, 9,854.00 $m^2$**, al área de Cabo San Lucas habitada al sur, en las colonias Bugambilia, Libertad, 4 de Marzo, parte del Cerro Prieto, Cerro de la Z, Ampliación 4 de Marzo, al área que se encuentra entre la superficie del proyecto y la calle Vía de Lerry de acceso, ya que es la superficie en la que se verán reflejados más los impactos ambientales directos,

indirectos y visibles. Corresponde a una parte muy reducida de microcuenca **Playa El Faro y a la zona afectada, es decir el área del proyecto y su zona aledaña más próxima**.

La geomorfología se verá afectada, ya que en general el predio presenta variaciones en la topografía.

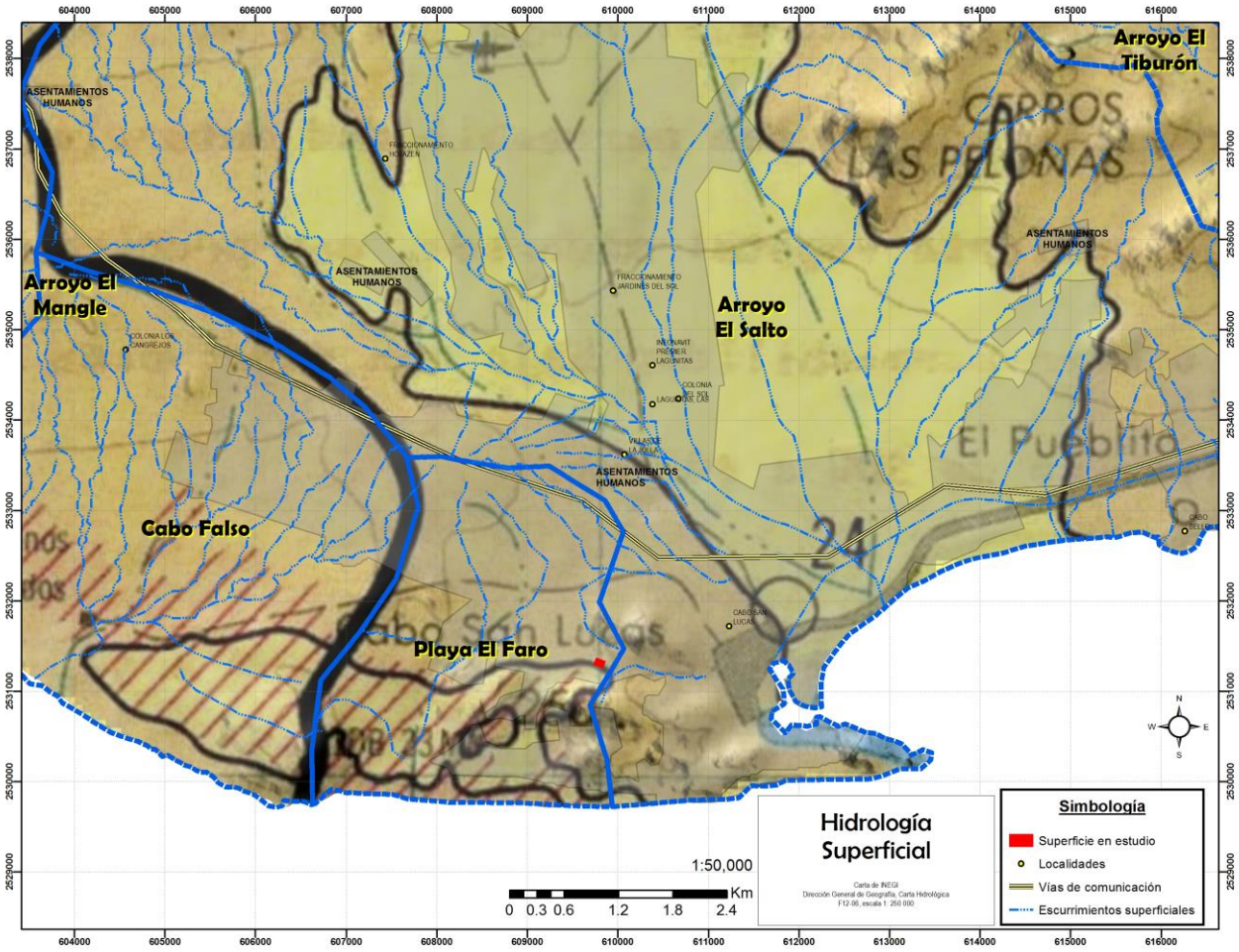



Figura 20. Delimitación de la Subcuencas y Microcuenca hidrológicas.

Siguiendo los lineamientos antes citados, y una vez delimitado el sistema ambiental regional y cuenca directamente afectada, a fin de contar con los elementos suficientes para poder evaluar la viabilidad ambiental del proyecto, se consideraron los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables a esta zona, los cuales deben ser considerados como ordenamientos de carácter programático, mismo que contienen criterios de regulación respecto a las densidades que pudieran ser permitidas en la zona, y que fueron tomados en cuenta como parámetros para la evaluación de impacto ambiental.

## Área de influencia

El área de influencia de este proyecto abarca desde la carretera que da acceso a la zona, y toda el área de Cabo San Lucas en las colonias Libertad, Bugambilias, Lomas del Cabo, incluyendo parte del acceso. Esta es la zona que tendrá mayor influencia por presencia de transporte y personal para la ejecución del proyecto, y cualquier afectación e influencia que pueda existir durante la fase de operación y mantenimiento.



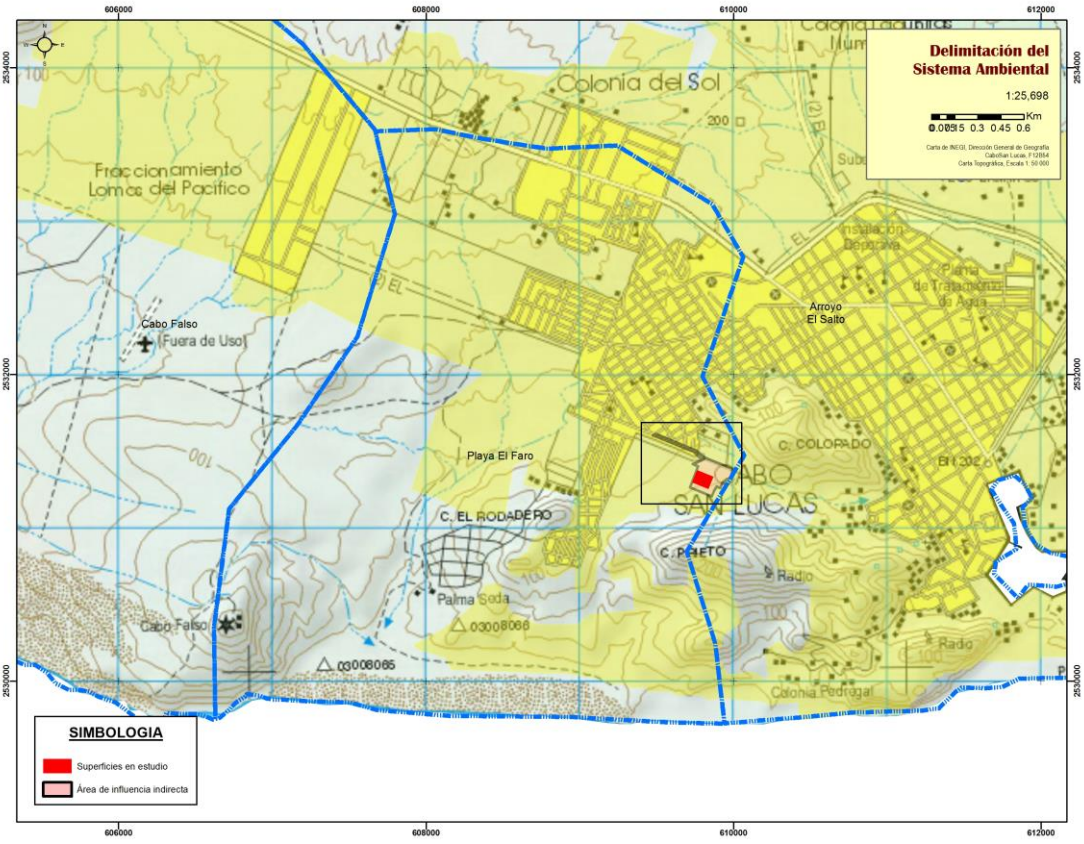




Figura 21. Delimitación de sistema ambiental y área de influencia.

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

Análisis de áreas de influencia y sistema ambiental

El área de influencia directa del proyecto se encuentra determinada por la superficie que sufrirá el cambio de uso de suelo, su delimitación se encuentra restringida a los límites del predio y se determinó en primer momento, en función de la fisiografía del terreno, las vías de acceso y la estabilidad del terreno, así como el tipo de vegetación que se presenta.

Al nivel de región, podemos dejar claro que el área de influencia directa del proyecto se limita a la superficie en la que este proyecto se desarrollará.

En cuanto a las áreas de *influencia* de este proyecto, se extiende a la zona que comprende la zona de colonia Libertad, Bugambilias, Lomas del Cabo y los alrededores en los que hay asentamientos humanos de las mismas características que el presente proyecto. No se esperan impactos al mar o al ecosistema más allá de la superficie del proyecto.

El sistema ambiental se delimitó haciendo un análisis de los impactos indirectos que pudieran alcanzar significancia, tales como los impactos sobre el componente agua (superficial y subterránea) que puede verse afectado, o el componente suelo que con la eliminación de la vegetación se encuentra vulnerable a procesos erosivos, o el componente fauna por la eliminación de sitios de anidación o madrigueras se encuentra obligado a colonizar nuevos hábitat, o el componente población el cual se espera se vea beneficiado, la oferta de empleo y el incremento en el nivel de vida, de esta manera la delimitación de la zona de sistema ambiental corresponde por un lado a la superficie de la subcuenca hidrológica Playa El Faro y el área de influencia indirecta la zona de asentamientos humanos de las colonias 4 de Marzo, Libertad, Bugambilia, Ampliación 4 de Marzo, el acceso por Vía de Lerry en tanto que el área de influencia directa es el predio.

Áreas y épocas sensibles, de riesgos y de peligro

Ocasionalmente se presentan fenómenos meteorológicos tropicales, como huracanes y tormentas tropicales, que afectan esta zona, usualmente durante los meses de agosto, septiembre, octubre y parte de noviembre.

## IV.2.1.1 Medio abiótico, Clima

Los tipos de clima que predominan en toda la cuenca donde se inserta el polígono en estudio según INEGI, 1995, en su carta de climas escala 1: 1,000 000 se muestran en la tabla siguiente. El trabajo se realizó con el apoyo de la CONABIO. Para la elaboración del mapa se tomaron datos del Sistema Meteorológico Nacional, Comisión Federal de Electricidad y Comisión Nacional del Agua. Contando con un total de 3036 estaciones climatológicas.

Con base en el Sistema de Clasificación Climática de Köppen (1973, modificado por Enriqueta García en 1988), en la zona del proyecto se presenta un clima subtipo BW(h´)w correspondiente al grupo de los climas definidos como *muy árido, cálido, con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual*, el invierno es fresco, pero no se registran heladas. Enero y agosto se presentan temperaturas promedio extremas (fría y cálida), de 18° y 26.9° C respectivamente. La temperatura media anual registrada para la principal localidad del área de estudio es para Cabo San Lucas 26.9 °C a 27 °C. Las características que más se parecen al sitio en estudio son aquellas registradas en la estación de Cabo San Lucas.

XXV Características del clima de Cabo San Lucas.

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura media (°C) | 19.5 | 19.4 | 20 | 21.2 | 22.6 | 23.8 | 26 | 26.9 | 26.4 | 25.6 | 23.3 | 20.5 |
| Temperatura min. (°C) | 16.2 | 16 | 16.6 | 17.9 | 19.4 | 21.2 | 23.7 | 24.8 | 24.6 | 23.2 | 20.4 | 17.4 |
| Temperatura máx. (°C) | 23.2 | 23.1 | 23.7 | 24.7 | 25.8 | 26.7 | 28.6 | 29.4 | 28.7 | 28.4 | 26.5 | 24 |
| Precipitación (mm) | 8 | 7 | 1 | 0 | 0 | 5 | 21 | 61 | 131 | 25 | 17 | 14 |
| Humedad (%) | 64% | 63% | 61% | 60% | 59% | 66% | 70% | 73% | 79% | 70% | 65% | 64% |
| Días lluviosos (días) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 8 | 2 | 1 | 1 |

A una temperatura media de 26.9 °C, agosto es el mes más caluroso del año. A 19.4 °C en promedio, febrero es el mes más frío del año.

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia entre las precipitaciones máxima y mínima es 131 mm con promedio anual acumulado de 254.9 mm (1981-2010) y **de 257.5 (1991-2020)** (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT). La variación en la temperatura anual está alrededor de 7.5 °C.

XXVI Climas de la zona de Cabo San Lucas donde se ubica el área solicitada para CUSTF.

| Clima tipo | Descripción |
|---|---|
| BSohw | Árido, cálido, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual |
| BW(h')w | Muy árido, cálido, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual |

García, E. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)". Escala 1:1 000000. México.

De acuerdo con la modificación hecha por García et al. (1988) de la clasificación climática de Köppen, el clima en el área de estudio se clasifica como BW (h') w, esto es, Muy árido, cálido, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual. La estación meteorológica más cercana es la que se encuentra en Cabo San Lucas.

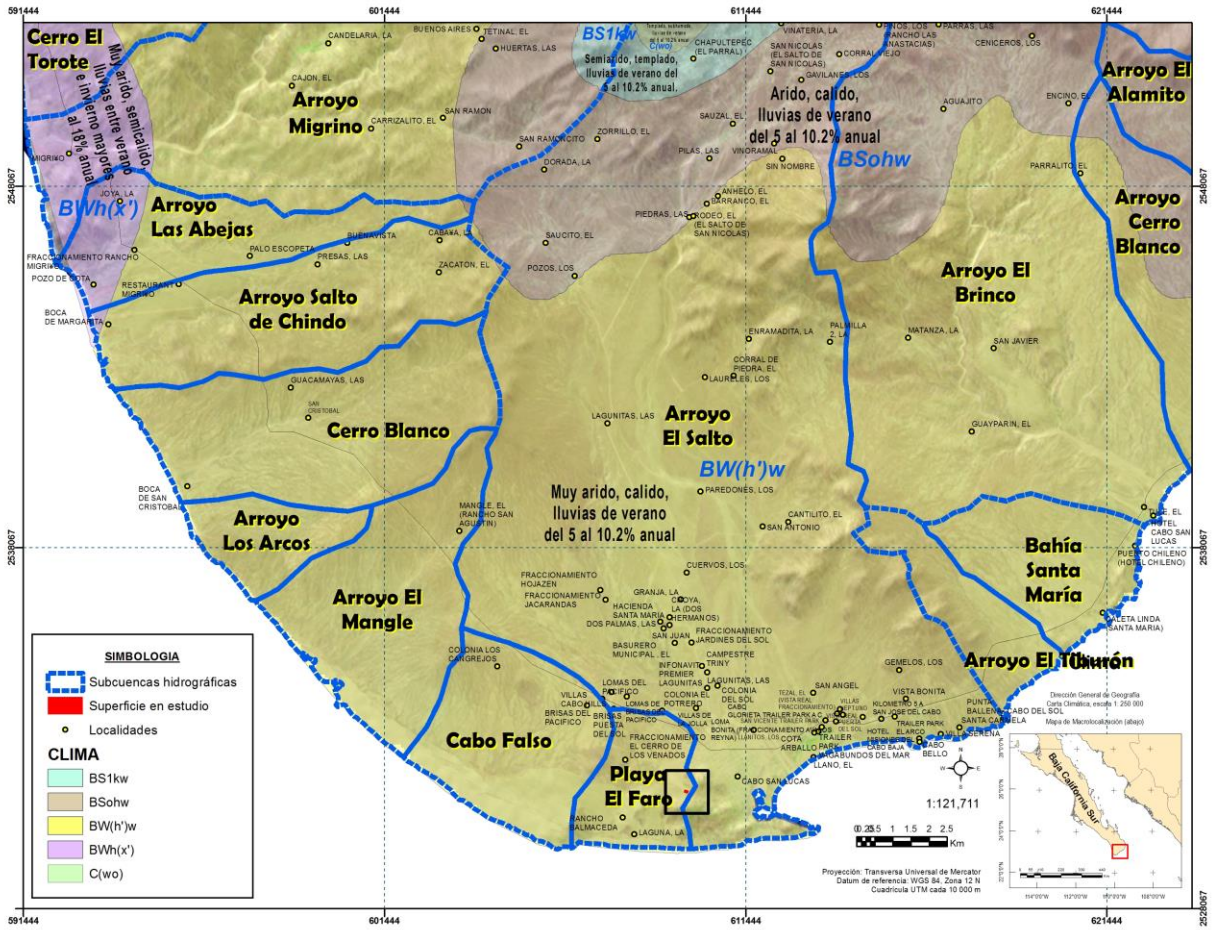
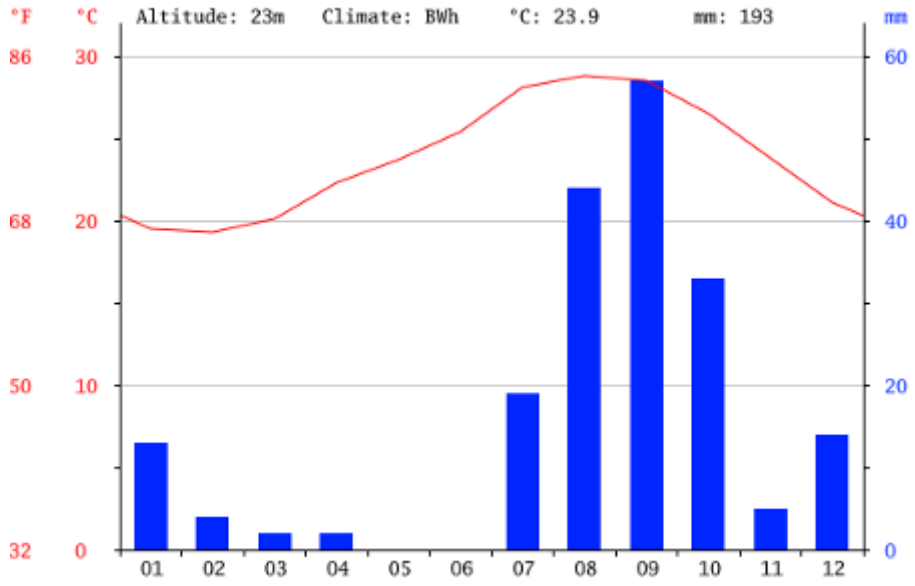
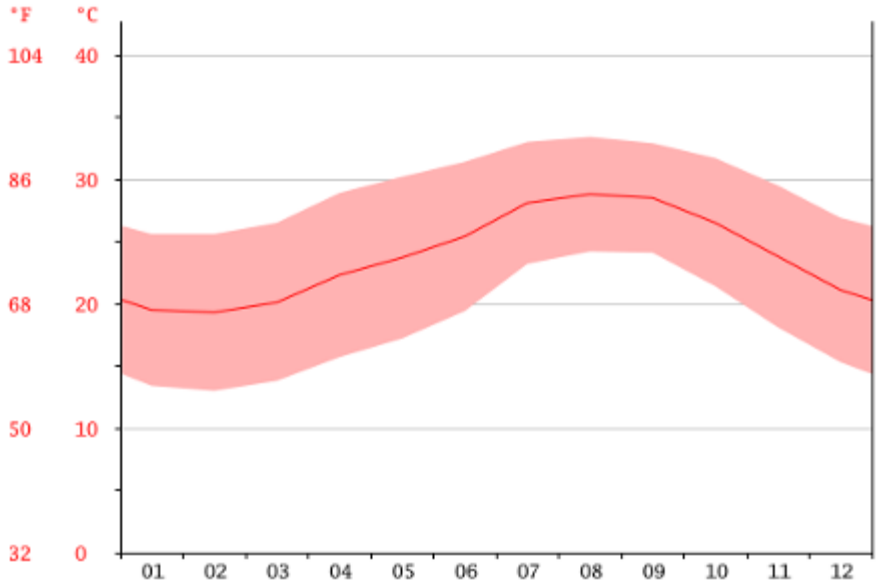



Figura 22. Clima predominante en el sitio de estudio.

De acuerdo con el climograma, el mes más seco es mayo, con 0 mm, mientras que la caída media en septiembre es de 57 mm, el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.




El diagrama de temperatura indica que en Cabo San Lucas el mes más caluroso del año es agosto con un promedio de 28.8 °C. El mes más frío del año es febrero de 19.3 °C.

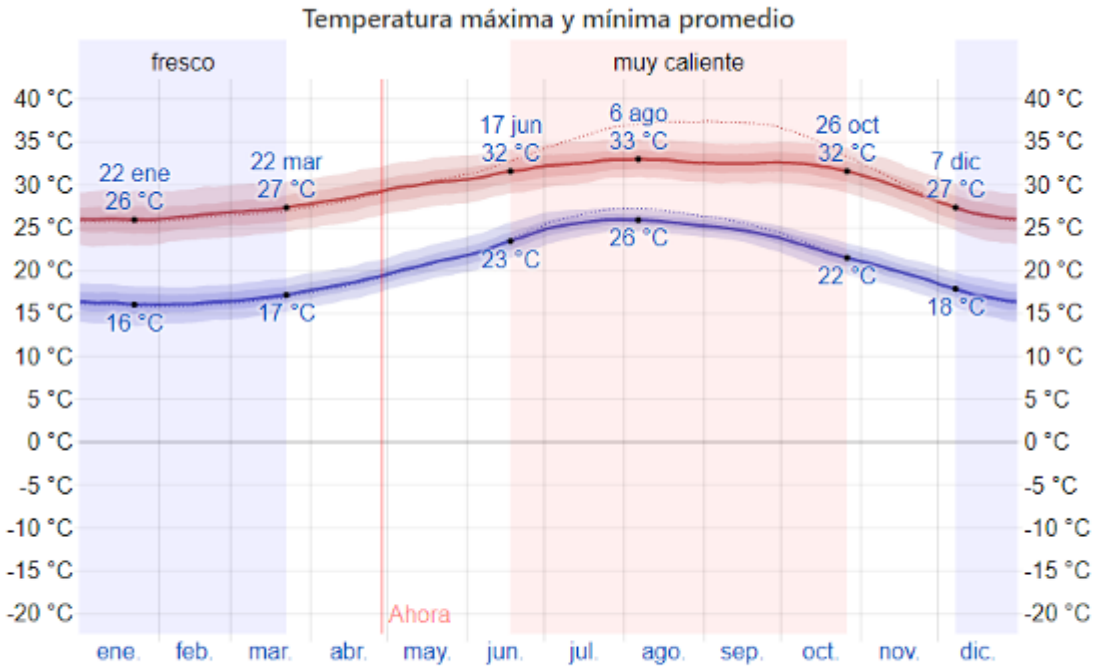



La tabla climática muestra que en Cabo San Lucas la diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 131 mm con promedio acumulado de 254.9 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 9.5 °C.

**Temperatura**

La temporada calurosa dura 4.3 meses, del 17 de junio al 26 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El día más caluroso del año es el 6 de agosto, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y una temperatura mínima promedio de 26 °C.

XXVII Registro de temperaturas en la estación meteorológica Cabo San Lucas representando la cuenca hidrológica – forestal El Salto.




*La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.*

La temporada fresca dura 3.5 meses, del 7 de diciembre al 22 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 27 °C. El día más frío del año es el 22 de enero, con una temperatura mínima promedio de 16 °C y máxima promedio de 26 °C (https://weatherspark.com/y/2918/Average-Weather-in-Cabo-San-Lucas-Mexico-Year-Round).

Fenómenos Climatológicos (Condiciones meteorológicas extremas)

El análisis de las trayectorias de ciclones ocurridos entre 1962 y 1979 indica un promedio de incidencia de 13.9 tormentas por año, de las cuales 5.3 tocan las costas de México o pasan a menos de 100 Km de estas. Entre los huracanes que en los últimos años han impactado de manera relevante el sur de la Península de Baja California se encuentran:

XXVIII Huracanes que han incidido de manera relevante las costas del sur de Baja California Sur entre 2001 y 2016 (datos de la CNA, los eventos Juliette, Fausto y Liza se presentan a modo de comparación).

| Nombre y año | Categoría en la escala de Saffir-Simpson al tocar tierra o en el punto proximal con las costas de la península |
|---|---|
| Newton (2016) | 1 |
| Odile (2014) | 4 |
| John (2006) | 4 |
| Juliette (2001) | 4 |
| Otis (2005) | Depresión tropical |

| | |
|---|---|
| Eugene (2005) | Depresión tropical |
| Emilia (2006) | Tormenta tropical |
| Lane (2006) | 4 |
| Fausto (1996) | 3 |
| Liza (1976) | 4 |

El período de retorno de un huracán categoría IV para Baja California Sur es de 22 años por lo que sugiere que los parámetros de diseño para el estado, particularmente el corredor turístico de Los Cabos deben resistir la fuerza de un huracán de magnitud IV. De acuerdo con las estadísticas del CENAPRED (1996), durante el período de 1949 a 1995, cien ciclones tocaron tierra en las costas mexicanas del Océano Pacífico. Como se puede ver las tormentas tropicales son las de mayor incidencia de las cuales se espera que al menos una afecte la región cada año.

Las altas precipitaciones ocasionan flujos de arroyos violentos e inundaciones de áreas bajas. El oleaje generado por los fuertes vientos provoca erosión en algunos lugares y acumulación de sedimentos en otros. Las bajas presiones y los fuertes vientos soplando en una dirección ocasionan un ascenso del nivel del mar, lo cual provoca inundación en las zonas bajas adyacentes a la línea de costa. De la mayor parte de los efectos mencionados, provocados por ciclones pasados, no se tiene registro.

El huracán más documentado es el Lisa, que se presentó en 1976 y provocó la muerte de miles de personas debido al flujo violento del arroyo El Cajoncito que se vertió sobre parte de la ciudad de La Paz (más información en Beltrán Castro I. C., 2000, Evaluación de Riesgo Asociado a fenómenos hidrometerológicos en la Ciudad de La Paz, B. C. S., México, Tesis de Licenciatura, UABCS).

Los huracanes de mayor riesgo corresponden a la categoría 5, de los cuales se espera que al menos uno incida en la zona cada 15 años. Los huracanes de mayor riesgo se presentan por lo general durante los meses de agosto, septiembre y octubre. Del total de ciclones que ingresaron al área de influencia (35) y que tocaron tierra, 7 lo hicieron en agosto, 17 en septiembre y 5 en octubre.

El análisis de las trayectorias de ciclones ocurridos entre 1962 y 1979 indica un promedio de incidencia de 13.9 tormentas por año, de las cuales 5.3 tocan las costas de México o pasan a menos de 100 Km de estas.

El período de retorno de un huracán categoría IV para Baja California Sur es de 22 años por lo que sugiere que los parámetros de diseño para el estado, particularmente el corredor turístico de Los Cabos deben resistir la fuerza de un huracán de magnitud IV. De acuerdo con las estadísticas del CENAPRED (1996), durante el período de 1949 a 1995, cien ciclones tocaron tierra en las costas mexicanas del Océano Pacífico. Como se puede ver las tormentas tropicales son las de mayor incidencia de las cuales se espera que al menos una afecte la región cada año.

Las altas precipitaciones ocasionan flujos de arroyos violentos e inundaciones de áreas bajas. El oleaje generado por los fuertes vientos provoca erosión en algunos lugares y acumulación de sedimentos en otros. Las bajas presiones y los fuertes vientos soplando en una dirección ocasionan un ascenso del nivel del mar, lo cual provoca inundación en las zonas bajas adyacentes a la línea de costa. De la mayor parte de los efectos mencionados, provocados por ciclones pasados, no se tiene registro.

El huracán más documentado es el Lisa, que se presentó en 1976 y provocó la muerte de miles de personas debido al flujo violento del arroyo El Cajoncito que se vertió sobre parte de la ciudad de La Paz (más información en *Beltrán Castro I. C., 2000, Evaluación de Riesgo Asociado a fenómenos hidrometeorológicos en la Ciudad de La Paz, B. C. S., México, Tesis de Licenciatura, UABCS*).

Los huracanes de mayor riesgo corresponden a la categoría 5, de los cuales se espera que al menos uno incida en la zona cada 15 años. Los huracanes de mayor riesgo se presentan por lo general

durante los meses de agosto, septiembre y octubre. Del total de ciclones que ingresaron al área de influencia (35) y que tocaron tierra, 7 lo hicieron en agosto, 17 en septiembre y 5 en octubre.

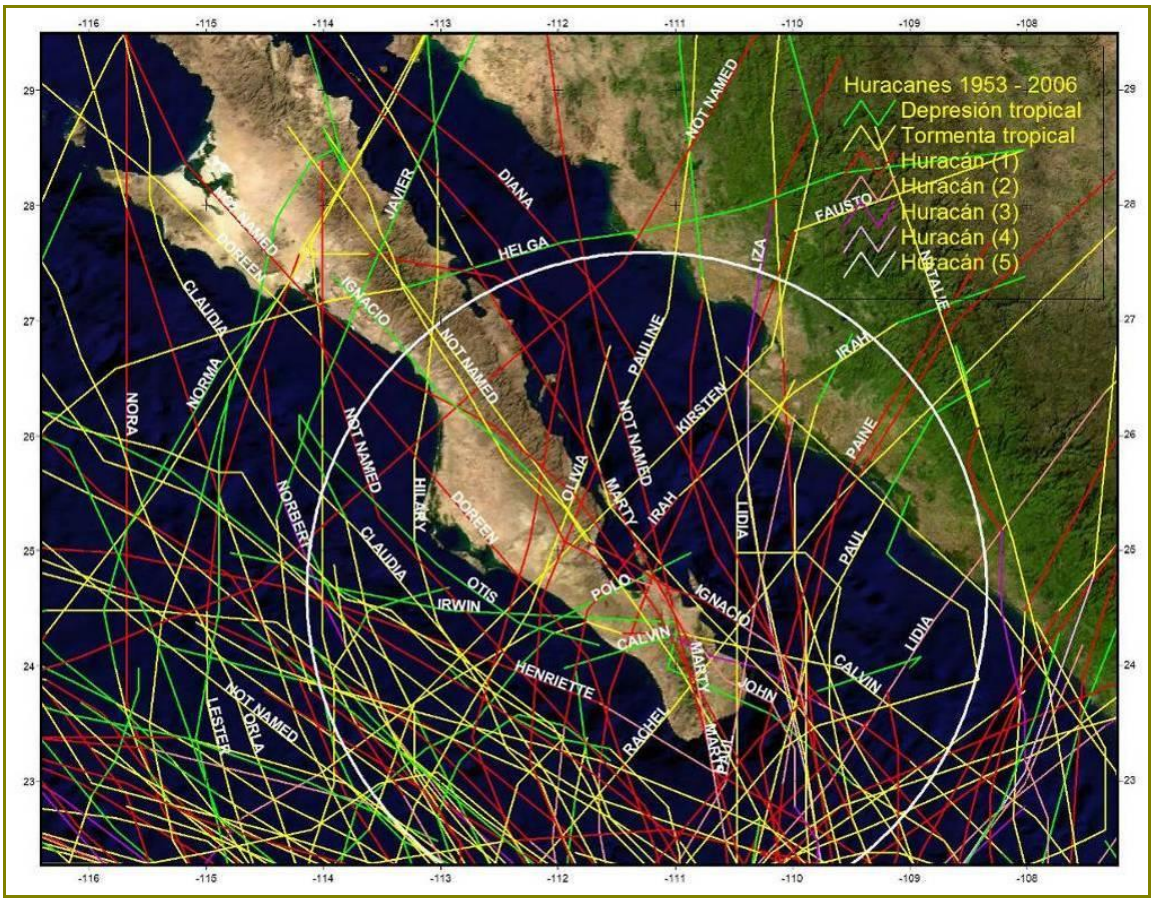



**Figura 23. Eventos ciclónicos ocurridos entre 1950 y 2006 que han afectado las costas de la península de Baja California Sur, a modo de comparación se muestra un radio de 500 km con centro en la sierra de La Laguna.**

## IV.2.1.2 Fenómenos Climatológicos (Condiciones meteorológicas extremas)

El análisis de las trayectorias de ciclones ocurridos entre 1953 y 2008 indica un promedio de 13.9 tormentas por año, de las cuales 5.3 tocan las costas de México o pasan a menos de 100 Km. de estas (Jáuregui, 1981). El análisis de datos históricos de huracanes en el Pacífico Tropical durante el período 1949-1999 muestra que en promedio se generan 14 ciclones en esta región cada año, siendo 1992 el año en que ocurrió el mayor número (28 ciclones). Alrededor de un 52% de las tormentas tropicales pasan a categoría de huracán, esto es, alcanzan una velocidad de viento por arriba de los 117 km/h.

Los meses en los cuales son más frecuentes las perturbaciones tropicales son julio, agosto y septiembre, sin embargo, el mes en el cual Baja California Sur se ve más afectada es septiembre. Los huracanes se pueden separar en dos grupos: aquellos que recurvan hacia el oeste antes de los 20º N y que por lo tanto no afectan las costas del sur de la península y los que continúan su trayectoria, entrando en el radio de afectación de dicha región. Como el período de retorno de un huracán categoría IV para Baja California Sur es de 22 años se sugiere que los parámetros de diseño para el estado, particularmente el corredor turístico de Los Cabos, deben partir de un huracán de magnitud IV.

Entre los huracanes que en los últimos 30 años han impactado más el sur de la Península de Baja California, divididos en los grupos arriba citados, se encuentran:

XXIX Eventos ciclónicos relevantes que han afectado Baja California Sur (hasta 2024).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Doreen (1977) de categoría 1 | Irah (1973) de categoría 2 | Liza (1976) de **categoría 4** | Kiko (1989) de categoría 3 |
| Juliette (2001) de **categoría 4** | Paul (1982) de categoría 2 | Newton (1986) de categoría 1 | Henriette (1995) de categoría 2 |
| Rachel (1990) Tormenta tropical | Lidia (1993) de **categoría 4** | Paine (1986) de categoría 2 | John (2006) categoría 2 |
| Isis (1998) de categoría 1 | Fausto (1996) de categoría 3 | Ismael (1995) de categoría 1 | Marty (2003) categoría 2 |
| Norbert (2008) **de categoría 2** | Lowell (2008) depresión | Julio (2008) tormenta tropical | Jimena (2009) **categoría 4** |
| Norman (2012) tormenta tropical | Paul (2012) **Categoría 3** | Odile (2014) **categoría 4** | Newton (2016) categoría 1 |
| Lydia (2017) Tormenta tropical. | Olaf (2021) **de categoría 2** | Hilary (2023) categoría 3 | Norma (2023) categoría 1 |

En 2008 se registraron 16 ciclones: Alma (28 Mayo - 30 Mayo), Boris (27 Junio - 04 Julio), Cristina (27 Junio - 30 Junio), Douglas (01 Julio - 03 Julio), Elida (12 Julio - 19 Julio), Fausto (16 Julio -22 Julio), Genevieve (21 Julio - 27 Julio), Hernán (06 Agosto -12 Agosto), Iselle (13 Agosto - 16 Agosto), Julio (23 Agosto - 26 Agosto), Karina (02 Septiembre - 03 Septiembre), Lowell (06 Septiembre - 11 Septiembre), Marie (01 Octubre - 06 Octubre), Norbert (03 Octubre -12 Octubre), Odile (09 Octubre - 12 Octubre), Polo (02 Noviembre - 04 Noviembre). En ese año los ciclones que afectaron Baja California fueron Julio, Lowell y Norbert. Julio tocó tierra al sureste de la población La Aguja, a 35 km de Puerto Chale, B.C.S. con vientos de 75 km/h y rachas de 95 km/h el 24 de agosto del 2008. Las mayores precipitaciones se dieron en Mulegé (de hasta 50 mm).




**Figura 24. Trayectoria del huracán Julio en el 2008.**

El huracán Lowell tocó tierra a 50 km al nornoroeste de Cabo San Lucas con vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h el 11 de septiembre del 2008. Las mayores precipitaciones fueron de hasta 20 mm en Mulegé.

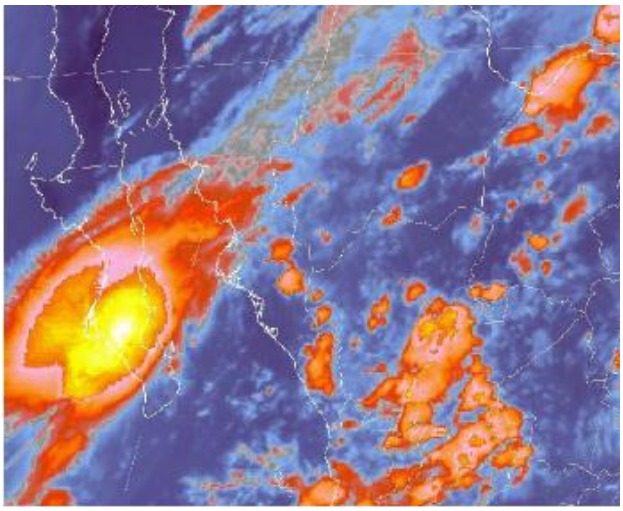


Figura 25. Trayectoria del huracán Lowell en el 2008.

El huracán Norbert tocó tierra el 11 de octubre del 2008 en Puerto Cortés, con vientos máximos de 165 km/h y rachas de 205 km/h como huracán de categoría II. Las precipitaciones máximas sucedieron en Mulegé, más de 50 mm.

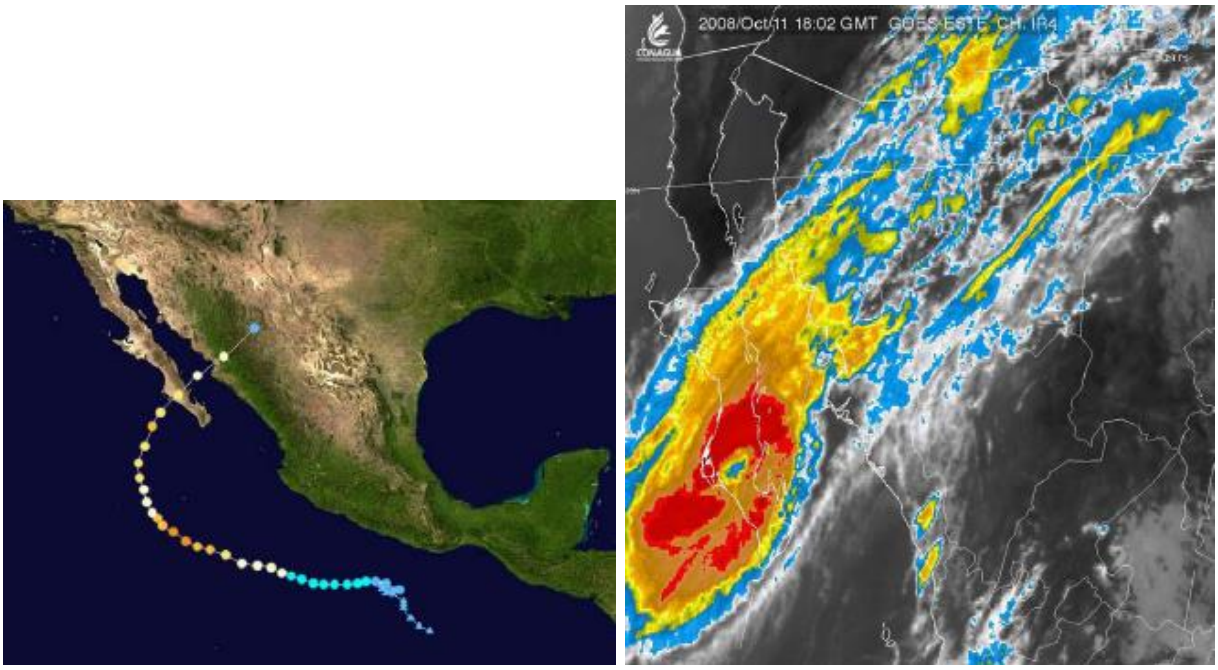



Figura 26. Trayectoria del huracán Norbert en el 2008.

"Norbert" fue sin duda alguna el sistema ciclónico de mayor intensidad a lo largo de la temporada 2008 en México. El Servicio Meteorológico Nacional llevó a cabo la vigilancia del huracán "Norbert", emitiendo un total de 56 avisos de ciclón tropical y 18 boletines de vigilancia permanente.

De los que no tocaron tierras sudcalifornianas en 2008, Boris trajo nublados y ligeras lluvias, Douglas trajo nublados al sur.

En 2009 se registraron 17 ciclones para el Pacífico: Andrés (21 Junio - 24 Junio), Blanca (06 Julio - 08 Julio), Carlos (10 Julio - 16 Julio), Dolores (11 Julio - 16 de Julio), Enrique (03 Agosto - 07 Agosto), Felicia (03 Agosto - 08 Agosto), Guillermo (12 Agosto - 16 Agosto), Hilda (12 Agosto - 16 Agosto), Ignacio (24 Agosto - 27 Agosto), Jimena (28 Agosto - 04 Sept.), Kevin (29 Agosto - 01 Septiembre), Linda (07 Septiembre - 10 Septiembre), Marty (16 Septiembre - 19 Septiembre), Nora (22 Septiembre - 25 Septiembre), Olaf (01 Octubre - 03 Octubre), Patricia (11 Octubre - 14 Octubre), Rick (15 Octubre - 21 Octubre. De ellos el huracán Jimena fue el único que alcanzó las costas sudcalifornianas.

En 2009 el huracán Jimena llegó a categoría 4 el 31 de agosto, día que evacuaron a 20 000 familias de Los Cabos, alcanzó las costas de Baja California Sur entre el 1 y 2 de septiembre, hubo el reporte de un muerto en Mulegé y daños en Puerto San Carlos, Comondú y Loreto.

“Jimena” fue un ciclón con una trayectoria muy cercana a las costas de México, por lo que desde su inicio originó importante entrada de humedad y desarrollo de inestabilidad con tormentas intensas hacia los estados costeros del Pacífico e incluso a los del Centro y Norte del país y posteriormente, las amplias bandas nubosas del intenso huracán, continuaron con el aporte de humedad hacia la mayor parte del Territorio Nacional, pero fue en Sonora donde los días 3 y 4 de septiembre se registró una cifra record de lluvia debido al efecto de la convección generada por tres núcleos provenientes de las bandas periféricas del cuadrante Noreste de “Jimena”.

Las lluvias máximas puntuales en 24 horas, reportadas durante el periodo de “Jimena” fueron:

Acumulado del 2 al 3 de septiembre: 345.6 mm en Ciudad Constitución, Baja California Sur, 157.0 mm en Guaymas y Sonora.

Acumulado del 3 al 4 de septiembre: 514.9 mm en Guaymas, Sonora



**Figura 27. Trayectoria del huracán Jimena en el 2009.**

Otro evento significativo del 2009 fue Olaf, fue un ciclón que desarrolló su trayectoria en el Suroeste y Occidente de Baja California Sur, primero con movimiento predominante hacia el Norte, de la mañana del día 1 a la madrugada del día 3 de octubre como tormenta tropical y después de hacer un rizo, se debilitó a depresión tropical y a partir de la madrugada del día 3, enfiló hacia el Oriente, con rumbo hacia el estado de Baja California Sur, debilitándose a una baja presión, muy cerca de la costa occidental de ese estado. Durante su trayecto, el sistema se caracterizó por una amplia zona de rotación cuyas bandas nubosas originaron importante entrada de humedad hacia la Península de Baja California y estados del Noroeste de México. Se reportaron registros de lluvia máxima puntual en 24 horas de 75.2 mm en Ciudad Constitución, BCS., el día 2 de octubre y el día 3 de 132.5 mm en el Carrizo, Sinaloa y de 70.0 mm en Aconchi, Sonora.

"Olaf" tuvo una duración de 60 horas, tiempo en el que recorrió una distancia de 1,240 km, a una velocidad promedio de 21 km/h. Su mayor acercamiento a las costas de México, fue el día 3 de octubre en la noche, cuando se ubicó a 55 km al Suroeste de Puerto Cortés, BCS., en su momento final, como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h.

El ciclón Patricia tuvo su distancia más cercana a 25 km al Sur de San José del Cabo, BCS., en su momento final, como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h el 14 de octubre.

El ciclón Rick también tuvo influencia en las costas de Baja California Sur. Desde "Kenna" de la temporada 2002, "Rick" es el primer huracán en alcanzar la categoría V en el Pacífico Nororiental. Asimismo, "Rick" se convirtió en el segundo huracán más fuerte del registro histórico del Pacífico Oriental sólo superado por el huracán "Linda" de 1997.

El día 21 de septiembre en la mañana, después de una rápida evolución de la zona de fuerte inestabilidad al Sur de la Península de Baja California, se formó la tormenta tropical "Georgette" a 100 km al Sur-Sureste de Cabo San Lucas, BCS., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h, rachas de 85 km/h y desplazamiento hacia el Nor- Noroeste a 15 km/h. Debido a su cercanía a la costa, a su desplazamiento hacia el estado de Baja California Sur y a la amplia afectación del sistema que alcanzaba a los estados del Occidente y Noroeste del país, el Servicio Meteorológico Nacional en coordinación con el Centro de Huracanes de Miami, Florida, EUA., estableció una zona de alerta que abarcaba de Agua Blanca, en la costa Oeste a Buenavista, en la costa Este de Baja California Sur, incluyendo Cabo San Lucas, con el fin de prevenir los posibles efectos del impacto en tierra de la tormenta tropical.

Finalmente, al avanzar sobre territorio de Sonora, la depresión tropical "Georgette" empezó a perder fuerza por lo que a las 22:00 horas local tiempo del centro de México, se encontraba a 80 km al Norte de Guaymas, Son., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h, muy próxima a su disipación.

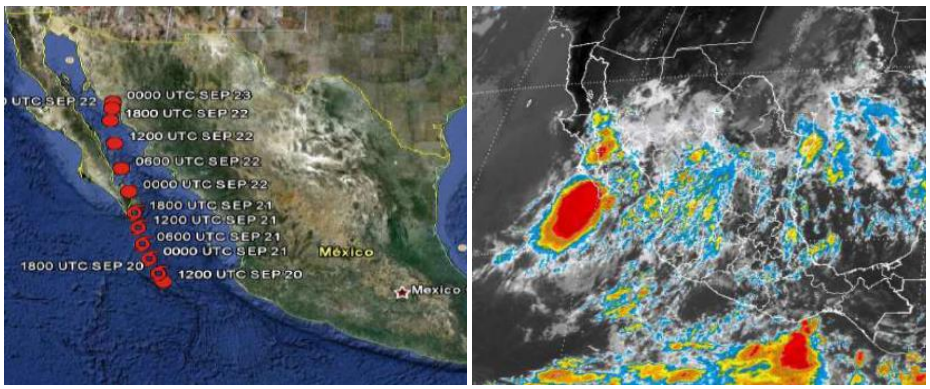



Figura 28. Trayectoria del huracán Georgette en el 2010.

Los datos de precipitación tomados en la estación de Cabo San Lucas entre 1941 y 2006, muestran que ésta ha presentado un máximo de 340 mm en 1993, aunque puede verse en la gráfica que los valores mayores se presentaron cuando hubo ocurrencias de eventos ciclónicos: 1990, 1993, 1995, 1996, 1998, 2001, 2003 y 2006.

**Durante el 2012** sólo dos eventos ciclónicos fueron relevantes para la península de Baja California, la tormenta tropical Norman entre el 28 y 29 de septiembre y el huracán Paúl, que llegó a categoría 3, entre el 13 y 17 de octubre.

Huracán Paúl

Un centro de baja presión se había formado el lunes 8 de octubre frente a las costas del pacífico de Centroamérica. Se fue fortaleciendo a medida que se desplazaba en rumbo a aguas más cálidas del Océano Pacífico. El viernes 12 de octubre este sistema adquirió características tropicales; horas más tarde, la NHC detalló que a las 21:00 GMT del sábado 13 de octubre se formó la Tormenta Tropical Paúl, ubicado a 1,100 kilómetros al sur-suroeste de la península de Baja California. A 910 kilómetros al suroeste de la península, se convirtió en el décimo huracán de la temporada 2012, con categoría uno.

Paúl se intensificó a un huracán mayor de categoría tres, con vientos máximos sostenidos de 195 Km/h. Después a categoría dos con vientos de 175 Km/h. Al llegar a las costas de la península, la tormenta disminuyó su velocidad de desplazamiento y su intensidad a categoría uno. Como tormenta tropical, Paúl se movió muy cerca de las costas de Baja California girando a tan solo 15 kilómetros de la costa de Cabo San Lázaro en dirección norte, pero aun así provocó evacuaciones a los pobladores y daños a la infraestructura local.

La NHC emitió su último boletín el día 17 de octubre a las 2:00 PM PDT detallando que Paúl, ubicado a 25 kilómetros de Punta Eugenia, México, se había convertido en un Ciclón Post-tropical, por lo tanto los avisos y alertas fueron descontinuados. Sus remanentes se disiparon al oeste de las costas de la península de Baja California.

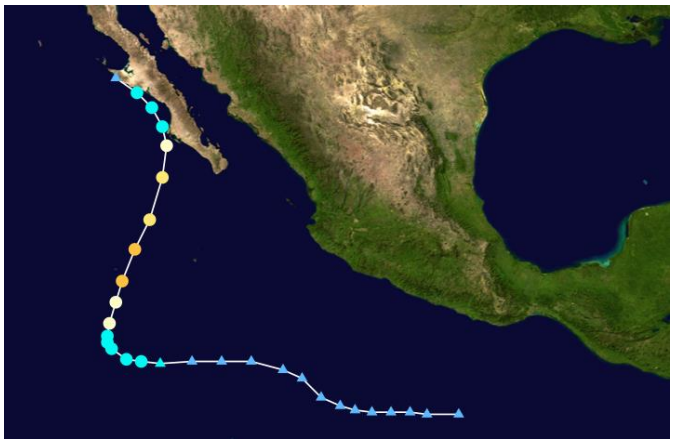


Figura 29. Trayectoria del huracán Paúl en octubre del 2012.

**Huracán Odile**

El 7 de septiembre, el Centro Nacional de Huracanes empezó a monitorear un área de convección desorganizada en asociación con una vaguada a cientos de kilómetros al sur de la costa del Pacífico mexicano. La perturbación gradualmente se organizó en medio de un ambiente en que predominaba una cizalladura vertical de viento moderada al noreste y adquirió suficiente organización para ser declarada como la depresión tropical Quince-E a las 09:00 UTC del 10 de septiembre. Seis horas después, fue categorizado como la tormenta tropical Odile a 350 kilómetros al sur-suroeste de Lázaro Cárdenas, México. El 13 de septiembre, el Odile había adquirido suficiente organización para ser promovido, por la NHC, a huracán de categoría uno. Odile entró en un período de intensificación rápida, llegó a huracán de categoría dos a las 0:00 UTC del 14 de septiembre; huracán de categoría tres a las 06:00 UTC, y huracán de categoría cuatro a las 09:00 UTC de ese día. Luego de alcanzar su pico de intensidad de vientos de 215 km/h, el inicio del ciclo de reemplazamiento de ojo causó al sistema a debilitarse a categoría tres. Aproximadamente a las 04:45 UTC del 15 de septiembre, el Odile, sin cambios en su intensidad, tocó tierra cerca de Cabo San Lucas en la península de Baja California con categoría 3, en esas áreas se reportaron vientos mayores a 140 km/h.

A pesar del contacto con tierra de la península, el Odile se debilitó lentamente a la categoría uno, a las 21:00 UTC del 15 de septiembre. Después, se debilitó a tormenta tropical a las 03:00 UTC del día siguiente y, después de 39 horas, el Odile se debilitó a depresión tropical, con un desplazamiento al noreste, sobre el noroeste de México. Finalmente, la circulación el Odile se elongó y perdió definición, lo que supuso la degradación del sistema a un sistema de remanentes a las 21:00 UTC del 17 de septiembre. El 19 de septiembre, la Weather Prediction Center detalló que los remanentes del sistema finalmente se disiparon entre el sureste de Nuevo México y el oeste de Texas, con ausencia de circulación superficial.



**Figura 30. Trayectoria del huracán Odile en septiembre del 2014.**

Así mismo, gran cantidad de estados de México fueron afectados severamente además de Baja California Sur, donde causó mayor daño. Los estados donde igualmente causó graves daños fueron Sinaloa, Baja California, Chihuahua, Sonora, Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Durango, Colima y Michoacán.

Odile descargó lluvias torrenciales y vientos fuertes a su paso sobre estas entidades, propiciando la muerte de dos personas en Oaxaca, de igual número en Puerto Vallarta, 69 edificios dañados en Acapulco, y una persona fallecida en Ciudad Juárez, donde también se registraron inundaciones extraordinarias por de la caída de más de 30 mm de lluvia en una sola noche a causa de los remanentes del ciclón, siendo esta cantidad lo mismo que Juárez registra en una temporada de lluvias promedio (de julio a septiembre) aproximadamente; y finalmente, una enorme destrucción en toda la península de Baja California, con otras dos muertes.

En Estados Unidos, específicamente en la ciudad de San Diego, California, el sistema provocó el derribo de árboles y postes de luz, resultando en cortes de energía eléctrica. En Arizona y Texas, se registraron aproximadamente 12 centímetros de lluvias torrenciales, resultando en inundaciones en distintos puntos de las zonas afectadas. En el segundo estado, un alguacil murió y en Nuevo México, un trabajador de la industria petrolera falleció debido a las inundaciones provocadas por los remanentes.

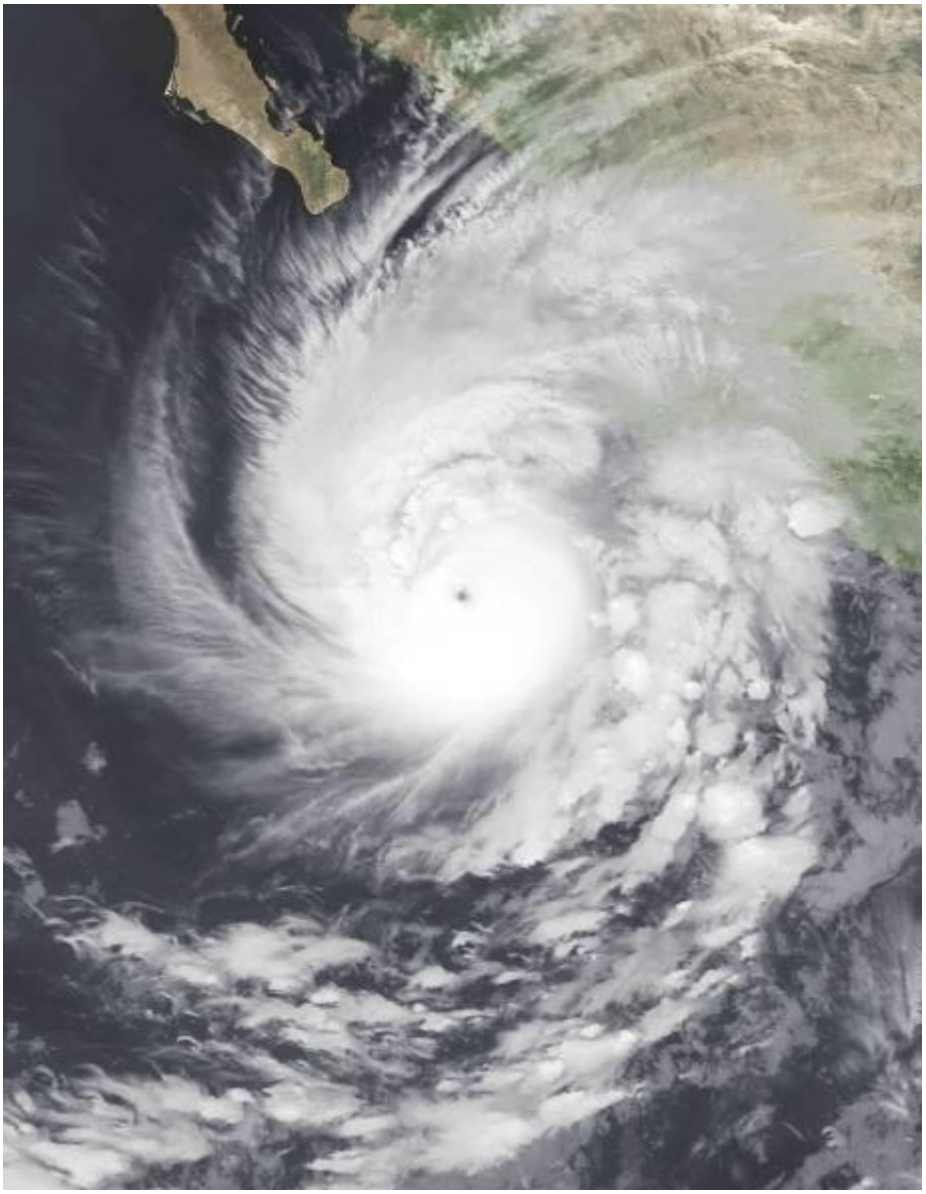
El número de huracanes esperado en un año cualesquiera puede tener una variación alta; esta característica se evidencia por las altas fluctuaciones que ocurren cada diez años, de ahí que el porcentaje de huracanes que se dirigen hacia la península pueda tener una estadística ascendente. Del registro disponible se encontró que entre 12 y 16 % de los huracanes formados en la cuenca oriental del Pacífico Norte afectan la península de Baja California; aquí se define “afecta” como aquella tormenta que se ubica a una distancia de 250 km de la península. El número más alto de huracanes

que han afectado a Baja California en un periodo de 10 años fue de 15 y ocurrieron en el periodo de 1971-1980. (Martínez-Gutiérrez y Mayer, GEOS, 2004, Vol. 24, No. 1, p. 57-64).




Fenómeno meteorológico Hilary, agosto de 2023.

En 2023 tocaron tierra dos huracanes en B.C.S. el huracán Hilary en agosto de 2023, provocó deslaves, fuertes inundaciones y lluvias intensas con una muerte, sin tocar tierra hasta 250 km al sur de Ensenada y fue la primera tormenta tropical en azotar el sur de California en 84 años, trayendo consigo el potencial de inundaciones repentinas, deslaves, tornados aislados, vientos intensos y apagones.



Huracán Norma, 2023.

El huracán Norma toco tierra en B.C.S. como categoría 1, alcanzando un máximo de casi 480 mm (19 pulgadas) en partes de Baja California Sur. Numerosos árboles, viviendas y embarcaciones resultaron dañados en las ciudades de Cabo San Lucas y La Paz.

**Vientos**

El aire en la atmósfera se desplaza de las zonas de alta presión a las de baja presión. A este movimiento del aire se le llama viento y su velocidad es directamente proporcional a la diferencia de presión que existe entre los puntos por los que circula.

En el caso de los huracanes, al existir un centro de baja presión, los vientos cercanos a la superficie tienden a converger hacia dicho centro. A este movimiento se agregan los efectos producidos por la fuerza centrífuga y la de Coriolis que hacen que el viento gire alrededor del centro de baja presión en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur y en sentido contrario en el hemisferio norte.

Los vientos de un huracán son muy fuertes y racheados y pueden persistir por muchas horas o días. Es importante tener en cuenta que cuando el ojo del huracán pasa por un punto, a los vientos fuertes que soplan en una dirección sigue un periodo de calma y luego reinician los vientos fuertes soplando en dirección opuesta.

**Marea de tormenta**

Es una sobre-elevación del nivel medio del mar, cerca de la costa, que se suma a la marea astronómica. Se debe a que al incidir en las aguas oceánicas vientos fuertes dirigidos hacia la costa, producen una fuerza cortante que además del oleaje, provoca la sobre elevación del nivel medio del mar.

Debido a la estructura giratoria de los vientos de huracán, la marea de tormenta (en el hemisferio norte) es mayor en el lado delantero o derecho de la trayectoria del huracán.

Una marejada de tormenta es un domo inmenso de agua impulsado hacia la costa por los vientos de un huracán o una tormenta tropical. Las marejadas de tormentas pueden alcanzar 25 pies de alto y ser de 50 a 100 millas de ancho. La marea en una tormenta es una combinación de la marejada y la marea normal (esto es, un oleaje de 15 pies combinado con una marea alta normal de 2 pies sobre el nivel medio del mal crea una marejada de 17 pies). Estos fenómenos causan una erosión severa y daños extensos en las áreas costeras.

A pesar de la mejora en las advertencias y una menor pérdida de vida, los daños a la propiedad continúan en aumento debido a un creciente número de gente que reside o pasa las vacaciones cerca de las costas. Las personas en áreas propensas a huracanes necesitan prepararse para los huracanes y las tormentas tropicales.

**Lluvias**

Los huracanes pueden producir lluvias torrenciales extensas. Las inundaciones son el resultado mortal y destructivo. Las lluvias excesivas también pueden provocar derrumbes de tierra o corrimientos de lodo, especialmente en las regiones montañosas. Las inundaciones repentinas pueden ocurrir debido a la intensa precipitación de lluvia. Las inundaciones de ríos y arroyos pueden persistir por varios días o más después de la tormenta.

La velocidad de la tormenta y la geografía bajo la tormenta son los principales factores con respeto a la cantidad de lluvia producida. Las tormentas que se desplazan lentamente y las tormentas tropicales que se mueven hacia regiones montañosas tienden a producir más lluvia.

## IV.2.1.1 Historia geológica de la zona, la representación geológica del municipio

El espacio geográfico que ocupa el estado de Baja California Sur, tiene una historia geológica en común con el resto de la Península de Baja California. Su evolución se ha interpretado de acuerdo con la moderna tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, desde hace aproximadamente unos 20 a 4 millones de años atrás (Mioceno-Plioceno).

El desprendimiento del territorio de Baja California del Continente Americano ha ocurrido hasta nuestra época, manifestándose actualmente a través de la falla de San Andrés. Dicha falla forma un eje longitudinal de inmersión, que recorre con orientación noroeste-sureste el fondo del Golfo de California. El eje está compuesto por una serie de fallas longitudinales de desplazamiento lateral derecho, que se deslizan en sentido contrario, generando se amplié constantemente el ancho del Golfo y se aleje la península del continente. La deriva de la península ocurre en nuestros días a un ritmo de 2 a 3 cm por año.

Aunado a este suceso, en la región acontecieron una serie de eventos tectónicos, magmáticos, que así como causaron la separación de la península, antes dieron:' origen a que esta entidad se constituyera con una gran variedad de unidades litológicas de os tres tipos fundamentales, es decir: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación abarcan desde la era Mesozoica hasta la Cenozoica.

Dichas unidades son el resultado de que esta zona también fue un área de subducción debido a la colisión entre las placas Oceánica Pacifica y Continental Americana; además corresponden a modelos geológicos de geosinclinal y de arco insular magmático marino y continental, ocurridos desde el Paleozoico Tardío.

Su distribución en el estado, así como el paisaje que se encuentran conformando, queda íntimamente relacionada con la clasificación fisiográfica. De acuerdo con lo anterior, el territorio estatal queda incluido dentro la provincia fisiográfica Península de Baja California, esta última dividida aquí en una subprovincia y tres discontinuidades, que son: la subprovincia de la Sierra de La Giganta y las discontinuidades Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de la Magdalena y Del Cabo.

En este caso el polígono en estudio, se encuentra inserto dentro del municipio de Los Cabos, el cual se localiza dentro de la discontinuidad Del Cabo, correspondiendo esta al extremo meridional del estado, se extiende desde el norte de la ciudad de La Paz hasta al sur de Cabo San Lucas. La conforman las sierras Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y La Trinidad, que en conjunto tienen una alineación norte-sur. Su morfología es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y, en la zona costera, acantilados. Dentro de esta área existen los valles inter montanos tectónicos de La Ventana y Santiago, que se hallan en un estado geomorfológico de rejuvenecimiento.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península, así como con los sucesos de esfuerzos de tensión que provocaron hundimientos (graben) y pilares (horst), dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, forman los valles antes mencionados. Las rocas que constituyen esta zona son principalmente ígneas intrusivas de edad Cretácico y metamórficas del Triásico-Jurásico -cartografiadas como P(E) esquisto del Paleozoico que son intrusionadas por las rocas anteriores; también conforman esta zona rocas ígneas intrusivas y material volcánico del Terciario, así como material clástico marino y continental del Plio-Cuaternario que sobreyace en discordancia a toda la litología antes mencionada (INEGI, 1995).

La historia geológica de la península de Baja California es muy compleja, si bien los procesos que explican la separación del fragmento litosférico hoy en día la península de Baja California, han sido detallados y ampliados a partir de diversas metodologías científicas lo cual ha dado como resultado una aceptación cada vez más generalizada, el proceso de “incorporación” del bloque de Los Cabos es aún muy confuso. En la siguiente figura se muestra de manera general los aspectos geológicos más importantes del extremo sur de la península de Baja California, destacando los aspectos estructurales (fallas geológicas de mayores dimensiones) y las unidades geológicas presentes.

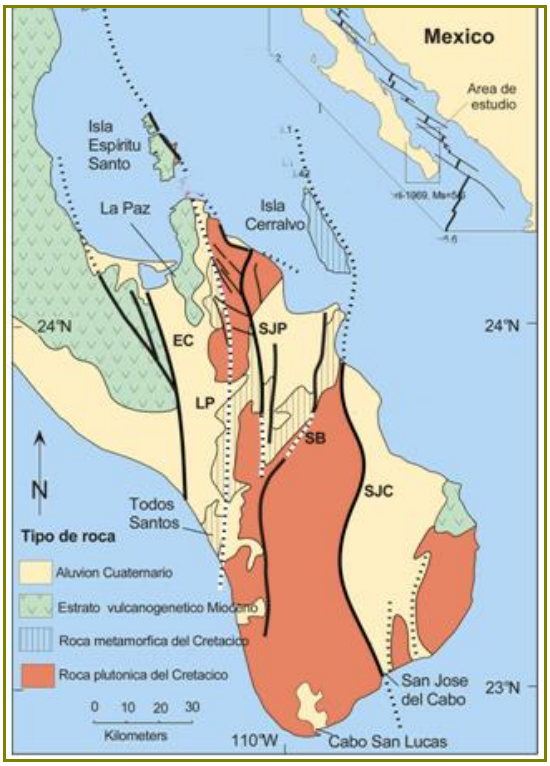



**Figura 31. Geología general del extremo sur de la Península de Baja California, Munguía et al., (1992,1997) y Fletcher & Munguía (2000).**

La región La Paz-Los Cabos está compuesta por un gran bloque en la parte central con rocas platónicas y metamórficas que forman la Sierra La Laguna. El área está cortada por cinco fallas geológicas transpeninsulares que controlan la geometría de tres cuencas sedimentarias y la dividen en 5 distintos bloques tectónicos.

Las fallas tienen rumbo N-NW y su nombre proviene de los poblados o comunidades que están por donde pasan. De Oeste a Este estas son Falla El Carrizal, La Paz, San Juan de los Planes, San Bartolo y San José del Cabo (Fletcher & Munguía, 2000).

El sitio del proyecto se encuentra en la parte sur de la península de Baja California en una zona ampliamente dominada por roca tipo plutónicas graníticas de edad cretácica y en cercanía de rocas conglomerado al oeste.

La zona de estudio que comprende a la microcuenca del arroyo Salto de Villa es ampliamente dominada por rocas graníticas de edad terciaria T(gr) y de tipo conglomerado así como de tipo aluvial y en la zona urbana de la ciudad de Cabo San Lucas y la zona hotelera los conglomerados del cuaternario Q(cg), así como de aluviones del cuaternario que se extienden hasta la zona del Médano.

Dentro de la zona de la microcuenca se localizan unidades litológicas del tipo intrusivas, principalmente del tipo de los granitos del terciario (TGr) en la zona montañosa oriental y occidental de la parte baja de la cuenca, dando los parteaguas de la misma junto con la granodiorita-tonalita del cretácico (Gd-Tn).

El proyecto se localiza específicamente en la unidad litológica conocida como granodioritas del cretácico K(gd) y de acuerdo con la carta geológica minera, se ubica en una zona en la que comienza a tener granitos por debajo del suelo y deja de ser aluvión o conglomerado, esta litología se caracteriza

por ser de características antiguas, y corresponde a la zona de cerros, lomeríos y sierras de granitos del terciario o del cretácico.

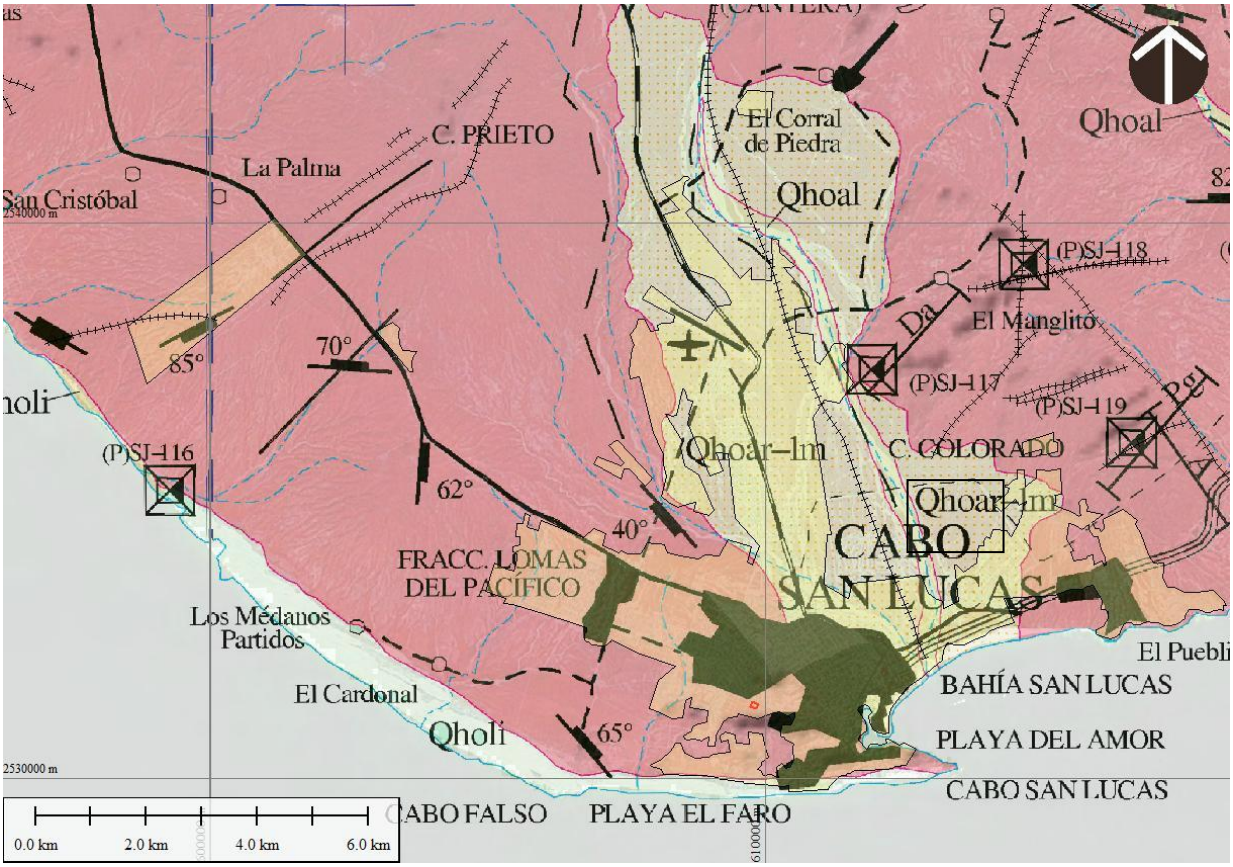



**Figura 32. Unidades geológicas a nivel municipio.**

Dentro de la zona de la microcuenca se localizan unidades litológicas del tipo intrusivas, principalmente del tipo de los granitos del cretácico (KGr) y la granodiorita-tonalita del cretácico (Gd-Tn) asi como área de granitos del terciario, todo esto correspondiente al gran batolito del evento Laramidae.

**En el sitio donde se localiza el sitio del proyecto afloran rocas tipo granodioritas del cretácico, también pueden ser identificadas como granitos del cretácico.**

## IV.2.2 Fisiografía

El área geográfica en la cual está enclavado el predio es la provincia: Península de Baja California Sur, Subprovincia de la discontinuidad Del Cabo. Esta discontinuidad se extiende al sur del trópico de cáncer y es la parte final de la provincia. Por el noroeste colinda con el Golfo de California y al suroeste con el Océano Pacífico. Ocupa una extensión de 7,612.67 km$^2$, que corresponden a una parte del Municipio de La Paz y a la totalidad de Los Cabos. Los sistemas de topo formas de esta región difieren de los demás de la provincia en cuanto a la orientación de sus principales ejes estructurales, ya que mientras en la discontinuidad es de norte a sur, en el resto es de noroeste-suroeste.

En el caso del Pacífico se observa una línea de costa casi recta con presencia de grandes lagunas y llanuras extensas, mientras que en la vertiente del litoral en el Golfo se observan amplias bahías, islas

y una costa más irregular, además de un relieve topográfico muy abrupto. La Bahía de La Paz, con un perímetro costero de 194.8 km, es uno de los cuerpos costeros más grandes dentro del Golfo (Velasco García, J. A, 2009).

El sitio del proyecto se ubica en un lomerío escarpado con cañadas, muy cerca de lo que es la zona de llanura aluvial, sin embargo sus características corresponden mucho más a los lomeríos, de hecho se encuentra cerca del cerro Prieto en el que se enclava el desarrollo Montecristo, aunque el sitio mismo del proyecto es plano con inclinación al norte.

Las características orográficas de la zona de Cabo San Lucas corresponden a montañas bajas y lomeríos aislados, asociados a laderas y bajadas de corta longitud con pendiente moderada. Las montañas bajas, El Zorrillo, La Calavera y La Chinche se localizan en la parte alta de la cuenca (norte) alcanzando alturas por arriba de los 900 m y los lomeríos aislados se encuentran en la parte baja (sur), cercanos a la línea de costa con alturas que varían de 300 m a 500 m.

La cuenca hidrográfica en estudio en la que se enclava el sitio del proyecto es la conocida como Playa El Faro, cuenca muy pequeña que drena en la dársena San Lucas, y cuyos escurrimientos ocurren entre el Cerro Prieto y el Cerro Colorado.

En esta zona de lomeríos se encuentra la zona cercana del Cerro Prieto y su desarrollo Montecristo, se encuentran las colonias Libertad, Bugambilia, Arcoíris.

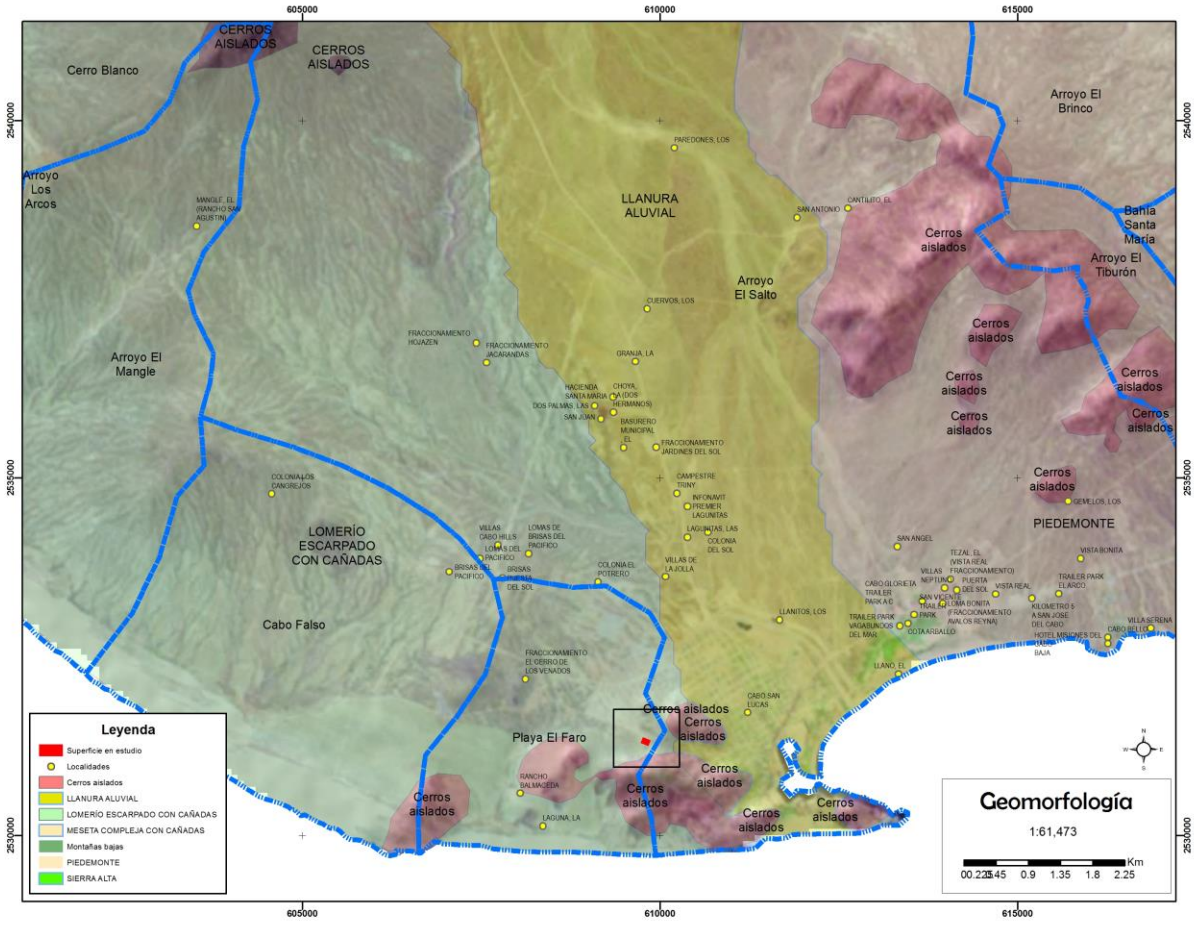



Figura 33. Geomorfología en la zona de estudio.

La altura máxima dentro del área de estudio es **de 7 msnm, el lote se presenta entre las cotas de 89.5 y 102 msnm**, el terreno se encuentra en una zona con morfología tipo lomerío escarpado, los cerros bajos son las estructuras que alcanzan mayores alturas, la llanura aluvial se extiende por toda la zona del arroyo El Salto en la zona de Cabo San Lucas, que se encuentra a unos 3.9 km de distancia en dirección este del sitio en estudio.

La orografía del sitio del proyecto se caracteriza por ser un lomerío con pendiente regular, constituida por rocas granodioríticas cubiertas por litosol y regosol.

**Relieve**

El estado de Baja California Sur queda incluido dentro de la provincia fisiográfica península de Baja California, ésta última dividida en una Subprovincia y tres discontinuidades que son: la Subprovincia de la sierra de La Giganta y las discontinuidades del Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de La Magdalena y Del Cabo (INEGI, 1995). Para el caso específico que nos ocupa, la discontinuidad Del Cabo corresponde al extremo meridional del estado, se extiende desde la parte norte de la ciudad de La Paz hasta el sur de Cabo San Lucas.

La conforman las sierras conocidas como Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y la Trinidad, que en su conjunto tiene una alineación norte-sur. Su morfología es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y acantilados en la zona litoral.

Dentro de esta área existen los valles ínter montanos de la Ventana y Santiago, que se hallan en un estado geomorfológico de rejuvenecimiento.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península así como los sucesos de esfuerzos de tensión que provocan fosas y pilares, dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, formando los valles antes mencionados. En resumen la fisiografía de la región Del Cabo está compuesta principalmente por sierras altas y lomeríos asociados con cañadas, producto del modelado de la erosión eólica entre otras causas; (INEGI, 1995).

La microcuenca Playa El Faro abarca desde la colonia Puesta del Sol al norte, y casi la mitad de la ciudad de Cabo San Lucas, hasta la zona de la Playa El Faro. Esta cuenca queda formada por los escurrimientos de los arroyos sin nombre a la altura del cerro El Rodadero y el cerro Prieto.

El sitio del proyecto se localiza en zona de lomeríos, entre dos cerros, el cerro prieto o Cerro de La Z y el Cerro de La Cruz, en la zona entre cerros, relativamente plana pero realmente tiene una pendiente hacia la zona norte o este, que se recompone y toma pronto pendiente hacia el Océano Pacífico, formando parte asi de la microcuenca Playa El Faro.




Figura 34. Fisiografía y elevaciones en el sitio en estudio.

## Lomerío escarpado con cañadas

Hay que resaltar que la geomorfología de la microcuenca Playa El Faro es compartida por toda la zona oeste de la zona de Los Cabos, la subcuenca más importante es Salto Seco en la que se tiene una amplia zona de lomeríos que parte desde la planicie aluvial en la parte central de la subcuenca formada principalmente por los arroyos Salto Seco y El Salto, así como por sus afluentes, y llega hasta la zona costera del Pacífico, en donde se forma la microcuenca Playa El Faro.

El espacio geográfico que ocupa el estado de Baja California Sur, tiene una historia geológica en común con el resto de la Península de Baja California. Su evolución se ha interpretado de acuerdo con la moderna tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, desde hace aproximadamente unos 20 a 4 millones de años atrás (Mioceno-Plioceno).

El desprendimiento del territorio de Baja California del Continente Americano ha ocurrido hasta nuestra época, manifestándose actualmente a través de la falla de San Andrés. Dicha falla forma un eje longitudinal de inmersión, que recorre con orientación noroeste-sureste el fondo del Golfo de California. El eje está compuesto por una serie de fallas longitudinales de desplazamiento lateral derecho, que se deslizan en sentido contrario, generando se amplié constantemente el ancho del Golfo y se aleje la península del continente. La deriva de la península ocurre en nuestros días a un ritmo de 2 a 3 cm por año.

Aunado a este suceso, en la región acontecieron una serie de eventos tectónicos, magmáticos, que así como causaron la separación de la península, antes dieron:' origen a que esta entidad se constituyera con una gran variedad de unidades litológicas de os tres tipos fundamentales, es decir: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación abarcan desde la era Mesozoica hasta la Cenozoica.

Dichas unidades son el resultado de que esta zona también fue un área de subducción debido a la colisión entre las placas Oceánica Pacifica y Continental Americana; además corresponden a modelos geológicos de geosinclinal y de arco insular magmático marino y continental, ocurridos desde el Paleozoico Tardío.

Su distribución en el estado, así como el paisaje que se encuentran conformando, queda íntimamente relacionada con la clasificación fisiográfica. De acuerdo con lo anterior, el territorio estatal queda incluido dentro la provincia fisiográfica Península de Baja California, esta última dividida aquí en una subprovincia y tres discontinuidades, que son: la subprovincia de la Sierra de La Giganta y las discontinuidades Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de la Magdalena y Del Cabo.

En este caso el polígono en estudio se encuentra inserto dentro del municipio de Los Cabos, el cual se localiza dentro de la discontinuidad Del Cabo, correspondiendo esta al extremo meridional del estado, se extiende desde el norte de la ciudad de La Paz hasta al sur de Cabo San Lucas. La conforman las sierras Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y La Trinidad, que en conjunto tienen una alineación norte-sur. Su morfología es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y, en la zona costera, acantilados. Dentro de esta área existen los valles inter montanos tectónicos de La Ventana y Santiago, que se hallan en un estado geomorfológico de rejuvenecimiento.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península, así como con los sucesos de esfuerzos de tensión que provocaron hundimientos (graben) y pilares (horst), dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, forman los valles antes mencionados. Las rocas que constituyen esta zona son principalmente ígneas intrusivas de edad Cretácico y metamórficas del Triásico-Jurásico -cartografiadas como P(E) esquisto del Paleozoico que son intrusionadas por las rocas anteriores; también conforman esta zona rocas ígneas intrusivas y material volcánico del Terciario, así como material clástico marino y continental del Plio-Cuaternario que sobreyace en discordancia a toda la litología antes mencionada (INEGI, 1995).

La historia geológica de la península de Baja California es muy compleja, si bien los procesos que explican la separación del fragmento litosférico hoy en día la península de Baja California, han sido detallados y ampliados a partir de diversas metodologías científicas lo cual ha dado como resultado una aceptación cada vez más generalizada, el proceso de “incorporación” del bloque de Los Cabos es aún muy confuso.

## IV.2.3 Geología en el sistema ambiental

El estado de Baja California Sur queda incluido dentro de la provincia fisiográfica península de Baja California, ésta última dividida en una Subprovincia y tres discontinuidades que son: la Subprovincia de la sierra de La Giganta y las discontinuidades del Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de La Magdalena y Del Cabo (INEGI, 1995). Para el caso específico que nos ocupa, la discontinuidad Del Cabo corresponde al extremo meridional del estado, se extiende desde la parte norte de la ciudad de La Paz hasta el sur de Cabo San Lucas.

La conforman las sierras conocidas como Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y la Trinidad, que en su conjunto tiene una alineación norte-sur. Su morfología

es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y acantilados en la zona litoral.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península así como los sucesos de esfuerzos de tensión que provocan fosas y pilares, dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, formando los valles antes mencionados. En resumen la fisiografía de la región Del Cabo está compuesta principalmente por sierras altas y lomeríos asociados con cañadas, producto del modelado de la erosión eólica entre otras causas; (INEGI, 1995).

La zona de estudio que comprende a la microcuenca Playa El Faro es ampliamente dominada por rocas graníticas de edad terciaria y materiales eólicos, así como algunas granodioritas del cuaternario.

La geología que prevalece en toda la microcuenca Playa El Faro es volcánica intrusiva, con rocas graníticas y sedimentarias tipo conglomerados y aluviales.

Las rocas tipo granodiorita-tonalita del cretácico son prevalentes en la zona media y alta de la microcuenca Playa El Faro, sin embargo prevalecen los materiales eólicos que se depositan en la zona costera. El sitio en estudio se localiza en depósitos eólicos que se encuentran del otro lado del Cerro Prieto, de manera que tiene mucha influencia de rocas graníticas y de granodioritas.

Particularmente, el área donde se localiza el terreno del proyecto, se observan acumulaciones eólicos que datan del cuaternario (Q(eo)), y se encuentran sobre geología más cercana al granito del terciario y granodiorita del cretácico, de manera que su sustento es básicamente rocoso, estas rocas se observan con cierto grado de alteración, incluso en el costado frente a la línea de costa, se observan que dichas rocas alcanzas cierto grado de metamorfismo.

La unidad denominada eólica (Qeo), se refiere a las acumulaciones de arenas en los cuales el viento ha sido el factor más importante para su formación, dichas formaciones se pueden observar dentro de los predios. La unidad litoral (Qli), la cual se refiere a los materiales sedimentarios y granulares que se observan en toda la franja de playa, su principal característica es la inconsolidación (soltura) de las arenas que generalmente son de tamaño grueso, pero esta unidad solo se encuentra en la zona costera.

### Eólica del cuaternario (Qeo)

Son materiales principalmente producto de acumulación por fuerzas eólicas a lo largo de mucho tiempo en la zona costera, se compone de cuarzo y detritos provenientes de las rocas graníticas y de granodiorita de los cerros y de los materiales subyacentes. Estos materiales que se han acumulado son totalmente sueltos en el caso de las playas y dunas, pero se encuentran bastante compactos y mezclados con otras rocas en el caso de zonas tierra adentro, especialmente en el sitio del proyecto, que aunque es una zona eólica, lleva bastante tiempo protegida por los cerros Prieto y Colorado, además de que en otros tiempos tuvo vegetación, de manera que se ha creado ya un suelo bastante compacto y firme.

### Granito del cretácico superior (KsGr)

El granito es una roca ígnea intrusiva que aflora ampliamente en la mayor parte de la zona alta de la microcuenca Playa El Faro. Son rocas de color rojizo a crema, con textura fanerítica, los minerales más comunes que se pueden observar son cuarzos, feldespatos y minerales ferromagnesianos, principalmente biotita. Los minerales secundarios presentes son sericita, clorita y hematita. Estas rocas constituyen el basamento cristalino de la península (Ortega-Gutiérrez et. Al., 1992). El Consejo de recursos Minerales (2002) les asigna a esta roca granítica una edad del Cretácico Superior.

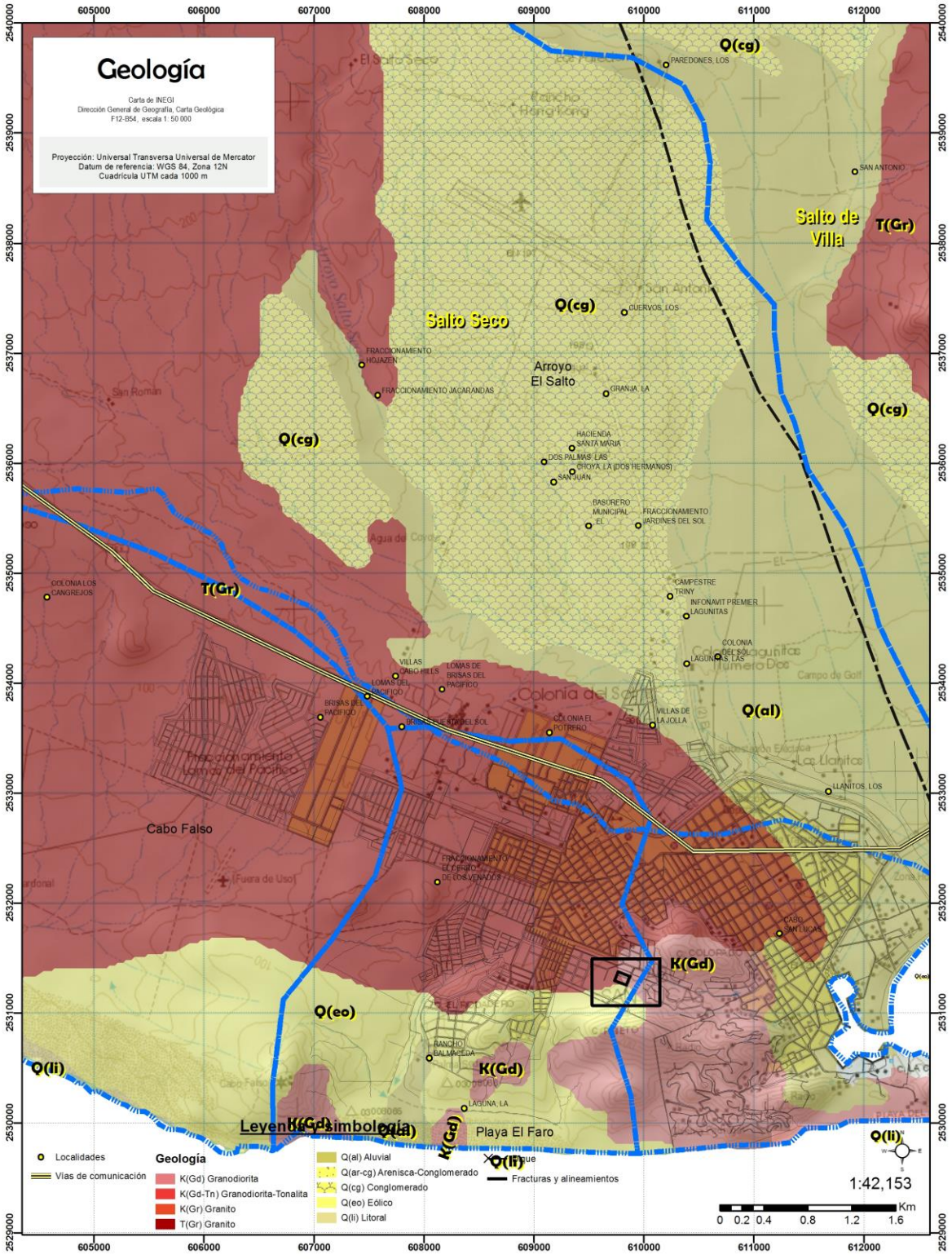



Figura 35. Geología en la microcuenca arroyo Playa El Faro.

El espacio geográfico que ocupa el estado de Baja California Sur, tiene una historia geológica en común con el resto de la Península de Baja California. Su evolución se ha interpretado de acuerdo con

la moderna tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, desde hace aproximadamente unos 20 a 4 millones de años atrás (Mioceno-Plioceno).

El desprendimiento del territorio de Baja California del Continente Americano ha ocurrido hasta nuestra época, manifestándose actualmente a través de la falla de San Andrés. Dicha falla forma un eje longitudinal de inmersión, que recorre con orientación noroeste-sureste el fondo del Golfo de California. El eje está compuesto por una serie de fallas longitudinales de desplazamiento lateral derecho, que se deslizan en sentido contrario, generando se amplié constantemente el ancho del Golfo y se aleje la península del continente. La deriva de la península ocurre en nuestros días a un ritmo de 2 a 3 cm por año.

Aunado a este suceso, en la región acontecieron una serie de eventos tectónicos, magmáticos, que así como causaron la separación de la península, antes dieron:' origen a que esta entidad se constituyera con una gran variedad de unidades litológicas de os tres tipos fundamentales, es decir: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación abarcan desde la era Mesozoica hasta la Cenozoica.

Dichas unidades son el resultado de que esta zona también fue un área de subducción debido a la colisión entre las placas Oceánica Pacifica y Continental Americana; además corresponden a modelos geológicos de geosinclinal y de arco insular magmático marino y continental, ocurridos desde el Paleozoico Tardío.

Su distribución en el estado, así como el paisaje que se encuentran conformando, queda íntimamente relacionada con la clasificación fisiográfica. De acuerdo con lo anterior, el territorio estatal queda incluido dentro la provincia fisiográfica Península de Baja California, esta última dividida aquí en una subprovincia y tres discontinuidades, que son: la subprovincia de la Sierra de La Giganta y las discontinuidades Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de la Magdalena y Del Cabo.

En este caso el polígono en estudio, se encuentra inserto dentro del municipio de Los Cabos, el cual se localiza dentro de la discontinuidad Del Cabo, correspondiendo esta al extremo meridional del estado, se extiende desde el norte de la ciudad de La Paz hasta al sur de Cabo San Lucas. La conforman las sierras Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y La Trinidad, que en conjunto tienen una alineación norte-sur. Su morfología es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y, en la zona costera, acantilados. Dentro de esta área existen los valles inter montanos tectónicos de La Ventana y Santiago, que se hallan en un estado geomorfológico de rejuvenecimiento.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península, así como con los sucesos de esfuerzos de tensión que provocaron hundimientos (graben) y pilares (horst), dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, forman los valles antes mencionados. Las rocas que constituyen esta zona son principalmente ígneas intrusivas de edad Cretácico y metamórficas del Triásico-Jurásico -cartografiadas como P(E) esquisto del Paleozoico que son intrusionadas por las rocas anteriores; también conforman esta zona rocas ígneas intrusivas y material volcánico del Terciario, así como material clástico marino y continental del Plio-Cuaternario que sobreyace en discordancia a toda la litología antes mencionada (INEGI, 1995).

La historia geológica de la península de Baja California es muy compleja, si bien los procesos que explican la separación del fragmento litosférico hoy en día la península de Baja California, han sido detallados y ampliados a partir de diversas metodologías científicas lo cual ha dado como resultado una aceptación cada vez más generalizada, el proceso de “incorporación” del bloque de Los Cabos es aún muy confuso. En la siguiente figura se muestra de manera general los aspectos geológicos más importantes del extremo sur de la península de Baja California, destacando los aspectos estructurales (fallas geológicas de mayores dimensiones) y las unidades geológicas presentes.

## IV.2.4 Topografía y fisiografía en el sistema ambiental

El área geográfica en la cual está enclavado el predio es la provincia: Península de Baja California Sur, Subprovincia de la discontinuidad Del Cabo. Esta discontinuidad se extiende al sur del trópico de cáncer y es la parte final de la provincia. Por el noroeste colinda con el Golfo de California y al suroeste con el Océano Pacífico. Ocupa una extensión de 7612.67 km$^2$, que corresponden a una parte del Municipio de La Paz y a la totalidad de Los Cabos. Los sistemas de topo formas de esta región difieren de los demás de la provincia en cuanto a la orientación de sus principales ejes estructurales, ya que mientras en la discontinuidad es de norte a sur, en el resto es de noroeste-suroeste.

La característica más destacada es la presencia de un conjunto de sierras que se extienden, de norte a sur, desde el costado oriental de la Bahía de La Paz hasta cerca de Cabo San Lucas. Las sierras de mayor elevación con respecto al nivel medio del mar son las siguientes: Las Cruces con 1270 m, El Novillo con 970 m, La Gata con 1130 m, La Laguna con 2090 m, y Matagorda.

Entre los picos y picachos se pueden mencionar los siguientes: Azufrado, La Zacatosa, y San Lázaro. Entre este conjunto montañoso existen dos áreas de poca pendiente: los valles de Los Planes y Santiago. El primero se encuentra ubicado frente a la Bahía La Ventana, está formada por una llanura aluvial costera y por amplias bajadas de la sierra y está constituido por suelos aluviales de edad cuaternario. El segundo valle se localiza en medio de las sierras Matagorda y La Trinidad, formado por mesetas con cañadas y constituido por rocas sedimentarias del cuaternario.

El sur de la península, específicamente la zona de Cabo San Lucas, se encuentra formada por un valle o llanura aluvial, que se encuentra flanqueada por dos piedemonte extensos, uno al este, que da hacia las playas de la Bahía San Lucas, y el otro al oeste, que da directamente a la zona del Pacífico. Esta zona de bajadas o piedemonte, se extiende casi sin interrupciones hacia el Océano Pacífico, todo este piedemonte tiene algunos cerros que sobresalen, pero que son muy bajos.

Dentro de la microcuenca arroyo Salto de Villa se presentan cinco unidades geomorfológicas, correspondientes a piedemonte en su mayor parte, con una mayor extensión y pendiente moderada a ligera, Sierra Alta en la zona más alta de la microcuenca, correspondiente al cerro El Cenicero y La Chinche, que aunque son los cerros que forman la entrada a la sierra, en realidad es solo el comienzo de la sierra San Lázaro. Montañas Bajas o cerros aislados, la unidad de piedemonte es la que corresponde a la unidad geomorfológica en la que se asienta este proyecto.

XXX Topoformas en la cuenca La Paz – Cabo San Lucas.

| Descripción | Nombre | Área m$^2$ | Perímetro | Hectáreas |
|---|---|---|---|---|
| Sierra alta compleja con mesetas | Sierra | 47212386 | 54919.965 | 4721.239 |
| Lomerío tendido con bajadas | Lomerío | 116557859 | 55248.793 | 11655.786 |
| Sierra baja | Sierra | 157914575 | 89762.512 | 15791.457 |
| Lomerío tendido con bajadas | Lomerío | 44950485.6 | 39508.47 | 4495.049 |
| Sierra alta | Sierra | 323541685 | 102062.865 | 32354.168 |
| Llanura aluvial con piso rocoso o cementado | Llanura | 62091805.3 | 77828.82 | 6209.181 |
| Llanura aluvial | Llanura | 539323730 | 204831.727 | 53932.373 |
| Bajada típica | Bajada | 369276664 | 209189.955 | 36927.666 |
| Lomerío tendido con bajadas | Lomerío | 273941918 | 112151.268 | 27394.192 |
| Sierra baja de laderas tendidas | Sierra | 227436493 | 84449.499 | 22743.649 |
| Llanura aluvial | Llanura | 161237375 | 79097.592 | 16123.738 |
| Sierra alta de cumbres tendidas | Sierra | 70954472.6 | 37327.108 | 7095.447 |
| Sierra alta | Sierra | 934995795 | 393861.6 | 93499.579 |
| Llanura aluvial de piso rocoso o cementado | Llanura | 76240286.5 | 38939.762 | 7624.029 |
| Bajada típica con lomeríos | Bajada | 65023097.5 | 52342.077 | 6502.31 |
| Sierra baja | Sierra | 23752064.1 | 30300.111 | 2375.206 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Llanura aluvial con piso rocoso o cementado | Llanura | 8856632.58 | 19793.157 | 885.663 |
| Valle abierto | Valle | 30877071.4 | 30706.873 | 3087.707 |
| Lomerío tendido con bajadas | Lomerío | 129986505 | 91527.334 | 12998.65 |
| Llanura aluvial | Llanura | 82312823.1 | 111287.758 | 8231.282 |
| Meseta compleja con bajadas | Meseta | 71735947 | 36725.489 | 7173.595 |
| Lomerío tendido con bajadas | Lomerío | 213618918 | 73330.626 | 21361.892 |
| Meseta compleja con bajadas | Meseta | 48948056.4 | 44225.402 | 4894.806 |
| Meseta compleja con cañadas | Meseta | 523974690 | 147044.988 | 52397.469 |
| Sierra baja de laderas tendidas con lomerío | Sierra | 888066604 | 142623.222 | 88806.66 |
| Llanura aluvial | Llanura | 67632238.7 | 64226.147 | 6763.224 |
| Meseta compleja con cañadas | Meseta | 35645978 | 27831.625 | 3564.598 |
| Lomerío escarpado con cañadas | Lomerío | 239492882 | 84340.278 | 23949.288 |
| Llanura aluvial | Llanura | 584749.625 | 3805.573 | 58.475 |

A través de un análisis de pendientes realizado para la microcuenca, se pudo calcular la pendiente media de la microcuenca Playa El Faro en un transecto a lo largo del arroyo sin nombre en una distancia de 3.75 km corresponde a 1.94° (3.38%), considerando una pendiente máxima de 6.37°, entre 137 msnm y 0 msnm en su desembocadura en Playa El Faro.

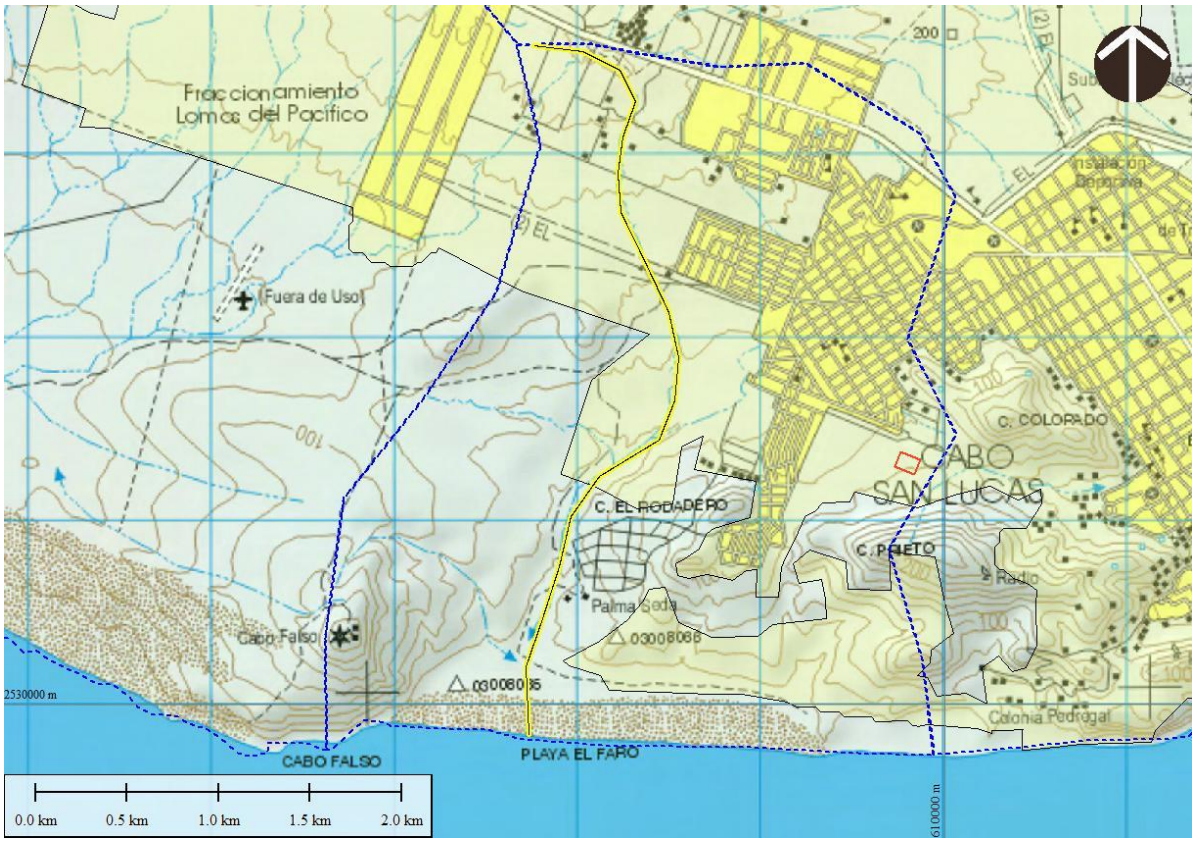



Figura 36. Mapa de perfil de la microcuenca Playa El Faro.

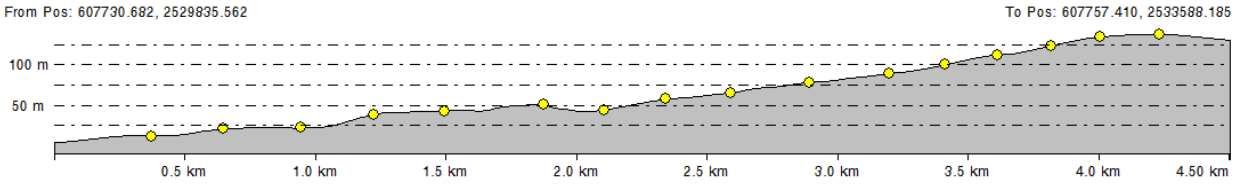



Figura 37. Perfil de pendientes de la microcuenca Playa El Faro.

El sitio del proyecto se enclava en el área de la zona de lomeríos escarpados, con pendiente baja a media cerca de los cerros y lomas y en donde se asientan las principales localidades importantes de la cuenca, Cabo San Lucas, colonias Bugambilias, Libertad y 4 de Marzo con algunos otros fraccionamientos.

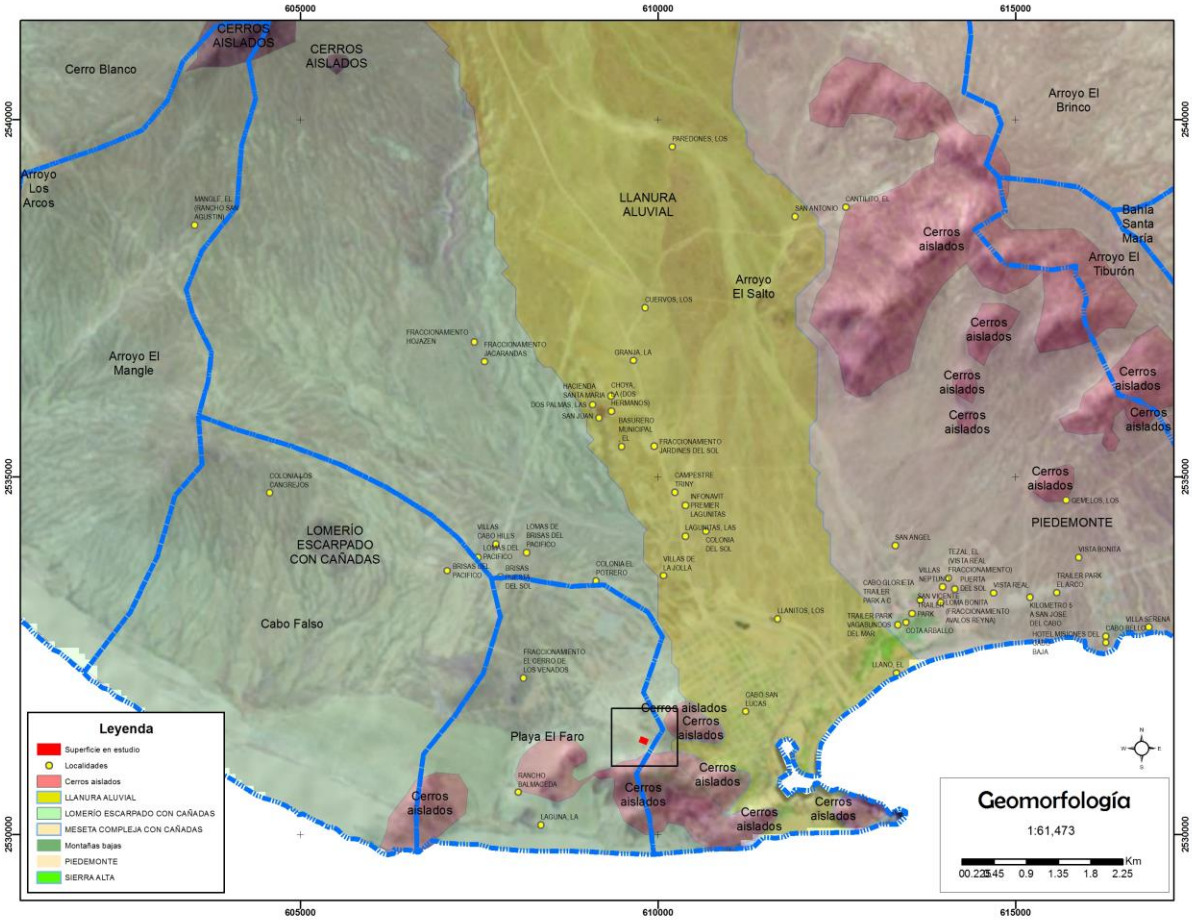



Figura 38. Unidades geomorfológicas dentro de la microcuenca Playa El Faro.

## IV.2.5 Tipo de suelo

Los El 83% de la superficie de la discontinuidad Del Cabo (donde se encuentra la cuenca en que está ubicado el predio), está cubierta por regosoles eútricos, los cuales tienen a menos de 0.50 m de profundidad una fase física lítica (INEGI, 1995). Los suelos existentes en la microcuenca Salto de Villa donde se encuentra el predio son diversos, predominando en su mayoría el regosol eútrico con diferentes texturas. En la microcuenca Salto de Villa existen 8 tipos de suelo, de acuerdo con su roca madre de origen y a los tipos de fuerzas sedimentarias que los formaron. En la zona alta de la microcuenca y en la zona montañosa de la sierra alta predominan los litosoles provenientes de las rocas graníticas que los originan, y se encuentran mezclados con regosoles eútricos de poca o escasa formación y horizontes poco definidos debido a los procesos de intemperismo.

La mayor parte de la cuenca, en su lado, oeste, los suelos que predominan son regosoles eútricos con xerosoles háplicos resultado del intemperismo severo con muy poca cantidad de materia orgánica debido a la alta influencia marina y de los constantes vientos, y en poca cantidad hay regosoles

calcáricos, provenientes de antiguos contactos con agua marina y por la roca madre que contiene muchos carbonatos.

XXXI Tipos de suelo en la cuenca Playa El Faro (1006 ha).

| Tipo de suelo | Nombre | Área m² | Hectáreas |
|---|---|---|---|
| Litosol con Regosol eútrico en textura gruesa | I+Re/1 | 1372997.968 | 137.3 |
| Regosol calcárico textura gruesa | Rc/1 | 130371.8308 | 13.037 |
| Regosol calcárico en textura gruesa fase sódica | Rc/1/n | 3566293.754 | 356.629 |
| Regosol eútrico con xerosol háplico y regosol calcárico en textura media | Re+Xh+Rc/2 | 4993873.443 | 499.387 |
| **TOTAL** | | **10063536.9958** | **1006.353** |

La zona central de la microcuenca se encuentra formada por regosoles eútricos con yermosoles háplicos sobre todo en la zona más central del valle, en contraste con los litosoles de la zona alta, estos regosoles y yermosoles son resultado de continuos depósitos de escorrentías antiguas de los arroyos. En la zona más baja del arroyo y ya en su desembocadura predomina el suelo fluvisol arenoso grueso. Son principalmente depósitos del arroyo sin nombre. Estos suelos se encuentran desprovistos de materia orgánica y cambian periódicamente de profundidad en función de las descargas de los arroyos y los eventos atmosféricos como huracanes.

Los regosoles eútricos son suelos de color claro parecidos a la roca que les dio origen se encuentran en diferentes tipos de terrenos y con diversos tipos de vegetación, son suelos poco evolucionados que no presentan características diferenciales en el perfil. Se ubican en las llanuras hasta las sierras; en general, son de textura gruesa, de bajo contenido en materia orgánica, su capacidad de intercambio catiónico es baja, lo mismo que su fertilidad. Registran altas concentraciones de calcio y de moderadas a altas de magnesio. Entre tanto su *p*H oscila entre 7.8 y 8.4, son suelos con poca profundidad, exceptuando los que se encuentran en las llanuras con dunas, que alcanzan en promedio los 1.20 m.

El sitio del proyecto se enclava en área de litosol con regosol eútrico, este suelo es muy rocoso, muy delgado, sin embargo, no obstante, en el flanco sur el acceso que se encuentra al predio tiene un suelo sumamente polvoso y terroso.




Figura 39. Unidades edafológicas dentro de la microcuenca Playa El Faro.

## IV.2.6 Estado de conservación del suelo

La erosión en el campo de la edafología puede ser definida, de forma amplia, como un proceso de arrastre del suelo por acción del agua o del viento; o como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo causado por el agua y el viento (Suárez, 1980). Esto implica la existencia de dos elementos que participan en el proceso: uno pasivo que es el suelo, y uno activo que es el agua, el viento, o su participación alterna; la vegetación por su parte actúa como un regulador de las relaciones entre ambos elementos.

En las zonas áridas y semiáridas, de acuerdo con el agente físico causante, pueden definirse dos tipos de erosión: hídrica y eólica. La primera de ellas es la que mayor interés reviste en zonas geográficas sujetas a condiciones climáticas en donde imperan las lluvias de alta intensidad y corta duración.

La erosión es un fenómeno geológico natural causado por la acción del agua y del viento, que consiste en el desprendimiento y acarreo de partículas del suelo. La erosión se origina por la combinación de varios factores tales como el intemperismo, la inclinación del relieve, los incendios forestales, además de ciertas características intrínsecas del suelo que pueden hacerlo más propenso a la erosión como el escaso desarrollo de los horizontes superiores, textura limosa o bajo contenido en materia orgánica. No obstante, las actividades humanas pueden acelerar de forma importante la tasa de erosión debido al uso inadecuado del suelo, lo que conlleva a la reducción de su capacidad para sostener los ecosistemas naturales y urbanos.

*Erosión Hídrica*

La erosión hídrica consiste en la remoción del suelo por la acción del agua y tiene al menos tres etapas: (1) el desprendimiento de las partículas del suelo, ya sea por el golpeteo de las gotas de lluvia o por el arrastre de una corriente superficial; (2) la transportación del material por el agua; y (3) la sedimentación del material.

La erosión hídrica puede ser de tipo superficial o profunda, ocasionando en ambos casos la deformación del terreno. La erosión superficial ocurre donde el agua fluye de forma homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo. En otras ocasiones el flujo del agua se concentra en un cauce, de modo que abre una zanja o cárcava cada vez más profunda. La movilidad del sustrato en las cárcavas es muy alta, por lo que el suelo y las pocas plantas que llegan a germinar en esas condiciones son arrastrados, lo que hace muy difícil detener este proceso debido a que no hay vegetación que pueda retener el suelo. Por esta razón, la erosión por cárcavas se considera severa, incluso, extrema.

En el país, la mayor pérdida de suelo la ocasiona la lluvia en todas sus facetas, desde el golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo hasta los escurrimientos superficiales tanto en las laderas como en los cauces. La erosión en las laderas se dice que es una erosión laminar y es donde se obtiene el mayor aporte de sedimento fino que transporta un cauce, en cambio, el flujo en los cauces transporta gran variedad de material desde partículas muy finas hasta rocas de gran tamaño. Un caso de erosión que ocurre en los cauces en forma rápida con consecuencias desastrosas de gran magnitud es el que se genera durante un flujo de escombros, esto es, un flujo con gran velocidad y concentraciones altas de sedimento que tiene lugar generalmente en cuencas pequeñas con gran pendiente.

La erosión hídrica afecta no sólo a las zonas de las cuales se retira el sustrato, sino a aquellas que son sepultadas por el depósito del sedimento acarreado. Asimismo, la severidad de la erosión hídrica depende de la cantidad de material que se aporte a través del desprendimiento y de la capacidad del agente erosivo para transportarlo.

En el caso específico del sitio del proyecto no se detectaron sitios específicos de erosión del suelo, pues se presenta la cobertura vegetal más o menos densa en casi en la totalidad de la cuenca, excepto por la zona dentro del predio y en los alrededores, ya que el predio se ubica completamente inserto en los asentamientos humanos, está rodeado de calles y viviendas asi como fraccionamientos, NO presenta erosión o algún proceso erosivo.

*Erosión Eólica*

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta material superficial del suelo, al mismo tiempo que las partículas llevadas por el viento desgastan la superficie del terreno. Así, la erosión eólica remueve la porción más fértil del suelo y, por tanto, disminuye su productividad. Cabe destacar que parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión eólica, así como la hídrica, depende de la fuerza con la que el fluido (en este caso, el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza de resistencia que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie en la que se halle, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel crítico, debido a que su baja densidad repercute en su capacidad de transportación. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de ésta será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo.

La erosión eólica es un fenómeno que depende principalmente del clima, el suelo y la vegetación, los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. La erosión eólica ocurre generalmente bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, vientos fuertes, áreas extensas de exposición, terrenos con superficie uniforme o plana, suelos secos y sueltos y en zonas con escasa o nula cubierta vegetal.

La erosión eólica repercute en la salud de la población de los centros urbanos y localidades próximas a las zonas afectadas, esto se debe a que las partículas de polvo emitidas por los suelos erosionados se suman a la carga de contaminantes proveniente de otras fuentes, como los vehículos y las industrias, con lo que contribuyen a aumentar la frecuencia de enfermedades respiratorias, principalmente. Asimismo, la contaminación por partículas suspendidas puede limitar ciertas actividades productivas y recreativas que requieran realizarse al aire libre.

*Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica de los suelos en la microcuenca*

En la actualidad, no existe una metodología de fácil adopción, que permita de una forma participativa, integral, objetiva y rápida diagnosticar la susceptibilidad de los suelos a sufrir erosión y/o determinar su capacidad de almacenamiento de agua, la falta de información precisa dificulta la valoración ambiental y por consiguiente impide brindar alternativas eficaces y sustentables en el manejo de los suelos.

En el caso de la microcuenca Playa El Faro, la susceptibilidad a la erosión eólica se presenta en su franja sur únicamente, en la que el suelo predominante es el arenosol con influencias costeras en la forma de planicie aluvial y en las playas de tipo arenosol, en estas zonas se presenta acumulación de arena, sin embargo, no hay erosión ni susceptibilidad a la erosión eólica ya que el predio se localiza enteramente en asentamientos humanos.

Por otro lado, de acuerdo con la carta de erosión predominante, tenemos que dentro de la microcuenca Playa El Faro y de manera más específica en el área de influencia indirecta predomina la erosión hídrica de surcos e hídrica de surcos laminar suave, aunque en la zona del proyecto se clasifica como **AH, Antrópica hídrica**, existe un tipo de erosión predominante al sur que es la hídrica laminar leve HL1 cercana.

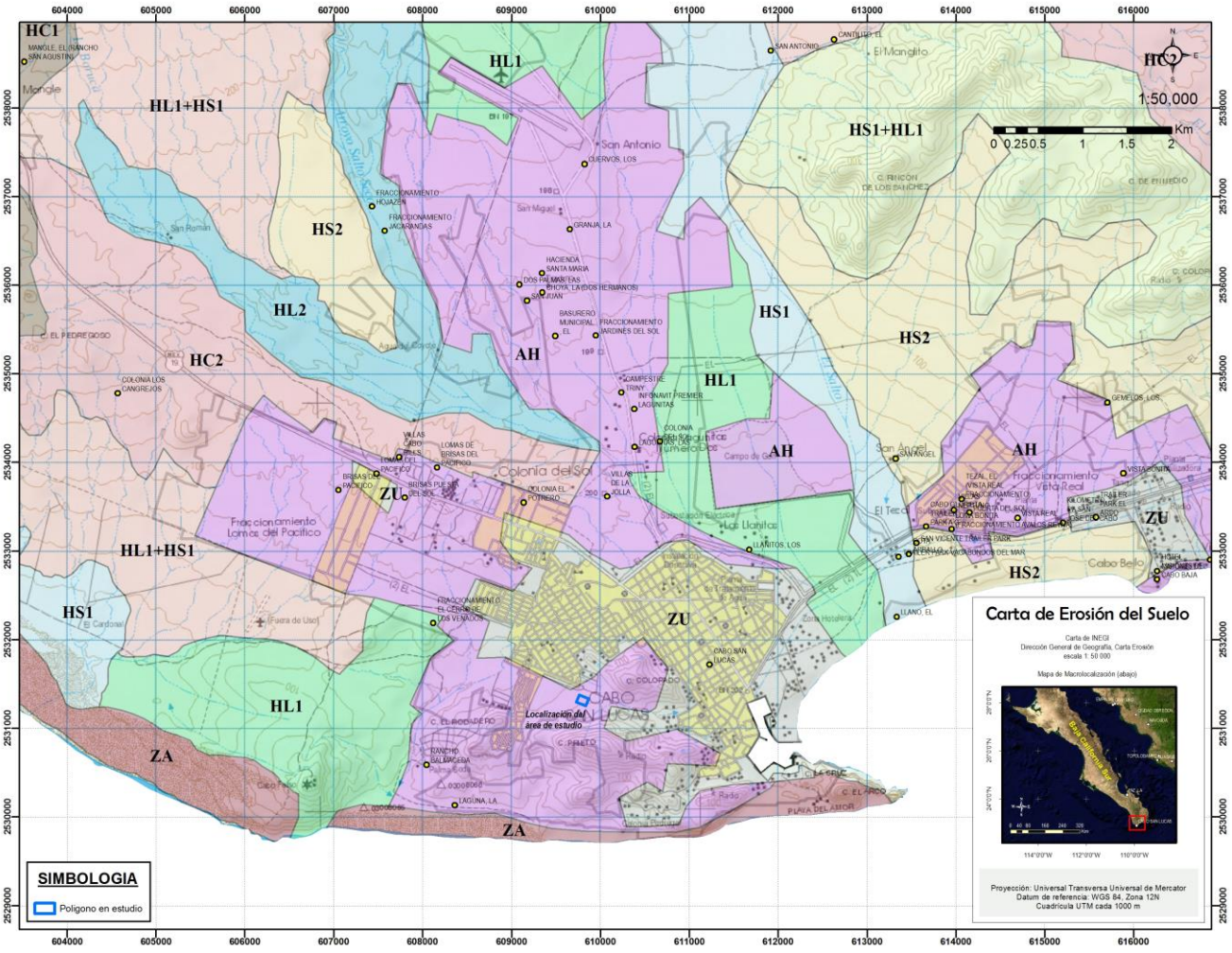



**Figura 40. Los tipos de erosión.**

La erosión puede ser clasificada como: incipiente y avanzada; la erosión incipiente generalmente no es advertida en su iniciación pudiendo ser por acumulación de materiales entre las plantas y/o dentro del follaje adoptado en forma de semicono acostado o sotavento de las plantas o pavimento de erosión - es lo que queda después del paso de un médano entre el pastizal en forma irregular cubiertas por escombros o desechos. Dentro del área de estudio no hay erosión incipiente ni avanzada, se encuentra rodeado por asentamientos humanos. Hay que mencionar sin embargo, que el acceso a este predio si tiene mucha tierra y polvo, experimenta erosión urbana en el sentido de que se levantan polvos y tierra con el viento, esta parte del proyecto deberá ser cuidada cuando se encuentre en proceso de construcción para no afectar a los vecinos.

(Quirantes Puertas, J., 1987. Erosión Eólica. Valoración Experimental. Papeles de Geografía (Física), No. 12, 1987, Págs. 11-18).

### Erosión hídrica

Resulta cuando el agente causal de la erosión es el agua, en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. A nivel nacional 1´027,611.50 km$^2$ (52.86%) de superficie territorial se encuentran afectados por este tipo de erosión.

La erosión detectada en la zona de la superficie solicitada es sin categoría ya que cae en AH.

**Antrópica Hídrica (AH)**. Es el proceso acelerado de remoción de suelo por la destrucción de la vegetación natural que lo protege de la acción de las aguas lluvia. Por lo pronto se analiza la comparación de la erosión calculada mediante RUSLE entre los escenarios de la situación actual, situación con proyecto y situación con proyecto y medidas de mitigación realizadas.

**La erosión detectada en la zona de la superficie solicitada es de tipo Antrópica Hídrica, consistente con las observaciones en el sitio en las que se confirma que hay áreas impactadas por basura, , movimientos de tierra antiguos que se visualizan en fotos aéreas mediante la disposición de la vegetación actual.**

**Erosión Hídrica (H):** Ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada.

**Hídrica Laminar (HL).** Es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie.

**La erosión laminar Grado Leve (HL1),** La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, grava) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existe erosión remontante o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación. En la erosión hídrica en surcos grado leve (HS1). La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es por lo regular mayor a 50 cm.

## IV.2.7 Hidrología superficial

La hidrología superficial del estado de Baja California Sur en general es muy similar, las características físicas de la porción peninsular que delimita a este territorio son ampliamente parecidas derivadas posiblemente de su origen Vulcano-tectónico. En este mismo sentido, la hidrología superficial (hidrografía), refiriéndose a la red de drenaje compuesta por los diferentes encauzamientos superficiales (arroyos), en sus diferentes patrones (dendrítico, subdendritico, paralelo y subparalelo, por mencionar algunos), son una clara evidencia de dichos factores tectónicos, volcánicos y estructurales.

Por ejemplo, los arroyos son de corta longitud ya que por un lado la estrechez de la península no permite una mayor dimensión; Por otro lado, las estructuras geomorfológicas desarrolladas hacia el interior de la misma península (Sierra de La Giganta en el norte y Sierra de La Victoria en el sur), constituyen prácticamente un eje central del territorio insular lo cual da como resultado que se tengan dos vertientes principales: una que vierte sus escurrimientos hacia el Océano Pacífico y otra que lo hace hacia el Golfo de California.

El termino de cuenca es utilizado de muchas formas pero siempre tratando de limitar una zona geográfica (llanura sedimentaria, depresión o concavidad), accidente geográfico, o bien una superficie rodeada de alturas.

En la disciplina de la hidrología existe una diferencia entre cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica:

*Cuenca Hidrográfica*: Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios.

Para efectos prácticos, una cuenca hidrográfica puede ser dividida en las secciones:

- Cuenca alta, que corresponde con las áreas montañosas limitadas en su parte superior por las líneas divisorias de aguas.
- Cuenca media, que comprende las zonas de pie de monte y valles bajos, donde el río principal mantiene un cauce definido.
- Cuenca baja o zonas transicionales (como los estuarios o humedales), donde el curso de agua divaga o desaparece como tal

*Cuenca Hidrológica*: La definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

Tanto las cuencas hidrográficas como las hidrológicas se pueden subdividir en tres zonas de funcionamiento hídrico principales:

- Zona de Cabecera de las Cuencas Hidrográficas: garantizan la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año.
- Zonas de Cabecera y Captación - Transporte en condiciones de Cuencas Semiáridas
- Zonas de Emisión de los Acuíferos. Las lagunas costeras regulan el funcionamiento de los ecosistemas marinos adyacentes. Los manglares están considerados entre los ecosistemas más productivos y la actividad socioeconómica asociada a los mismos abarca actividades forestales, pesqueras, turístico-recreativas y otras.

La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua.

Con frecuencia las cuencas hidrográficas poseen no solo integridad edafo-biógena e hidro-climática sino que, además, ostentan identidad cultural y socioeconómica, dada por la misma historia del uso de los recursos naturales. En el ámbito de una cuenca se produce una estrecha interdependencia entre los sistemas bio-físicos y el sistema socio-económico, formado por los habitantes de las cuencas, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad.

Por esta razón, la cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la gestión ambiental, a condición de que se logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas de las mismas.

En México, actualmente se está realizando (de hecho ya se tiene una propuesta), en el marco de las alianzas estratégicas, se llevó a cabo la mesa de trabajo División Hidrográfica Nacional, cuencas y subcuencas hidrográficas, que mostró en su tercer año consecutivo de aparecer en estas citas geográficas el resultado del trabajo desarrollado por tres instancias como son el INEGI, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); esta conclusión de la primera parte es el Mapa de las Cuencas Hidrográficas de México, escala 1:250,000.

El sitio en estudio se localiza en la región hidrológica 6 RH6, en la cuenca hidrológica La Paz-Cabo San Lucas, dentro de la subcuenca San Lucas a481, dentro de la microcuenca Playa El Faro, que en este caso, se encuentra definida por un arroyo sin nombre.

Considerando lo anteriormente dicho, el sitio del proyecto se sitúa en cuenca baja, en el sentido de que está en el final del pie de monte, en su parte sur del lado oriental, y por lo mismo se localiza en zona de captación de cuenca, es decir, los escurrimientos ya comenzaron en la cabecera y ahora están escurriendo con mayor fuerza y caudal).

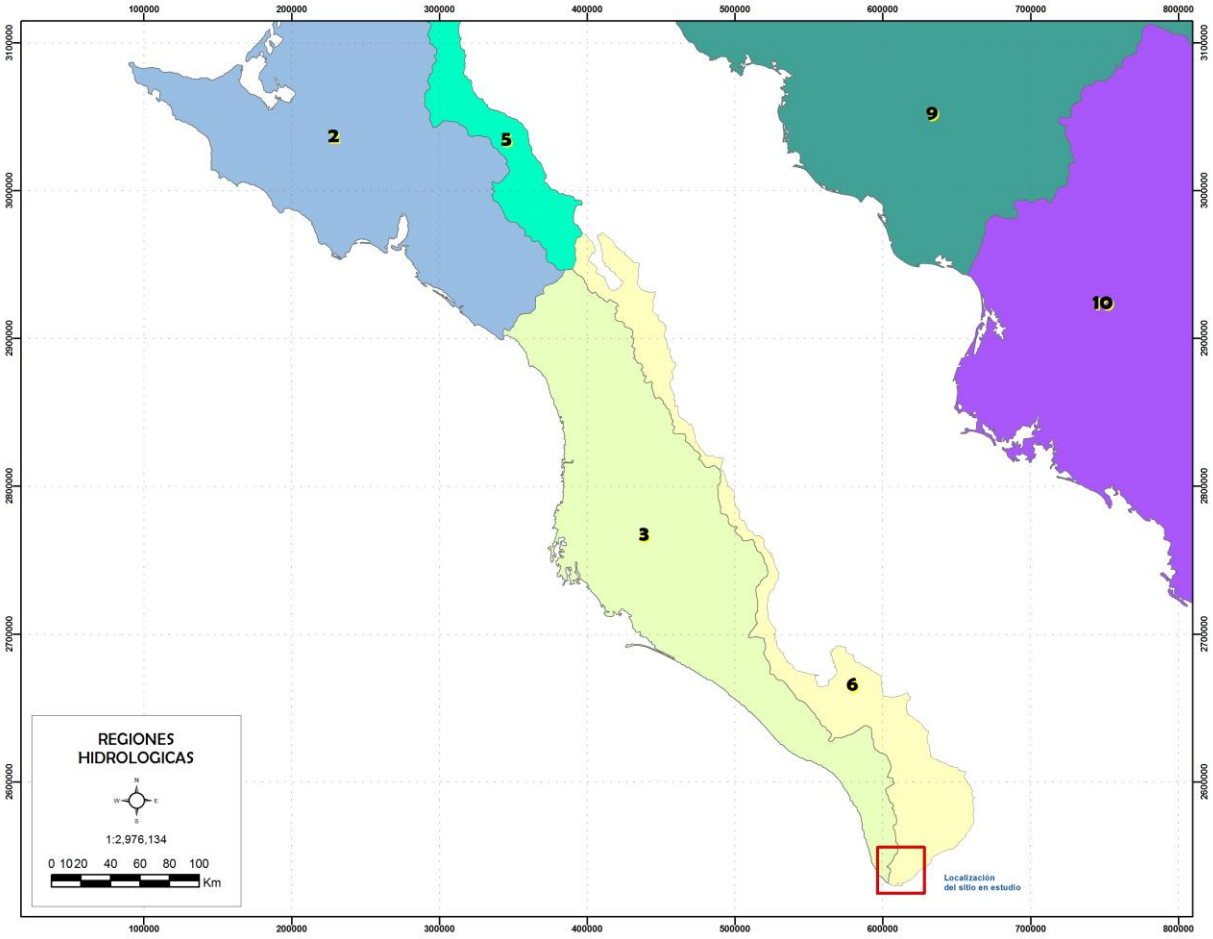



**Figura 41. Mapa de la República Mexicana mostrando las Regiones Hidrológicas en colores, cuencas en líneas negras y subcuencas en líneas azules (datos CONABIO).**

El Mapa de las Cuencas Hidrográficas es una propuesta para que el país pueda contar con un documento seriamente sustentado en la materia, homogeneizado y que brinda una base estandarizada de cuencas del ámbito nacional para todo tipo de usuarios. Los criterios utilizados para la delimitación de cuencas se basaron únicamente en características topográficas e hidrográficas, obteniéndose un total de 1,471 cuencas, mayoritariamente pertenecientes a arroyos y ríos.

Los especialistas detallaron que la mayor aportación de este documento es su sustento metodológico, donde se publicaron los métodos utilizados tanto para armar este mapa como para su revisión, los materiales que se emplearon y, destacaron, las consideraciones sobre la cartografía de cuencas, tales como la utilización de los mismos métodos por las tres dependencias o los límites en la delimitación de cuencas, entre otras. Por otra parte, la difusión del producto será fundamental en los foros

especializados; informaron los expositores que este producto se encuentra disponible al público usuario en las páginas en Internet de las tres dependencias que intervinieron; pero también resaltaron la conveniencia de que una vez difundido, sea utilizado por los estados y municipios.

Como perspectivas a futuro, los funcionarios puntualizaron la necesidad de dar un siguiente paso o sea una segunda etapa, faltando una jerarquía hidrográfica o intermedia, la de subcuencas, por lo que para ello se tendrán que definir los criterios para su delimitación. Fuente: http://www.ine.gob.mx

## DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROCESO DE RECARGA

### Definición de recarga

En términos generales, la recarga a un acuífero puede definirse como el agua que alcanza las reservas subterráneas. Una definición más completa la señala como la entrada de agua dentro de la zona saturada donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas, esta entrada puede darse de dos maneras, por un movimiento descendente del agua debido a las fuerzas de gravedad y luego de presentarse un movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo (Balek, 1988).

La recarga a un acuífero puede darse naturalmente debido a la precipitación, a las aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos (Balek, 1988; Custodio, 1997; Simmers, 1990; Lerner, 1990; Samper, 1997).

### Tipos de recarga

Lerner (1990) propone una clasificación similar pero un poco más completa sobre las fuentes de recarga:

- Recarga directa o recarga difusa, proveniente del agua lluvia
- Recarga concentrada o indirecta, producto de cauces permanentes, estaciónales y efímeros.
- Flujos laterales, procedentes de otros acuíferos.
- Retorno de riegos, excesos de riegos o las pérdidas en los canales de distribución.
- Recarga Urbana, producto de fugas de redes de abastecimiento y redes de alcantarillado.

Lerner (1990) y luego Simmers (1997) definen la recarga localizada como una categoría intermedia la cual implica un movimiento horizontal del agua antes de que se dé el proceso de recarga.

### Generalidades de la recarga

El conocimiento de las áreas de recarga o descarga en una cuenca o en un sistema es de gran importancia para realizar un manejo sostenible.

#### ***Variabilidad espacial y temporal de la recarga***

La recarga de agua a un acuífero depende de gran cantidad de variables, las cuales en muchas ocasiones no se determinan de manera exacta y sencilla y aquellas que pueden medirse de manera directa, corresponden a datos puntuales que luego deben extenderse a grandes áreas.

La aplicación del programa de rescate de flora y fauna relevantes se realizará en un periodo de 4 a 6 meses en un proceso único y continuo para todo el terreno antes de llevar a cabo la fase de desmonte y despalme. Las actividades de desmonte y despalme del cambio de uso del suelo se llevarán a cabo de manera gradual, desde 2 a 5 años, pues depende mucho de la venta de los terrenos y capitalización del promovente

Relacionar valores de la recarga sobre un territorio extenso con una o pocas observaciones sobre áreas reducidas o puntuales, o relacionar la distribución temporal de la recarga con observaciones en determinados momentos o en intervalos de tiempo limitados son algunas de las dificultades que aún no se han superado (Custodio et al., 2000). Además, debido a que la recarga es un proceso no lineal, no es posible usar valores promedios de cada factor para obtener un valor de recarga promedio (Lerner, 1990).

Para Freeze y Cherry (1979) la única ley inmutable es que las tierras altas son áreas de recarga y las tierras bajas son áreas de descarga. Sin embargo, Scanlon *et al*. (2002), expresa que esto es cierto en regiones húmedas, pero que en valles aluviales áridos la recarga ocurre usualmente en topografías bajas como canales o arroyos efímeros.

***Variabilidad espacial***. Las propiedades del suelo y del acuífero incluyendo el proceso de recarga varían de un lugar a otro lateral y verticalmente (Balek, 1988). La variabilidad espacial de las propiedades de los acuíferos y acuitardos es siempre muy elevada, aún aquellos que se consideran más homogéneos, (Custodio, 1997).

***Variabilidad temporal***. Balek (1988) define cuatro tipos de recarga según el tiempo:

Recarga a corto plazo. Ocurre ocasionalmente luego de una fuerte lluvia, se da principalmente en regiones donde no hay estaciones húmedas y secas muy marcadas.

Recarga estacional. Ocurre regularmente, por ejemplo durante el período húmedo en regiones húmedas y secas.

Recarga perenne. Ocurre en ciertos lugares del trópico húmedo donde el flujo de agua descendente es casi permanente y puede ocurrir una recarga continua.

Recarga histórica. Este tipo de recarga se presentó hace mucho tiempo y contribuyó a la formación de los presentes recursos de agua subterránea, está estrechamente relacionada con lo que se conoce como tiempo de residencia, definido como el tiempo que permanece un volumen determinado de agua en las reservas subterráneas desde que se convirtió en recarga hasta que vuelve a hacer parte del ciclo hidrológico activo.

XXXII Comparación de la recarga entre regiones húmedas y áridas

| Regiones húmedas | Regiones áridas |
|---|---|
| La tasa de recarga es limitada por la habilidad del acuífero para almacenar agua. | La tasa de recarga es limitada por la disponibilidad de agua en la superficie. |
| La recarga por precipitación es la dominante. | La recarga localizada es la dominante |
| El proceso de recarga es más menos continuo. | El proceso de recarga es intermitente. |
| La recarga se da en las partes altas del terreno. | La recarga se da en la partes bajas del terreno. |
| El movimiento dominante es el descendente y produce lixiviación y desgaste de rocas. | El movimiento dominante es el ascendente dándose un enriquecimiento de sales. |
| Los cuerpos superficiales de agua constituyen áreas de recarga | Los cuerpos superficiales de agua constituyen áreas de recarga. |
| Los niveles freáticos permanecen cerca de la superficie, por lo tanto la zona no saturada es de poco espesor. | Los niveles freáticos son profundos, por lo tanto la zona no saturada es de gran espesor. |

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE LA RECARGA DE UN ACUÍFERO

El agua de las precipitaciones, puede tener distintos destinos una vez que alcanza el suelo repartiéndose en tres fracciones:

**Primera**.- Se llama escorrentía a la parte que se desliza por la superficie del terreno, primero como escurrimientos difusos y luego como agua encauzada, formando arroyos y ríos.

**Segunda**.- Otra parte del agua se evapora desde las capas superficiales del suelo o pasa a la atmósfera con la transpiración de los organismos, especialmente las plantas; nos referimos a esta parte como evapotranspiración.

**Tercera**.- otra parte se infiltra en el terreno y pasa a ser agua subterránea.

La proporción de infiltración respecto al total de las precipitaciones depende de varios factores:

La litología (la naturaleza del material geológico que aflora en la superficie) influye a través de su permeabilidad, la cual depende de la porosidad, del diaclasamiento (agrietamiento) y de la mineralogía del sustrato. Por ejemplo, los minerales arcillosos se hidratan fácilmente, hinchándose siempre en algún grado, lo que da lugar a una reducción de la porosidad que termina por hacer al sustrato impermeable. En el caso de las rocas graníticas y/o volcánicas soldadas son tipos de rocas de gran naturaleza impermeable salvo en aquellas zonas donde estas rocas cuenten con un gran patrón de fracturamiento que aporte una porosidad secundaria.

La Pendiente, la inclinación de la superficie del terreno donde cae la precipitación influye en el tiempo de permanencia, cuanto más plana sea la superficie mayor tiempo de concentración o permanencia tendrá el agua, en caso contrario (con inclinación), el agua precipitada tenderá a escurrir a lo largo y ancho de las superficies de escurrimiento hasta llegar a los cauces.

La presencia de vegetación densa influye de forma compleja, porque reduce el agua que llega al suelo (interceptación), pero extiende en el tiempo el efecto de las precipitaciones, desprendiendo poco a poco el agua que moja el follaje, reduciendo así la fracción de escorrentía y aumentando la de infiltración. Otro efecto favorable de la vegetación tiene que ver con las raíces, especialmente las raíces densas y superficiales de muchas plantas herbáceas, y con la formación de suelo, generalmente más permeable que la mayoría de las rocas frescas.

La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen de los intersticios (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos. Estos son los dos principales parámetros de los cuales depende la permeabilidad. Los acuíferos suelen ser materiales sedimentarios de grano relativamente grueso (gravas, arenas, limos, etc.). Si los poros son suficientemente amplios, una parte del agua circula libremente a través de ellos impulsada por la gravedad, pero otra queda fijada por las fuerzas de la capilaridad y otras motivadas por interacciones entre ella y las moléculas minerales.

El predio en estudio se ubica en la Región Hidrológica RH6, Baja California Sur- Este (La Paz) en la cuenca hidrológica “A, La Paz – Cabo San Lucas” presentando una superficie en relación a la del estado de 9.63%.

El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 6, Baja California Sureste (La Paz), en el extremo noreste de la península de Baja California, dentro de la cuenca La Paz – Cabo San Lucas, c1609 (Arroyo Santiago) (con 1609 km2), microcuenca El Torote (18528 ha).

**Cuenca 6A “La Paz – Cabo San Lucas”**

En Baja California Sur el sitio del proyecto se localiza en la *Cuenca 6A La Paz-Cabo San Lucas*, la que abarca desde La Paz, pasando por el golfo de California hasta Cabo San Lucas.

El sitio del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica 6 de la provincia denominada Península de Baja California (1), ubicada en el flanco oriental de este territorio insular. Colinda al oeste con la Región Hidrológica 3, al norte con la Región Hidrológica 5 y al oeste y sur con el Golfo de California. El sitio del proyecto se localiza dentro de la cuenca A (La Paz-Cabo San Lucas), subcuenca a481 (Cabo San Lucas) con una superficie estimada en 481.00 $Km^2$ y dentro de la microcuenca Playa Faro Viejo cuya extensión superficial 1006 ha.

## IV.2.7.1 Hidrología de la microcuenca Playa El Faro

El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 6, Baja California Sureste (La Paz), en el extremo noreste de la península de Baja California, dentro de la cuenca La Paz – Cabo San Lucas, a481 (San Lucas) (con 481 km2), microcuenca Playa El Faro (1006 ha).

El sitio del proyecto se localiza dentro de la **Cuenca A (La Paz-Cabo San Lucas), Subcuenca a481 (Cabo San Lucas)** con una superficie estimada en 481 Km$^2$ y dentro de la microcuenca Arroyo Salto Seco cuya extensión superficial 7,260 hectáreas. Dentro de la misma se encuentra la microcuenca Playa El Faro, que abarca desde las colonias Cerro Los Venados, Arcos del Sol, hasta la zona costera en las playas El Faro.

La precipitación total anual en la zona sur de Los Cabos es de 173.6 mm hasta 682.5 mm. Por otro lado otros registros marcan 193 mm en promedio anual. Las corrientes se originan en las sierras La Laguna, San Lorenzo y La Victoria, y son de carácter torrencial y efímero. Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento anual de 136.883 millones de m$^3$, procedentes de un volumen medio precipitado de 2,288.745 m$^3$ por año y un coeficiente de escurrimiento de 5.98 %.

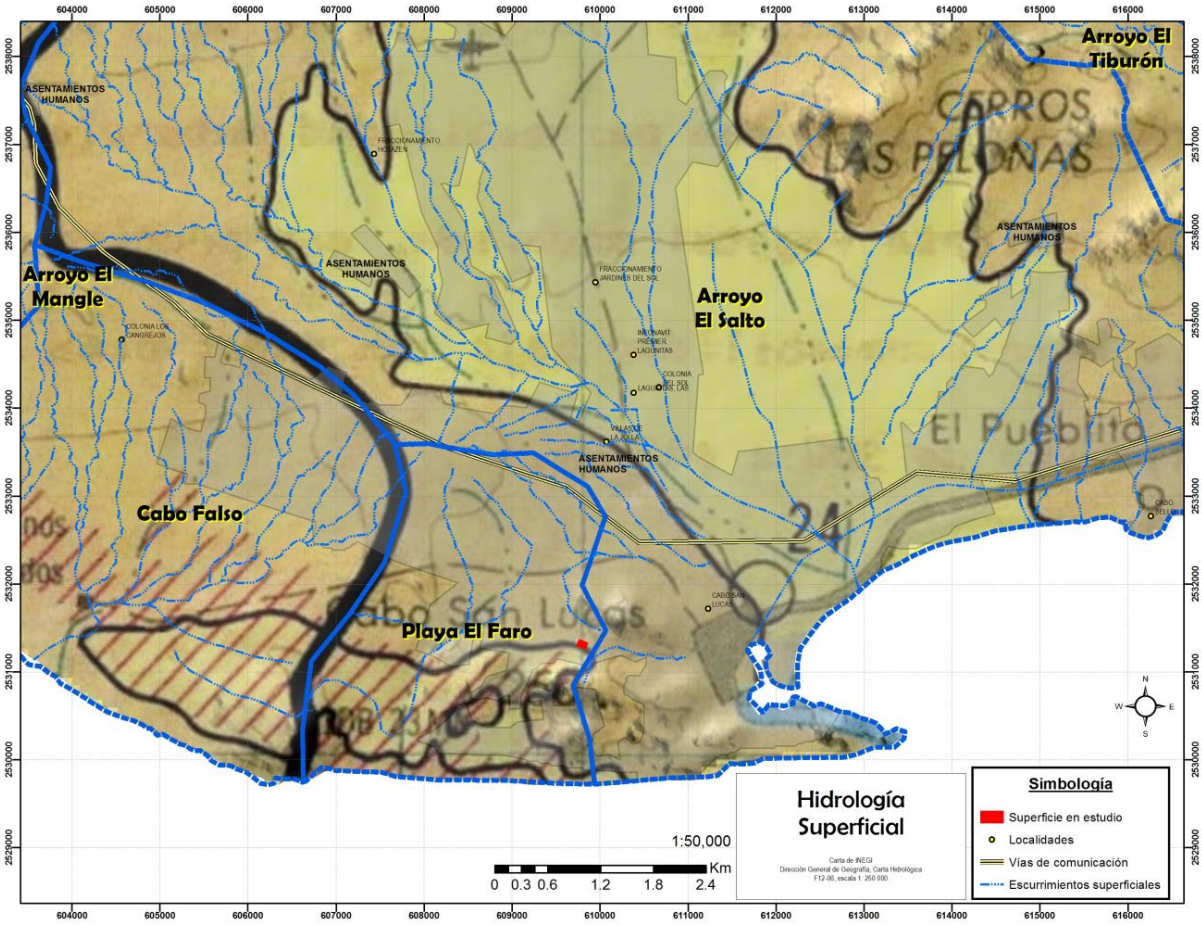



Figura 42. Microcuenca El Faro.

## IV.2.8 Hidrología subterránea

En cuanto a la hidrología subterránea, la Cuenca A de la RH6, está constituida por siete unidades hidrogeológicas. Las unidades hidrogeológicas están constituidas por la agrupación de uno o varios tipos de rocas o materiales granulares cuya característica común es que puedan o no funcionar como acuífero, su clasificación es la siguiente:

*Material consolidado con posibilidades bajas*.- está constituida por uno o varios tipos de rocas cuyas características y condiciones geohidrológicas son desfavorables; dado su origen, presentan baja permeabilidad debido al escaso fracturamiento y/o bajo grado de disolución, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable.

*Material consolidado con rendimiento bajo < 10 lps*.- esta unidad a diferencia de la anterior y considerando la existencia de obras hidráulicas (pozos, norias, manantiales, etc.), ha demostrado ser capaz de proveer agua subterránea o subsuperficial, rendimientos no mayores a los 10 litros por segundo (lps).

*Material consolidado con posibilidades medias*.- unidad de rocas que presentan características y condiciones geohidrológicas favorables, tales como: porosidad, permeabilidad, fracturamiento, estructura, etc., además de escasos y aislados aprovechamientos, por lo que se puede deducir la posible existencia de agua.

***Material no consolidado con posibilidades bajas***.- Unidad constituida principalmente por suelos impermeables o por arenas, gravas y conglomerados que aun siendo permeables, presentan espesores y áreas reducidas, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable. **El sitio del proyecto se encuentra sobre esta unidad**.

*Material no consolidado con rendimiento bajo < 10 lps*.- Unidad constituida principalmente por arenas, gravas y conglomerados permeables, pero con espesores y áreas reducidas, además de escasas obras hidráulicas (pozos) dentro de la misma con rendimientos por debajo de los 10 lps.

*Material no consolidado con posibilidades medias*.- Unidad constituida principalmente por suelos impermeables o por arenas, gravas y conglomerados que presentan características y condiciones geohidrológicas favorables, tales como: porosidad, permeabilidad, fracturamiento, estructura, etc., lo que permite inferir la existencia de agua subterránea. Gran porción de la cuenca central tiene esta unidad.

*Material no consolidado con rendimiento medio 10-40 lps*.- Unidad constituida principalmente por arenas, gravas y conglomerados que presentan una alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su gran porosidad, resultado del bajo grado de cementación. La existencia de agua se comprueba con las obras en explotación y de rendimiento económico.

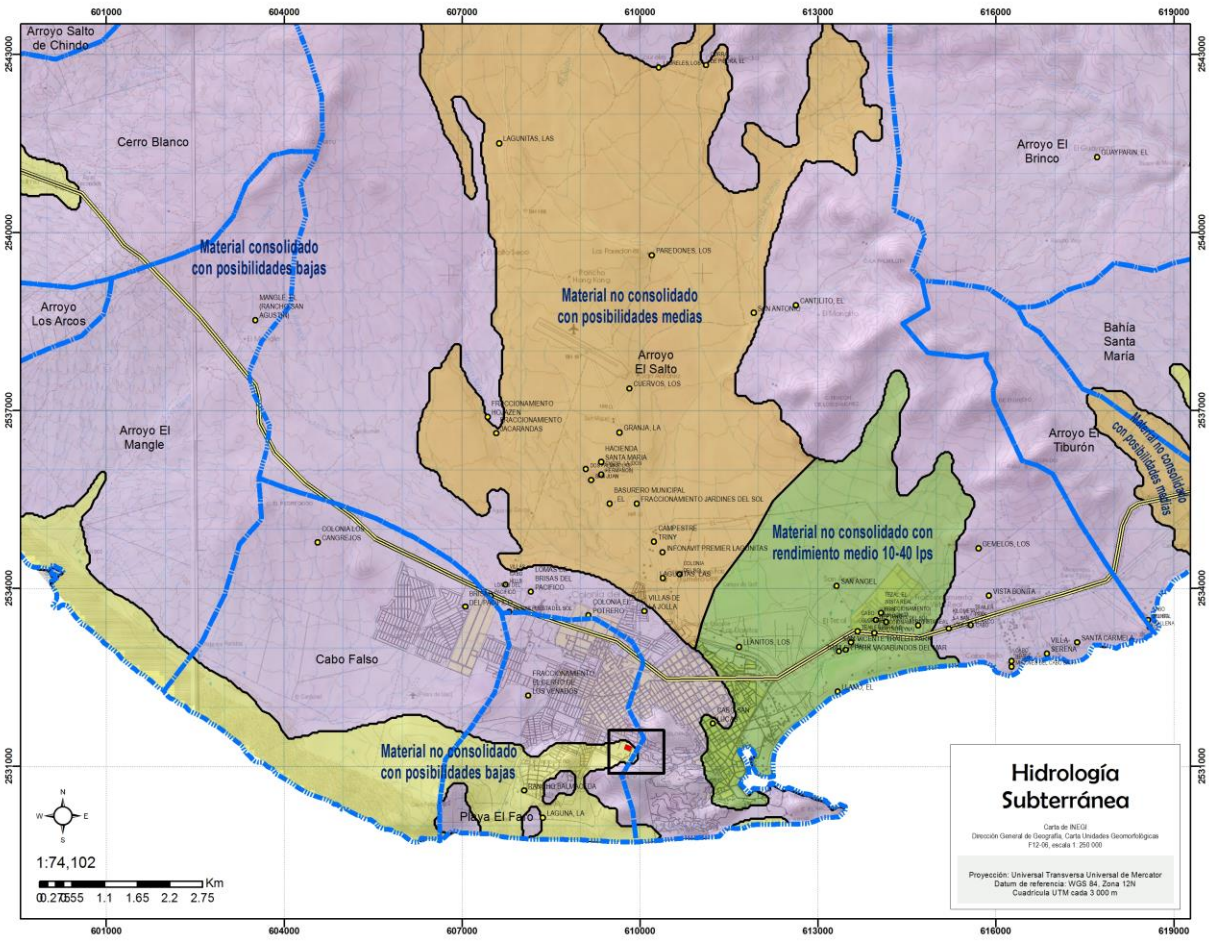



Figura 43. Plano georeferenciado donde se puede observar la superficie solicitada para el CUSTF dentro de la microcuenca Playa El Faro.

## Subcuenca a481 Cabo San Lucas y Microcuenca Playa El Faro

La superficie en estudio se encuentra ubicada en una subcuenca y microcuenca hidrográfica que se caracterizan por la presencia de corrientes efímeras y arroyos que transportan agua únicamente después de una precipitación considerable. Los patrones de drenaje dentro de la subcuenca y microcuenca identificados fueron el subdendrítico en las partes altas (arriba de los 120 msnm en la zona de Lomas del Pacífico) donde la pendiente del terreno es media a muy baja. La parte media de la microcuenca correspondiente también a la zona de piedemonte y lomeríos, se encuentra disectada por los cauces de muy pocos escurrimientos, esto se debe a que la pendiente se reduce rápidamente hacia la costa.

En cuanto a la hidrología subterránea podemos mencionar que el sitio del proyecto se asienta en una zona cuya unidad geohidrológica es de **material NO consolidado con posibilidades bajas de formar acuífero**, sin embargo hay que anotar que en realidad el suelo es litosol y el subsuelo en realidad es una mezcla de granito y granodiorita, se encuentra justo en el comienzo de la zona de granodiorita de manera que en realidad el subsuelo es más consolidado de lo que dice la carta de aguas subterráneas.

# IV.3 *Elementos Biológicos en la unidad hidrológica forestal*

## IV.3.1 Vegetación de la microcuenca donde se ubica la superficie solicitada para el CUSTF

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales se tiene a los elementos bióticos como el hombre, la flora y la fauna.

Los elementos bióticos son los seres vivos de un ecosistema que sobreviven. Pueden referirse a la flora, la fauna, los humanos de un lugar y sus interacciones. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra una competencia entre las especies, dada por el alimento por ejemplo.

Al igual que los componentes abióticos, los elementos bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas. Además, en su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antrópicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades; aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser benéficos o nocivos.

Al interior de las cuencas la vegetación juega un papel fundamental, al mantener la calidad del agua, regular la cantidad y periodicidad de los cauces, mantener la estabilidad ambiental cuenca arriba-cuenca abajo, infiltrar agua para recargar los acuíferos, proteger al suelo, capturar $CO_2$, controlar las inundaciones y ser refugio y proveedor de recursos para la fauna, por mencionar algunas de sus funciones más importantes.

Por ello, una primera medida para analizar las condiciones ambientales de una cuenca es conocer la extensión y distribución de su cobertura vegetal.

Sin embargo, la sola presencia de la vegetación no asegura que ésta pueda cumplir con el gran número de funciones que desempeña dentro de la dinámica ambiental de las cuencas, ya que factores como la deforestación, el aislamiento o fragmentación de la vegetación o el grado de transformación de los ecosistemas al interior de las cuencas, modifica la estructura y funcionamiento de la vegetación, limitando su productividad y capacidad de respuesta ante fenómenos externos como huracanes, incendios, plagas e inundaciones, entre otros.

En Baja California Sur la vegetación existente, propia de zonas áridas, está formada por organismos que se han adaptado a su medio ambiente, los que pueden soportar altas temperaturas y períodos muy largos sin recibir ninguna precipitación; se tienen, pues, los siguientes tipos de vegetación: matorral Crasicaule que son los cardones, Nopaleras, biznagas, chollas, palo adán, pitahaya, gobernadora y garambullo. Otra asociación es la Selva Baja Caducifolia formada por lomboy, torote, palo blanco, etcétera. Este tipo de vegetación está determinada por árboles de no más de 15 metros de altura. En la llanura y desiertos existe el cardón, mezquite, chirinola, lechuguilla, gobernadora; y en la sierra más alta, principalmente La Laguna, la cobertura de vegetación es de bosques de pino y encino.

La vegetación existente en el área de influencia del sitio en estudio se compone de especies características de una zona con vegetación secundaria de matorral sarcocaule debido a la cercanía con asentamientos humanos, el suelo es muy rocoso y no ha permitido el desarrollo de vegetación densa, por lo que toda esta zona de Cabo San Lucas se le clasifica como ASENTAMIENTOS HUMANOS (INEGI, 2018). Sin embargo, el terreno presenta una cobertura de vegetación que se le considera como forestal, y de acuerdo con su composición y elenco taxonómico, puede situarse como característica de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, ya que es el tipo de vegetación más cercana.

Esta vegetación se relaciona por su elenco taxonómico con vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se encuentra al sur del sitio del proyecto, por lo que para la caracterización de la vegetación en la microcuenca se elige este tipo de vegetación para poder comparar.

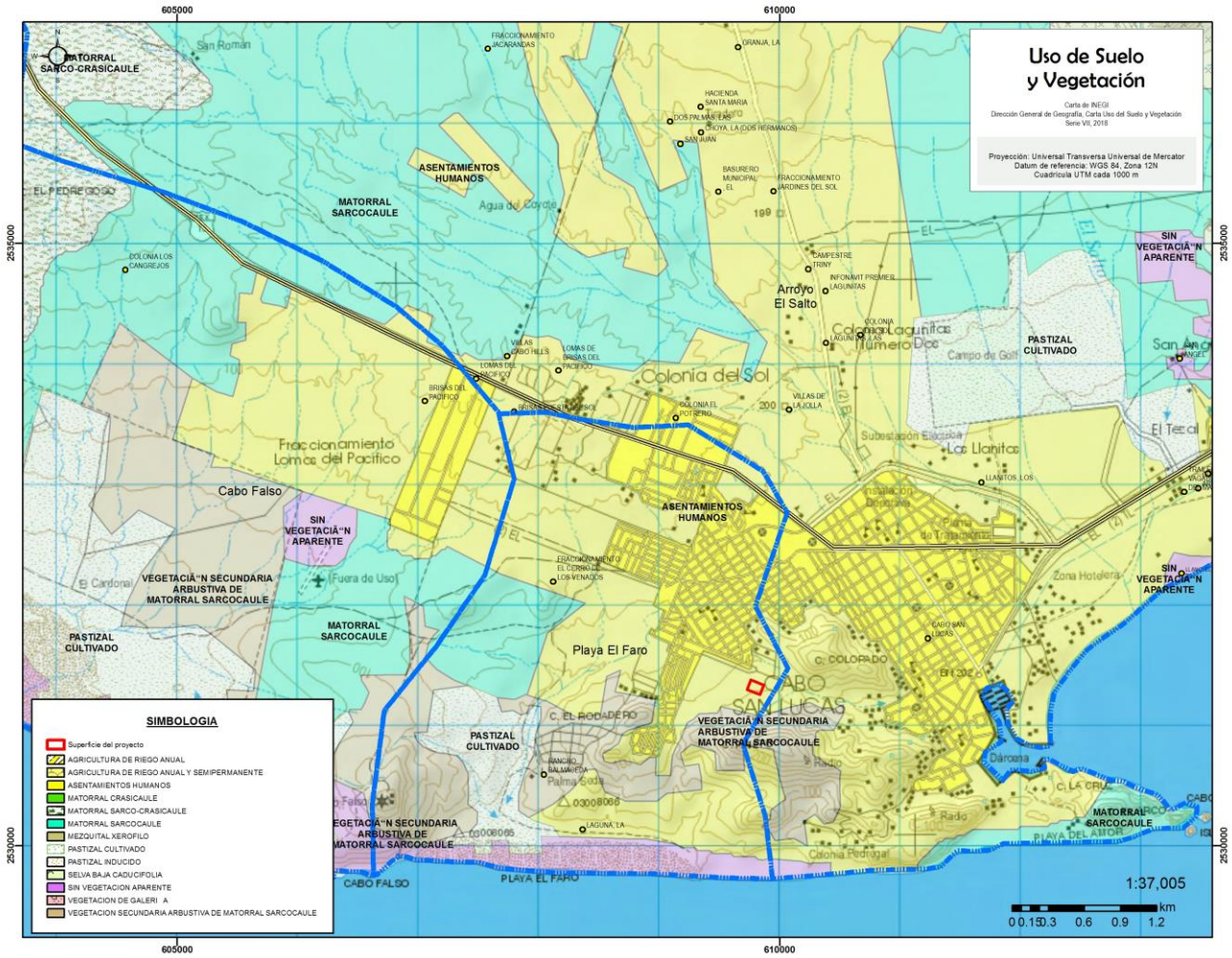



Figura 44. Uso de suelo y vegetación de la CHF Playa El Faro.

Hay elementos de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule y áreas con matorral sarcocaule en la microcuenca.

El origen de la vegetación de la península de Baja California está conformada por una mezcla de elementos florísticos derivados de las geofloras del Terciario, que se denominan: Arcto-Terciario, Neotropical-Terciario y Madro-Terciario. Las características de estas geofloras son:

- Arcto-Terciario: Plantas decíduas de la región templada del Norte de Norteamérica.
- Neotropical-Terciario: Plantas de hojas anchas distribuidas en la parte Sur de Norteamérica.
- Madro-Terciario: Plantas esclerófilas y micrófilas distribuidas entre las dos geofloras anteriores, en el área de las Montañas Rocallosas del Sur de Norteamérica, y en la Sierra Madre Occidental de México. Esta geoflora ocupó gran parte del Suroeste de los Estados Unidos de América y el Noroeste de México, ampliando su distribución a medida que las condiciones climáticas semiáridas fueron estableciéndose, y a finales del Mioceno, la flora Madro-Terciaria invadió la península de Baja California con elementos de matorral subtropical árido, parches de bosque tropical en las partes bajas, y bosque de coníferas en las partes altas.

Este tipo de vegetación es una variante del matorral xerófilo, característico de las zonas áridas de México (Rzedowski, 1978). Esta vegetación se caracteriza por la dominancia de formas arbóreas y arbustivas, armadas y no armadas, principalmente de la familia de las leguminosas, y particularmente por la abundancia de formas suculentas (agaváceas, cactáceas) y semisuculentas (burseráceas, euforbiáceas) con ramaje tortuoso y a veces corteza exfoliante (León de la Luz et al., 2000).

Actualmente se reconoce que en las zonas áridas la facilitación es un proceso de interacción que permite el establecimiento de nuevas generaciones de plantas (Whitfield, 2007). Uno de los aspectos más notables es la disposición de sombra, que a su vez permite mejores concentraciones de humedad edáfica en las inmediaciones y limita el exceso de radiación solar (Valiente y Ezcurra, 1991) y permite también mayor disponibilidad de materia orgánica y nutrientes en el suelo (Callaway, 1995; 1997; Camargo y Dhillon, 2003).

En el Estado de Baja California Sur, se localizan dos regiones fitogeográficas denominadas, Desierto Sonorense y Región del Cabo (figura 26). Dichas regiones consisten en superficies amplias que han desarrollado desde tiempos remotos comunidades vegetales sujetas a presiones del ambiente similares, a partir de un grupo primigenio, las cuales han evolucionado conjuntamente (León de La Luz, 1992).

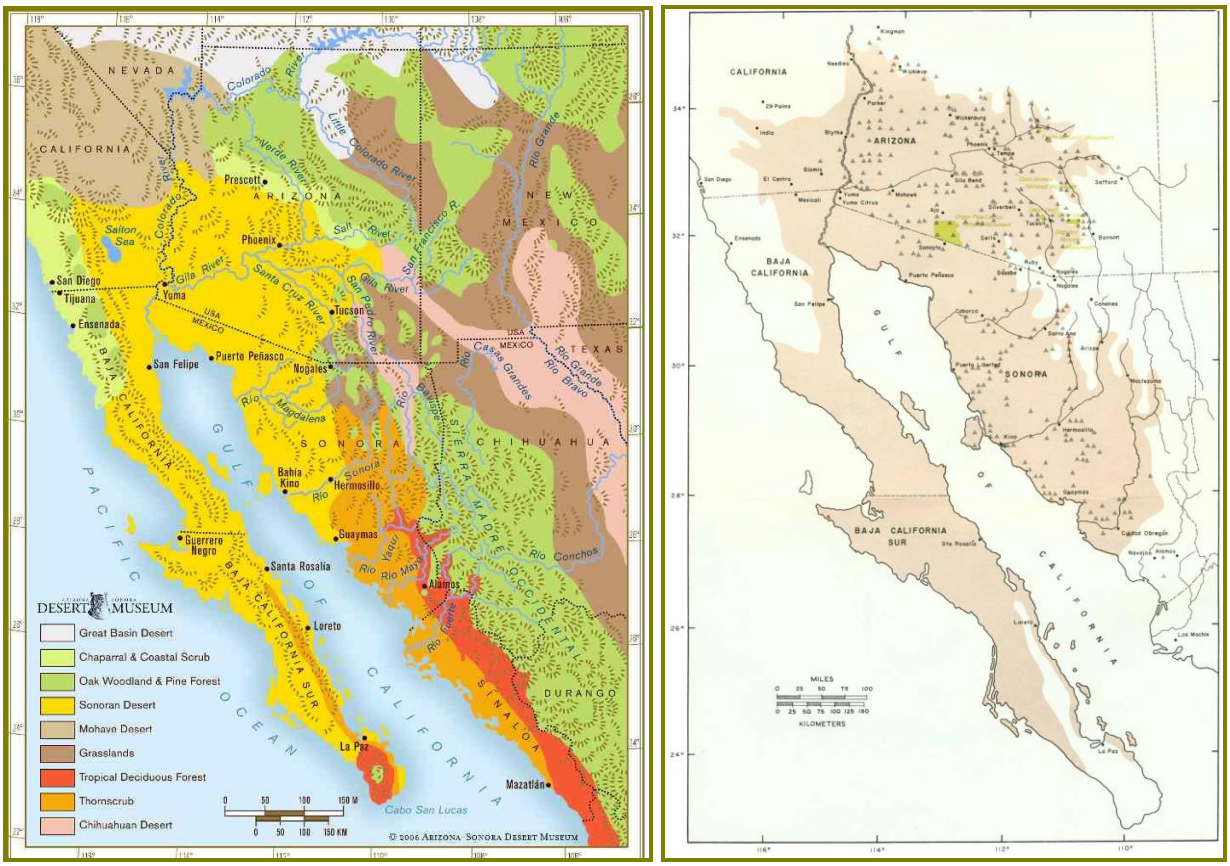



**Figura 45. Ubicación del desierto sonorense en el noroeste de México y su distribución en la península de Baja California.**

Región del Desierto Sonorense

El Desierto de Sonora es parte del inmenso corredor norteamericano de ecosistemas áridos que se extiende desde el sureste del estado de Washington, en EUA, hasta el estado de Hidalgo en el altiplano central de México, y desde el centro de Texas hasta las costas del Pacífico en la península de Baja California. Este corredor árido, que cubre casi un millón de kilómetros cuadrados, se divide en cuatro grandes desiertos: la Gran Cuenca, el Desierto de Mojave, el Desierto de Sonora y el Desierto de Chihuahua. El Gran Desierto de Chihuahua consta de una serie de tierras bajas, de menos de 1000 msnm, que circundan el Golfo de California o Mar de Cortés. Aunque se trata de una sola entidad en Estados Unidos, al penetrar en México se bifurca en una región de tierras áridas continentales, conocida como el Desierto de Sonora en el sentido más estricto, y una franja de desiertos costeros que recorre la península de Baja California y a la que se le denomina Desierto de Baja California.

De acuerdo a su vegetación, el Desierto de Sonora se subdivide en 7 regiones: Valle del Bajo Colorado, Tierras Altas de Arizona, Llanura Sonorense, Estribaciones de Sonora, Costa del Golfo Central, El Vizcaíno y La Magdalena. Muchos ecologistas de hecho consideran que las regiones de El Vizcaíno y La Magdalena, que yacen en lado oeste de la Península de Baja California, son una eco-región aparte; el Desierto de Baja California.

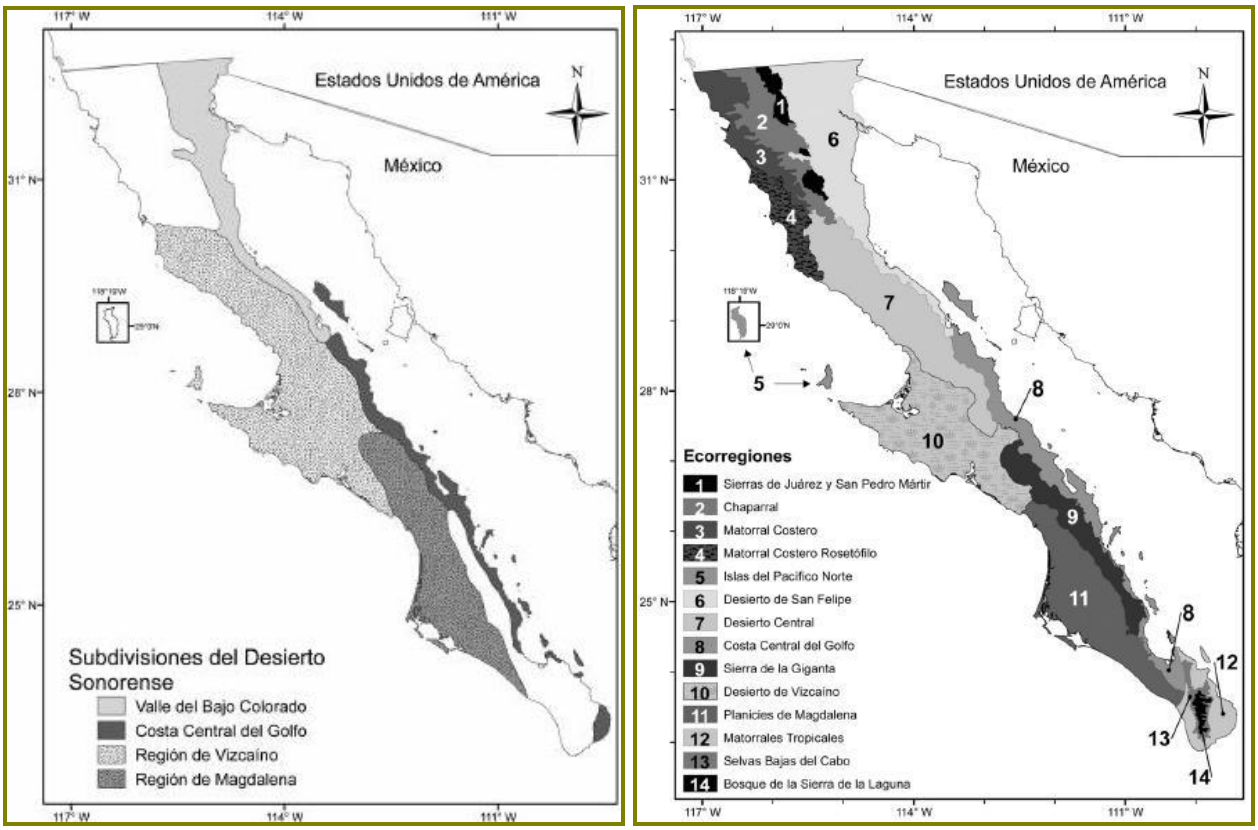



**Figura 46. A la izquierda las siete regiones del desierto sonorense y a la derecha la propuesta sintética de las ecorregiones de la península de Baja California (tomado de González-Abraham, Ch. et al, 2010).**

Esta subdivisión está ampliamente documentada en Forrest Shreve (Shreve y Wiggins, 1975). Y en ella se refleja la manera en la que la selección natural y la evolución han adaptado la morfología y las formas de vida predominantes a los difíciles ambientes del desierto. Este investigador identifica tres eco-regiones en el Desierto de Sonora continental (las Tierras Altas de Arizona, los Llanos de Sonora y los Pies de Monte de Sonora), dos eco-regiones en la Península de Baja California (los Llanos de Magdalena y el Desierto de El Vizcaíno) y dos eco-regiones compartidas (el Valle del Bajo Colorado, que ocupa la parte occidental de Sonora y la parte norte de las costas del Golfo en Baja California; y las Costas Centrales del Golfo, una estrecha franja de la región costera central del Mar de Cortés). El bosquejo de Shreve sigue siendo la mejor descripción ecológica de los Desiertos de Sonora y Baja California y, por lo tanto, nos apegaremos a ella al describir esta extraordinaria área silvestre, nuestro objeto en estudio se localiza en lo que ha sido caracterizado como **Ecorregion 12, matorrales tropicales**.

La distribución geográfica de las siete regiones corrobora una de las premisas originales acerca de la forma en que se distribuyen las asociaciones vegetales en esta región, la condición topográfica y de pendiente del terreno.

En la región del desierto sonorense la flora vive dos fases, la del periodo fértil y la de la sequía, que es la más difícil para los animales que viven de ellas.

Los árboles como el palo blanco, el palo fierro, el torote, el palo verde y el mezquite tienen otros sistemas de adaptación como crecer a la orilla de arroyos y en las faldas de los cerros, ser chaparros para contrarrestar la fuerza del viento, y tener la madera muy dura y raíces largas que penetran en la

tierra hasta encontrar un depósito de agua. El mezquite, por ejemplo, es casi toda raíz en su juventud, pero cuando encuentra agua crece.

Dado que la CHF Playa El Faro se encuentra dentro de la subprovincia Desierto Sonorense se menciona, que es evidente la influencia de los **matorrales xerófilos tropicales** de la región de Los Cabos, en el extremo sur de la península. Existen menos rosetas suculentas y los árboles del desierto coexisten con gigantescas cactáceas columnares, formando un desierto arbocrasicaule. Los torotes (*Bursera filicifolia, B. hindsiana y B. microphylla*), el palo de Adán (*Fouquieria diguetii*), el ciruelo endémico (*Cyrtocarpa edulis*), forman densos bosquetes en algunos arroyos.

## IV.3.2 Tipo de Vegetación

El sitio del proyecto se ubica en zona considerada como **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, no presenta vegetación más que unos pocos ejemplares de arbustos y pasto salado en una cobertura que proviene de tipo vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, de manera que es necesario mencionar generalidades acerca de esta asociación de vegetación.

La unidad de vegetación predominante al sur del sitio del proyecto es vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule asi como resquicios de vegetación forestal situada enteramente en áreas de asentamientos humanos, es decir, rodeadas completamente por colonias, calles, fraccionamientos y otros asentamientos.

***Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule***

Es el segundo más abundante en el estado y CHF Playa El Faro, se caracteriza por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos, en ocasiones retorcidos y algunos con corteza papirácea, entre los que se distinguen varias especies de *Jatropha, Bursera* y *Fouquieria.* Se localiza principalmente en la subprovincia de la discontinuidad Del Cabo. Sobre sierras altas, mesetas, lomeríos, bajadas, llanuras y algunos valles. Los climas en los que se desarrolla van desde muy seco semicálido con lluvias invernales, muy seco semicálido y cálidos con lluvias de verano, hasta seco templado con lluvias de verano; cuyas precipitaciones totales anuales varían desde menos de 100 milímetros en los climas más áridos hasta 300 milímetros en los demás, y sus temperaturas medias anuales van de 16 a 24 grados centígrados. Este matorral crece tanto en regosoles. Yermosoles y litosoles, como en algunos vertisoles y fluvisoles.

Presenta comúnmente dos fisonomías: la de Matorral Subinerme, cuando más del 30% de las plantas que lo forman son espinosas y menos del 70% son inermes; y la de cardonal, cuando predominan o sobresalen fisonómicamente las plantas crasas, con alturas de 5 a 8 metros y que preferentemente se localizan en terrenos planos o de poca pendiente.

Las especies que caracterizan este tipo de matorral son: Lomboy o Matacora *(Jatropha spp*.), copales o torotes *(Bursera spp.)* y ocotillos o palo Adán *(Fouquieria spp.)* las cuales varían en abundancia y forman diversas asociaciones con otros elementos.

Para el desierto de la costa central del Golfo se menciona como dominantes: Torote *(Bursera microphylla),* Lomboy *(Jatropha cinerea),* Palo fierro (*Olneya tesota*), Ocotillo *(Fouquieria splendens),* Gobernadora *(Larrea tridentata),* Incienso *(Encelia farinosa),* Candelilla *(Pedilanthus macrocarpus),* Cholla *(Opuntia cholla),* Cardón *(Pachycereus pringlei)* (Coyie & Roberts, 1975).

Se ha registrado una angosta franja de este matorral desde la Sierra de La Giganta hasta el límite norte de la Bahía de La Paz, donde comúnmente se encuentran: *Bursera hindsiana, Jatropha cinerea, Pachycereus pringlei* y varias especies de *Opuntia* y *Ferocactus,* entre otras (Wiggins, 1980). En

cuanto a su estructura presenta estratos arbustivos y en ocasiones un herbáceo. Su altura varía según las características del hábitat y las especies que dominan alcanzando de 2 a 4 metros, o bien, de 5 a 7 metros. En el estrato arbustivo superior codomina con Cardón *(Pachycereus pringlei),* Datilillo *(Yucca valida)* y algunas veces el Palo Adán *(Fouquieria diguetii).* En el estrato arbustivo medio, de 1 a 2.5 metros, se han encontrado entre otras: Palo Adán, Lomboy *(Jatropha cinerea),* Pitahaya agria *(Machaerocereus gummosus),* Pitahaya *(Lophocereus schottii),* Torote colorado *(Bursera hindsiana)* y Torote blanco o Copal *(Bursera microphylla).* En el estrato arbustivo inferior de 0.4 a 1.0 metros, se encuentran entre otras la Liga *(Euphorbia misera), Agave viscainoensis, Viguiera spp. Haplopappus sonorensis, Krameria parvifolia,* Frutilla *(Lycium californicum),* Candelilla *(Pedilanthus macrocarpus) e* Incienso *(Encelia farinosa).* El último estrato de menor altura (0.1-0.4 metros) puede estar constituido también por arbustos como: *Krameria parvifolia, Dalea tinctoria* y *Frankenia palmeri;* y gramíneas como: *Aristida spp.* y *Enneapogon desvauxii.*

En las partes bajas, planas o de poca pendiente son frecuentes Pitahaya agria y Cholla *(Opuntia cholla)* las cuales son favorecidas además por el disturbio; en laderas bajas, cañadas o vías de drenaje natural son comunes el Palo blanco *(Lysiloma candida),* saladillo *(Salicornia virginica),* Mezquite *(Prosopis articulata)* y sábila *(Aloe vera).*

Al sur de la Sierra de La Giganta, rodeando la Bahía de La Paz y en las estribaciones de la sierra San Lázaro, ya en la *Discontinuidad del Cabo*, se encuentran asociaciones de estas mismas especies y de otras como: *Jatropha cuneata* y *Fouquieria diguettii,* que se acompañan de muchos elementos frecuentes en los matorrales primeramente descritos como: Cardón pelón *(Pachycereus pringlei),* Pitahaya dulce *(Stenocereus thurberi), Cercidium sp.* y *Bursera hindsiana,* en el estrato arbustivo superior; *Jatropha cinerea,* pitahaya agria *(Machaerocereus gummosus),* Cholla *(Opuntia cholla),* Flor del campo *(Fiuellia peninsularis),* Candelilla *(Pedilanthus macrocarpus)* y Liga *(Euphorbia misera),* en el estrato arbustivo medio de 1 a 1.5 metros; y en el inferior, generalmente herbáceo, *Aristida adscensionis, Bouteloua sp.* y *Ferocactus sp.* En laderas de roca volcánica cerca de La Paz, Rzedowski (1986) cita comunidades con una cobertura del 10 al 15%, donde sobresalen entre otros elementos: *Jatropha sp., Fouquieria sp., Opuntia sp., Bursera microphylla, Acacia californica* y *Machaerocereus gummosus.*

El matorral sarcocaule y la vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule con fisonomía de cardonal se desarrolla a lo largo del borde occidental de la subprovincia Sierra de La Giganta, desde el paralelo 28 grados hasta la latitud de Ciudad Constitución, donde ocupa ya parte de la discontinuidad fisiográfica Llanos de la Magdalena. Se entremezcla con los matorrales: sarcocaule subinerme, sarcocrasicaule de neblina y una parte del desértico micrófilo sobre mesetas, lomeríos tendidos, bajadas y valles. Su composición florística y su estructura son similares a las de los matorrales descritos anteriormente, sólo que lo distingue la mayor abundancia de cactáceas columnares como: *Pachycereus pringlei, Stenocereus thurberi Lophocereus schottii y Machaerocereus gummosus.*

### IV.3.2.1 Caracterización de la vegetación en la microcuenca hidrológica

Con el desarrollo del proyecto se pretende afectar solamente 1 tipo de vegetación, aunque en la carta de vegetación y uso del suelo se establece que es área **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, en campo podemos observar vegetación escasa en el predio que tiene influencia de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, por lo que los muestreos corresponden más a vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, por lo tanto, para esta asociación se realizaron muestreos de vegetación específicos, cuyos resultados se presentan en la descripción correspondiente.

Metodología del muestreo de campo

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000). El tamaño y forma de los sitios

propuesto estuvo en función de las características de la distribución de la vegetación, quedando como sigue: **3 sitios** circulares de 1,000 $m^2$ (17.84 m de radio) para el conteo del total de los individuos de flora identificados en cada sitio.

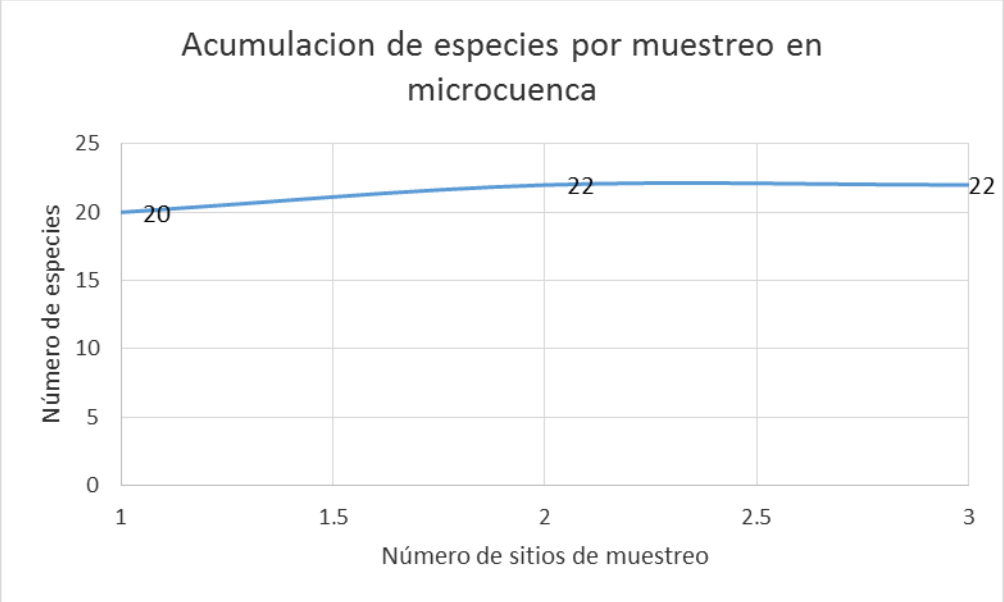
El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000).

Se eligió realizar un muestreo aleatorio estratificado, en este tipo de muestreo la población en estudio se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad. Después de la separación, dentro de cada subgrupo se debe hacer un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permite subdividir a la población. Dado que los terrenos del proyecto presentan un tipo de vegetación relacionada al tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule homogénea, en una topoforma igual, tipo de suelo igual, se procedió a realizar el muestreo para la microcuenca Playa El Faro, cerca de la zona del proyecto ya que la microcuenca es enorme y tiene asentamientos humanos como tipo de uso más representativo.

El número de muestreos aumenta mucho más cuando las variables de estudio son heterogéneas, y por el contrario, es posible que el número de sitios de muestreo disminuye cuando las variables son homogéneas.

Para la determinación del número de sitios de muestreo se usó el método de *Promedio Corrido* ayudado por el método de *Curvas especie-área*. El promedio corrido es un método que consiste en calcular el promedio por cada muestra adicional. Al adicionar las primeras muestras, los promedios suelen ser muy variables entre sí, pero, a medida que se va adicionando más muestras el promedio tiende a estabilizarse. La *curva especie-área* es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Estas curvas son muy útiles para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies. Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá aunque aumente el tamaño de muestreo. En este caso, el número de especies es alto desde el sitio de muestreo número 3, por lo que se determinó realizar 3 sitios en total para representar la vegetación ya que hay áreas al sur que debían estar representadas, pero en la zona cuenca arriba no es pertinente hacer muestreos ya que el tipo de vegetación es completamente ausente ya que únicamente hay asentamientos humanos. Hay que añadir que a pesar de que los sitios de muestreo son al azar, siempre se buscan especies no contabilizadas de manera activa en los recorridos.

Hay que tomar en cuenta que la superficie a comparar es de solo 9,854.00 $m^2$, y en esta microcuenca hay numerosas especies en la zona de influencia, sin embargo en la zona de muestreo se observan todas desde el segundo punto de muestreo.




**Confiabilidad del tamaño de muestra en la superficie de la microcuenca**

**Índice de completitud**

Para poder asegurar que con el número de sitios muestreo realizados en la superficie de la microcuenca se obtenga una muestra suficiente de las especies de vegetación que se desarrollan en el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule de la microcuenca, se recurrió a un estimador no paramétrico de la riqueza de especies, el cual es un conjunto de métodos de estimación que no asumen distribución de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Colwell & Coddington, 1994).

Para este caso se usaron dos estimadores, conocidos como **Chao1** y **Chao2**, con los cuales se pudo estimar la completitud del inventario realizado del Matorral sarcocrasicaule, entendiéndose como completitud a la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada.

A continuación, se presenta la forma de estimación de cada uno de estos estimadores y los resultados obtenidos de la asociación vegetal muestreada.

CHAO1. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

$$SChao1 = Sobs + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

**Sobs:** Número de especies registradas.

**$n_1$:** Especies que solo registran 1 solo individuo.

**$n_2$:** Especies que registraron 2 individuos.

CHAO 2. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

$$SChao2 = Sobs + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

**Sobs:** Número de especies registradas.

**$n_1$:** Especies que solo se registran en un solo sitio de muestreo.

**$n_2$:** Especies que se registraron en dos sitios de muestreo.

ACE e ICE son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell et al., 2004).

El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra, el ICE utiliza especies encontradas en diez o menos muestras (Lee y Chao, 1994, Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. Biometrics 50:88-97).

***Resultados***

Con los resultados obtenidos derivado del análisis de los índices de Chao1 tenemos que en el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se desarrolla en la superficie de la microcuenca, se obtuvo un índice de completitud del **100%** mientras que se obtuvo un índice de completitud del **100% con el parámetro ACE y de 100% con el parámetro Chao2**. Esto nos indica que de hecho era posible obtener el 100% desde el muestreo número 20 con este análisis.

| Samples | Reales | Chao1 | ACE | Chao 2 Mean | ICE Mean | Chao 2 95% CI Upper Bound |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 21.04 | 26.03 | 26.48 | 21.04 | 21.04 | 1 |
| 2 | 22 | 22.38 | 22.71 | 22.04 | 23.28 | 2 |
| 3 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 3 |

| | |
|---|---|
| Chao1 | 100 |
| Chao2 | 100 |
| ACE | 100 |
| ICE | 100 |

**Curvas de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación nos permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,

2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y

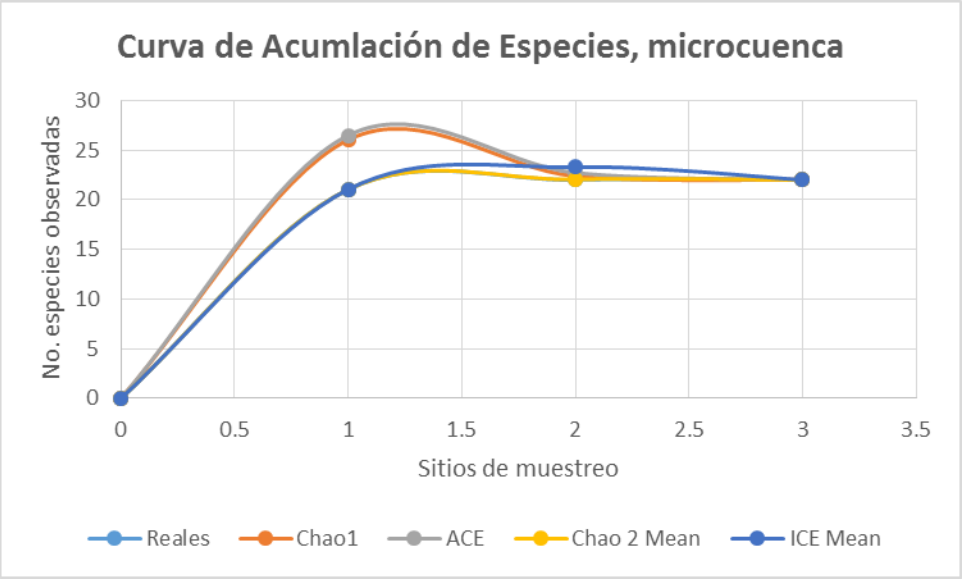
3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001, en: *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003)*.

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo (véase más adelante). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que ésta pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (*A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos, Revista Ibérica de Aracnología, Vol. 8, 31-XII-2003*).

Para la estimación del número total de especies existentes en cada localidad en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ellas fuera máximo, se han desarrollado también los denominados estimadores no paramétricos, algoritmos que emplean proporciones de especies raras (singletons / doubletons, especies que sólo cuentan con uno o dos individuos respectivamente en todo el inventario, y uniques / duplicates, especies que aparecen en una o dos muestras respectivamente, independientemente del número de individuos que presenten en cada una de ellas) para estimar el número total, bajo el supuesto de que cuantas más especies raras haya, mayor será el número de especies que quedan por aparecer en el inventario. Por ello, los especialistas de distintas disciplinas relacionadas con el conocimiento de la biodiversidad han recurrido al empleo de métodos de muestreo probabilísticos, tal como los estimadores de riqueza (Colwell y Coddington 1994 en *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003*).

Los estimadores no paramétricos presentan un funcionamiento poco fiable en diversas situaciones: elevado número de especies raras, distribución agregada de los organismos, baja proporción de especies observadas frente al número real (Petersen & Meier, 2003). Las estimaciones de riqueza obtenidas con los estimadores no paramétricos no son ni precisas ni tampoco fáciles de interpretar por lo que su uso es, de momento, cuestionable (Petersen et al., 2003; Chiarucci et al., 2003 en *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003*).

Se empleó el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013) que permitió evaluar y comparar la diversidad y composición de los conjuntos de especies de cada uno de los estratos de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se desarrollan en la superficie según los datos de muestreo, a través de una variedad de estadísticas de biodiversidad, que incluyen rarefacción y extrapolación, estimadores de riqueza de especies, índices de diversidad, números de Hill y medidas de similitud.




Utilizando esta metodología en la que cada punto de muestreo corresponde a una superficie circular de 1000 m², se seleccionaron 3 sitios donde se efectuaron los censos poblacionales de la vegetación existente. En este punto se subraya el hecho de que aunque no fue posible llevar a cabo un mayor número de censos de vegetación, ya que la cuenca es enorme, y la vegetación a comparar en la superficie solicitada de 9,854.00 m² es muy poca, y en el área de influencia queda representada desde el segundo sitio de muestreo.

El tamaño y forma de los sitios propuesto estuvo en función de las características de la distribución de la vegetación, quedando como sigue: 3 sitios circulares de 1,000 m² (17.84 m de radio).

Utilizando esta superficie circular de 1000 m² se seleccionaron 3 sitios donde se efectuaron los censos poblacionales de la vegetación existente en la microcuenca Playa El Faro.

En este punto se subraya el hecho de que no es necesario realizar un muestreo más exhaustivo, ya que este estudio se realiza a manera de poder comparar que otras especies hay en los alrededores, un muestreo se realizó a 160 y 270 metros del polígono en estudio, para conocer especies cercanas a zona del proyecto, otro muestreo se realizó en la zona de piedemonte más alejado y un tercer muestreo en cercanías del cerro de La Z que se encuentra cerca del sitio del proyecto, para poder incluir especies relacionadas a zonas de arroyo, así dar mejor impresión de las especies que existen en la cuenca.

El primer sitio de muestreo se localiza de hecho en área también considerada como asentamientos humanos pero con vegetación totalmente forestal, colindante con vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, de esta forma se puede comparar bastante bien ya que el elenco de especies es de la misma asociación.

Además de que en los puntos de muestreo no va a haber desarrollo en un futuro cercano.

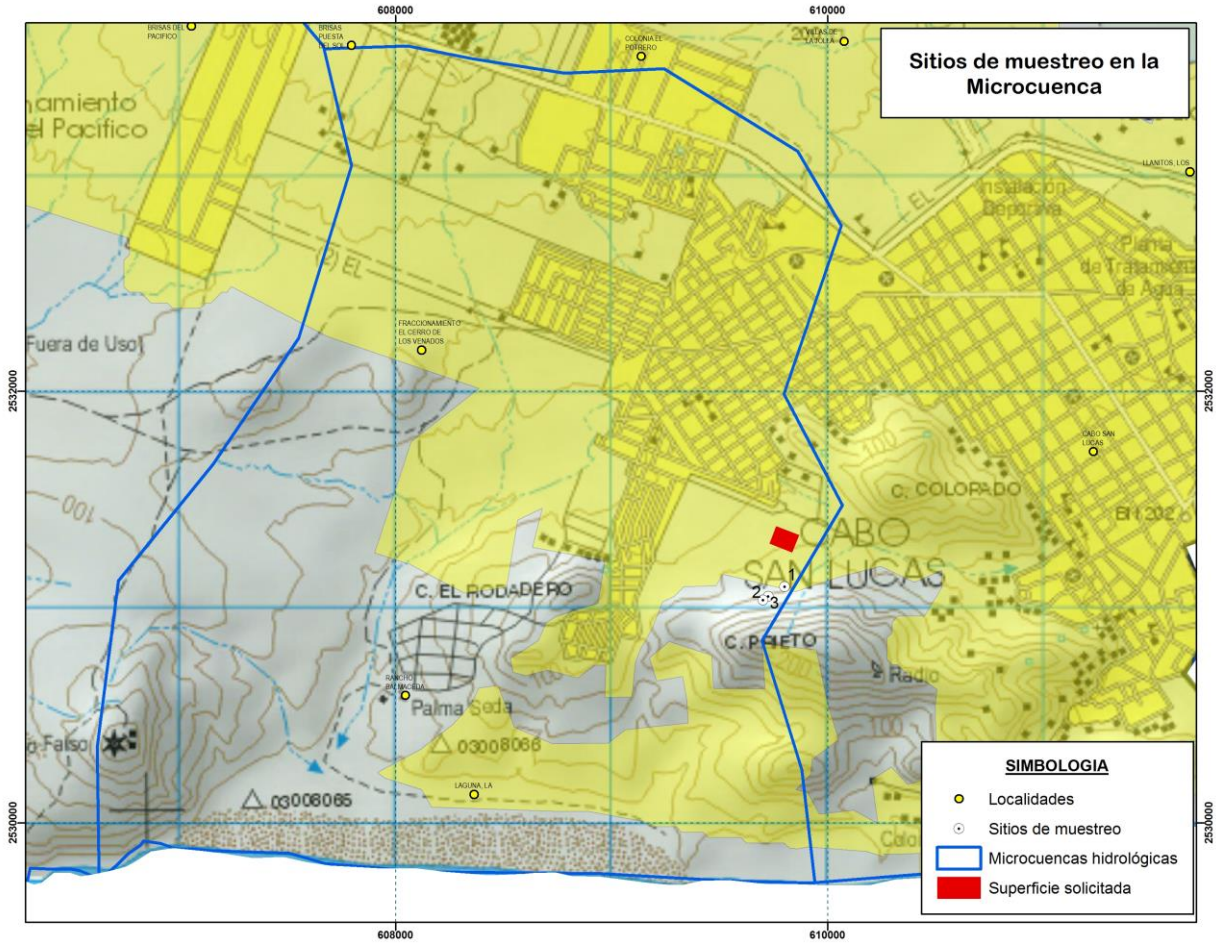



**Figura 47. Sitios de muestreo de vegetación dentro de la microcuenca.**

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo donde se colectó la información de campo.

XXXIII Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el área de microcuenca.

| Sitio | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|
| | X | Y |
| 1 | 609801 | 2531095 |
| 2 | 609725 | 2531051 |
| 3 | 609701 | 2531033 |

## IV.3.2.2 Análisis de diversidad de la vegetación

### Medidas de abundancia

Riqueza de especies: Contabilizada como el número total de taxa registrados durante el levantamiento de información en campo (S).

Densidad absoluta y relativa (Da y Dr): La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten

el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, expresada en porcentaje.

Dominancia relativa (DmR): La Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies. Es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la estimación del área basal para el estrato arbóreo mientras que para el estrato arbustivo y herbáceo se utilizó la cobertura para determinar la Dor.

Frecuencia (F): La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

Índice de Valor de Importancia (IVI): El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros.

Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística en la superficie de la cuenca. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

Los datos se utilizaron para determinar los indicadores ecológicos de Abundancia relativa (ARi), Dominancia relativa (DRi) y Frecuencia relativa (FRi) de cada especie y el índice de Shannon-Wienner (H') para la riqueza de especies (Marroquín et al., 2017).

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

$$p_i = n_i/N$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wienner

S = Número de especies presentes

ln = Logaritmo natural

pi = Proporción de las especies i

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

Dicho índice es más dependiente de número de especies que de número de individuos. Otra razón es porque este índice estima también la equidad. Asume que todas las especies están representadas en las muestras, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas, especies en relación con su abundancia, de manera que se considera más robusto al incluir la equidad.

La diversidad-alfa representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (e.g. hábitat), y por definición abarca dos variables importantes: (1) la riqueza de especies, y (2) la abundancia relativa de especies.

Existen muchos índices para calcular diversidad-alfa, como el índice alfa de Fisher (Fisher et al. 1943), el índice de Simpson (Simpson 1949), y el índice de Shannon-Wiener (Shannon 1948). La gran mayoría de estos índices de diversidad-alfa utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas. Por ejemplo, el índice de Shannon-Wiener, popular en la literatura de ecología, se calculará de acuerdo a la fórmula:

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

Bajo muchas circunstancias, la comparación rarificada de los índices de diversidad-alfa entre hábitats necesita acompañarse con una evaluación de los cambios respectivos en cuanto a la riqueza y equitatividad de especies. En estos casos, se aprovecha la variable “pi” que se calcula como en muchos de los índices de diversidad-alfa que son populares en la literatura; como el alfa-de Fisher, índice de Simpson, y el índice de Shannon-Wiener. Conocidas como curvas de rango-abundancia, estas grafican el valor “pi” de cada especie y el rango de dicha especie, el cual disminuye directamente con valores menores del variable “pi”. Entre más elevado la riqueza y/o la equitatividad de especies sea, más se aproxima la curva de rango-abundancia a un pendiente plano (m = 0). Entre más pobre la riqueza y/o equitatividad de especies (es decir, entre más dominancia por pocas especies existe en un hábitat) más empinado se vuelve la pendiente de la curva de rango-abundancia (m < 0).

### IV.3.2.3 Resultados

**Riqueza:**

Las especies encontradas en los muestreos hechos en campo para representar la asociación de Matorral Sarcocaule de la microcuenca Playa El Faro, pueden ser analizadas de acuerdo con los estratos a que pertenecen, en este caso podemos distinguir claramente los estratos alto o superior, medio y bajo. Hay que destacar que el estrato alto es muy pobre en especies y en número de individuos y está poco representado, a diferencia del estrato medio en el que hay más especies, el estrato bajo se encuentra relativamente pobre. La riqueza total fue de 22 especies, encontramos 6 especies en el estrato alto, 10 especies en el estrato medio y 6 especies en el estrato bajo.

En el estrato alto o superior encontramos al cardón representado con variantes entre cardones muy jóvenes y los cardones de más de 5 metros de alto, los torotes colorados, ciruelo, ejotón, y muy poco abundantes están la frutilla y la cacachila.

En estrato medio se encuentran 10 especies, destaca mucho el lomboy, mismo que se presenta en tamaños muy bajos en el primer sitio de muestreo, mientras que en los otros sitios se encuentra en todas las tallas hasta poco más de 2 metros, es la especie más abundante en el estrato y en toda la asociación. Hay también garebatillo, cholla, vara prieta de tamaño medio, pimientilla, y como especies de menor abundancia están la pitahaya agria, el palo verde que es escaso pero los ejemplares son muy visibles, copal y rama prieta.

En el estrato bajo se encuentran 6 especies, destaca mucho la Mariola y la malva rosa, actualmente el suelo se encuentra totalmente cubierto de pasto, y entre estas herbáceas se encuentran viejitos y biznagas, también hay presencie de damiana.

De acuerdo con los resultados de los muestreos realizados en campo, en el estrato alto o superior se registraron un total de 6 especies pertenecientes a 6 diferentes Familias; cada especie es de diferente familia, se encuentran representadas con una especie; el estrato alto o superior se encuentra bien representado por especies que crecen más de 2 metros de altura, en la zona del primer muestreo, hay un parecido mayor a la zona del proyecto, dado que hay menos cardones pero más de la mitad son de tamaño muy pequeño, menores de 50 cm, en tanto que en los otros sitios la mayoría de los cardones son mayores de 4 metros de altura; el estrato considerado como medio se encuentra representado por 10 especies, destacan mucho el lomboy y el resto de especies se encuentran en una abundancia muy parecida. La especie que mejor representa este estrato es el lomboy. En lo que respecta al estrato bajo, en esta asociación se registraron un total de 6 especies, se trata de las herbáceas que han crecido mucho en el verano, como malva rosa y Mariola, hay mucho pasto cubriendo el sustrato, y destaca aparte la damiana, con pocos viejitos y biznagas.

XXXIV Abundancia específica por sitio de muestreo y especie **dentro de la microcuenca**.

| **Nombre común** | **Nombre científico** | **Sitio de muestreo** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto** | | **1** | **2** | **3** |
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 3 | 7 | 8 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 5 | 7 | 8 |
| Frutilla | *Lycium californicum* | 0 | 1 | 1 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 0 | 3 | 5 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 1 | 4 | 3 |
| Cacachila | *Karwinskia humboldtiana* | 1 | 0 | 1 |
| **Estrato medio** | | | | |
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 1 | 5 | 7 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 3 | 8 | 7 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 3 | 7 | 8 |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 12 | 39 | 46 |
| Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 2 | 5 | 4 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 2 | 6 | 9 |
| Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 1 | 5 | 6 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 1 | 2 | 1 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 1 | 3 | 5 |
| Palo Verde | *Cercidium peninsulare* | 1 | 2 | 2 |
| **Estrato bajo** | | | | |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 9 | 7 | 6 |
| Biznaga | *Ferocactus peninsulae* | 1 | 2 | 2 |
| Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 5 | 17 | 12 |
| Viejito | *Mammillaria dioica* | 1 | 6 | 3 |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 4 | 13 | 16 |
| Palo Colorado | *Colubrina californica* | 1 | 6 | 2 |

XXXV Abundancia específica identificada en los tres estratos **en la microcuenca** de los muestreos realizados.

| **ESTRATO** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **TOTAL INDIVIDUOS** |
|---|---|---|---|
| **ALTO O SUPERIOR** | | | |
| **1** | Torote colorado | *Bursera microphylla* | 18 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2** | Cardón | *Pachycereus pringlei* | 20 |
| **3** | Frutilla | *Lycium californicum* | 2 |
| **4** | Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 8 |
| **5** | Ejotón | *Pithecellobium confine* | 8 |
| **6** | Cacachila | *Karwinskia humboldtiana* | 2 |
| **MEDIO** | | | 0 |
| **1** | Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 13 |
| **2** | Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 18 |
| **3** | Cholla | *Opuntia cholla* | 18 |
| **4** | Lomboy | *Jatropha cinerea* | 97 |
| **5** | Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 11 |
| **6** | Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 17 |
| **7** | Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 12 |
| **8** | Copal | *Bursera hindsiana* | 4 |
| **9** | Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 9 |
| **10** | Palo Verde | *Cercidium peninsulare* | 5 |
| **BAJO** | | | 0 |
| **1** | Damiana | *Turnera diffusa* | 22 |
| **2** | Biznaga | *Ferocactus peninsulae* | 5 |
| **3** | Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 34 |
| **4** | Viejito | *Mammillaria dioica* | 10 |
| **5** | Mariola | *Solanum hindsianum* | 33 |
| **6** | Palo Colorado | *Colubrina californica* | 9 |
| **Total general** | | | **375** |

**Densidad absoluta y relativa:**

La microcuenca hidrológica Playa El Faro tiene una superficie de 1006 hectáreas, se trata de una subcuenca muy reducida y sus escurrimientos se encuentran prácticamente en un arroyo dominante sin nombre, el uso del suelo predominante es el de Asentamientos Humanos, seguido de la vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, misma que se parece o que da origen a la vegetación del predio, por lo que se le parece mucho en elenco taxonómico.

La densidad absoluta de vegetación en el estrato superior es de 193.3 ind/ha, siendo las especies mejor representadas el cardón *Pachycereus pringlei* con 66.6 ind/ha, el torote colorado (*Bursera microphylla*) con 60 ind/ha, el ciruelo *Cyrtocarpa edulis* con 26.6 y el ejotón con 26.6 ind/ha. Se observa que es más abundante el cardón junto con el torote, y representa una densidad alta.

En el estrato medio se obtuvo una densidad absoluta de 680 ind/ha, siendo la especie mejor representada el lomboy con 96, el jumete con 46 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 23 %), es la segunda especie más abundante y se encuentra dominando después del lomboy; finalmente para el estrato bajo se obtuvo una densidad absoluta de 183 ind/ha, siendo la mejor representada *Solanum hindsianum* con 73, la cholla es muy poco abundante por todo el estrato bajo, la jojoba *Simmondsia chinensis,* con 3.6 también son muy poco visibles y solo en ciertos sitios lejanos de la zona costera, hay que mencionar la lavanda *Asclepias californica* (Dr de 40 %) como muy abundante, los resultados completos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

XXXVI Densidad absoluta y relativa estimada para la vegetación en la microcuenca.

| No. | Especie | Familia | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Estrato superior** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Bursera microphylla* | Burseraceae | 60.000 | 31.034 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | Cactaceae | 66.667 | 34.483 |
| 3 | *Lycium californicum* | Fabaceae | 6.667 | 3.448 |
| 4 | *Cyrtocarpa edulis* | Anacardiaceae | 26.667 | 13.793 |
| 5 | *Pithecellobium confine* | Fabaceae | 26.667 | 13.793 |
| 6 | *Karwinskia humboldtiana* | Rhamnaceae | 6.667 | 3.448 |
| **Total** | | | **193.335** | **100** |
| **Estrato medio** | | | | |
| 1 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | Euphorbiaceae | 43.333 | 6.373 |
| 2 | *Mimosa purpurascens* | Fabaceae | 60.000 | 8.824 |
| 3 | *Opuntia cholla* | Cactaceae | 60.000 | 8.824 |
| 4 | *Jatropha cinerea* | Euphorbiaceae | 323.333 | 47.549 |
| 5 | *Indigofera fruticosa* | Fabaceae | 36.667 | 5.392 |
| 6 | *Caesalpinia californica* | Fabaceae | 56.667 | 8.333 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | Stegnospermataceae | 40.000 | 5.882 |
| 8 | *Bursera hindsiana* | Burseraceae | 13.333 | 1.961 |
| 9 | *Stenocereus gummosus* | Cactaceae | 30.000 | 4.412 |
| 10 | *Cercidium peninsulare* | Fabaceae | 16.667 | 2.451 |
| **Total** | | | **680** | **100.002** |
| **Estrato bajo** | | | | |
| 1 | *Turnera diffusa* | Turneraceae | 73.333 | 19.469 |
| 2 | *Ferocactus peninsulae* | Cactaceae | 16.667 | 4.425 |
| 3 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | Malvaceae | 113.333 | 30.088 |
| 4 | *Mammillaria dioica* | Cactaceae | 33.333 | 8.850 |
| 5 | *Solanum hindsianum* | Solanaceae | 110.000 | 29.204 |
| 6 | *Colubrina californica* | Rhamnaceae | 30.000 | 7.965 |
| **Total** | | | **376.666** | **100** |

## Índice de Valor de Importancia

Mediante el cálculo de los parámetros de la Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia Relativa, al sumarlos se estimó el I.V.I., resultando en el estrato superior la especie con mayor importancia *Bursera microphylla* con 80, *Pachycereus pringlei* con 73.9 y *Pithecellobium confine* (46.6), en el estrato medio fue *Jatropha cinerea* (67.7) mientras que las demás especies se parecen bastante en este parámetro, *Stenocereus gummosus* con 30.2 y el resto de especies con 26.8 a 21.4; finalmente en el estrato bajo la especie de mayor importancia es la *Ferocactus peninsulae* con 73.310, aunque en realidad se diría que *Melochia tomentosa var. tomentosa* con 54.330 es importante debido a su abundancia, pero es muy poca biomasa; los resultados completos se observan en la siguiente tabla.

XXXVII Índice de Valor de Importancia calculado para la microcuenca.

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Dominancia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) | I.V.I. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 60.000 | 31.034 | 28.970 | 20.000 | 80.004 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 66.667 | 34.483 | 19.508 | 20.000 | 73.990 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | *Lycium californicum* | 6.667 | 3.448 | 12.833 | 13.333 | 29.615 |
| 4 | *Cyrtocarpa edulis* | 26.667 | 13.793 | 16.775 | 13.333 | 43.901 |
| 5 | *Pithecellobium confine* | 26.667 | 13.793 | 12.833 | 20.000 | 46.626 |
| 6 | *Karwinskia humboldtiana* | 6.667 | 3.448 | 9.081 | 13.333 | 25.863 |
| Total | | **193.335** | **100.001** | **100** | **100.001** | **300** |
| **Estrato medio** | | | | | | |
| 1 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 43.333 | 6.373 | 10.157 | 10.000 | 26.529 |
| 2 | *Mimosa purpurascens* | 60.000 | 8.824 | 7.476 | 10.000 | 26.300 |
| 3 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.824 | 7.476 | 10.000 | 26.300 |
| 4 | *Jatropha cinerea* | 323.333 | 47.549 | 10.157 | 10.000 | 67.706 |
| 5 | *Indigofera fruticosa* | 36.667 | 5.392 | 8.805 | 10.000 | 24.197 |
| 6 | *Caesalpinia californica* | 56.667 | 8.333 | 6.821 | 10.000 | 25.154 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.882 | 9.478 | 10.000 | 25.360 |
| 8 | *Bursera hindsiana* | 13.333 | 1.961 | 9.478 | 10.000 | 21.439 |
| 9 | *Stenocereus gummosus* | 30.000 | 4.412 | 15.799 | 10.000 | 30.211 |
| 10 | *Cercidium peninsulare* | 16.667 | 2.451 | 14.353 | 10.000 | 26.804 |
| Total | | **680** | **100** | **99.98** | **99.99** | **300.001** |
| **Estrato bajo** | | | | | | |
| 1 | *Turnera diffusa* | 73.333 | 19.469 | 16.188 | 16.667 | 53.598 |
| 2 | *Ferocactus peninsulae* | 16.667 | 4.425 | 48.408 | 16.667 | 73.310 |
| 3 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 113.333 | 30.088 | 7.022 | 16.667 | 54.330 |
| 4 | *Mammillaria dioica* | 33.333 | 8.850 | 8.821 | 16.667 | 35.032 |
| 5 | *Solanum hindsianum* | 110.000 | 29.204 | 14.320 | 16.667 | 53.445 |
| 6 | *Colubrina californica* | 30.000 | 7.965 | 5.241 | 16.667 | 30.285 |
| **Total** | | **376.666** | **99.999** | **100** | **100** | **300** |

**Índice de Shannon Wiener (H'):**

El índice de Shannon-Wiener **para cada uno de los estratos** de esta asociación fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: H' = ∑ pi/log(pi), donde p es la proporción relativa de las i especies. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

XXXVIII Índice de Shannon para los estratos en la microcuenca.

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato superior** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 60.000 | 31.034 | 0.310 | -1.170 | -0.363 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 66.667 | 34.483 | 0.345 | -1.065 | -0.367 |
| 3 | *Lycium californicum* | 6.667 | 3.448 | 0.034 | -3.367 | -0.116 |
| 4 | *Cyrtocarpa edulis* | 26.667 | 13.793 | 0.138 | -1.981 | -0.273 |
| 5 | *Pithecellobium confine* | 26.667 | 13.793 | 0.138 | -1.981 | -0.273 |
| 6 | *Karwinskia humboldtiana* | 6.667 | 3.448 | 0.034 | -3.367 | -0.116 |
| **Total** | | **193.335** | **100.001** | **0.999** | | **-1.508** |
| Riqueza | | | **6** | | | Índice de |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hmax = Ln S | | | **1.792** | | **1.508** | Diversidad de Shannon |
| Equitatividad (J)= | | | **0.842** | | | |
| **Estrato medio** | | | | | | |
| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
| 1 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 43.333 | 6.373 | 0.064 | -2.753 | -0.175 |
| 2 | *Mimosa purpurascens* | 60.000 | 8.824 | 0.088 | -2.428 | -0.214 |
| 3 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.824 | 0.088 | -2.428 | -0.214 |
| 4 | *Jatropha cinerea* | 323.333 | 47.549 | 0.475 | -0.743 | -0.353 |
| 5 | *Indigofera fruticosa* | 36.667 | 5.392 | 0.054 | -2.920 | -0.157 |
| 6 | *Caesalpinia californica* | 56.667 | 8.333 | 0.083 | -2.485 | -0.207 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.882 | 0.059 | -2.833 | -0.167 |
| 8 | *Bursera hindsiana* | 13.333 | 1.961 | 0.020 | -3.932 | -0.077 |
| 9 | *Stenocereus gummosus* | 30.000 | 4.412 | 0.044 | -3.121 | -0.138 |
| 10 | *Cercidium peninsulare* | 16.667 | 2.451 | 0.025 | -3.709 | -0.091 |
| **Total** | | **680** | **100** | **1.00** | | **-1.793** |
| Riqueza | | | **10** | | | Índice de Diversidad de Shannon |
| Hmax = Ln S | | | **2.303** | | **1.793** | |
| Equitatividad (J)= | | | **0.779** | | | |
| **Estrato bajo** | | | | | | |
| No. | ESPECIE | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
| 1 | *Turnera diffusa* | 73.333 | 19.469 | 0.195 | -1.636 | -0.319 |
| 2 | *Ferocactus peninsulae* | 16.667 | 4.425 | 0.044 | -3.118 | -0.138 |
| 3 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 113.333 | 30.088 | 0.301 | -1.201 | -0.361 |
| 4 | *Mammillaria dioica* | 33.333 | 8.850 | 0.088 | -2.425 | -0.215 |
| 5 | *Solanum hindsianum* | 110.000 | 29.204 | 0.292 | -1.231 | -0.359 |
| 6 | *Colubrina californica* | 30.000 | 7.965 | 0.080 | -2.530 | -0.202 |
| **Total** | | **376.666** | **100** | **1.00** | | **-1.594** |
| Riqueza | | | **6** | | | Índice de Diversidad de Shannon |
| Hmax = Ln S | | | **1.792** | | **1.594** | |
| Equitatividad (J)= | | | **0.889** | | | |

Los resultados anteriores obtenidos para vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se distribuye a **nivel de la microcuenca** se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 22 (R = 22); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 10 especies y el alto o superior con 6 especies, en tanto que el estrato bajo presentó 6 especies también; la riqueza mostrada con el índice de Shannon señala que las especies menores de 40 cm, clasificadas con el estrato bajo, son mucho menos que las especies que superan los 70 a 90 cm de altura, las que constituyen el estrato medio. El estrato alto se diferencia por sus formas arbóreas, con especies que miden más de 2 metros de altura. Hay numerosos ejemplares como rebrotes de cardón y de lomboy, sobre todo acercándose a la zona habitada, mientras que en tanto se aleja uno hacia el sur la vegetación es más madura y alta.

2. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule presenta un H de 1.508 en el estrato alto, 1.794 en el estrato medio y 1.594 en el estrato inferior o bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica media en el estrato medio, es decir con especies que dominan desde los 50 cm hasta los 2 metros de altura. En el estrato bajo se encuentra una diversidad media, aunque los ejemplares pueden ser muy numerosos debido a herbáceas crecidas durante las precipitaciones de verano recientes. **La asociación completa tiene una diversidad de 2.671.**
3. De las especies registradas en los sitios de muestreo realizados, no se registran especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo.

## IV.3.3 Caracterización de la Fauna en la microcuenca hidrológica

Las dos grandes zonas fitogeográficas en Baja California Sur son el Desierto Sonorense, que a su vez presenta cuatro regiones bien marcadas y la zona Árido Tropical en el extremo sur de la Península y que incluye gran parte del distrito de La Paz y Los Cabos. En términos generales, estas regiones botánicas delimitan los hábitats disponibles para los vertebrados terrestres, por lo que presentan bastante coincidencia con los distritos faunísticos.

De acuerdo a la clasificación de CONABIO 1997, Nelson (1921), Shreve, 1951 y Wiggins (1980), el área del proyecto se ubica en la zona faunística del Distrito Del Cabo, en la Región Árido Tropical, ecorregión matorrales tropicales. Esta región es muy extensa, ya que comprende desde una franja al norte de la ciudad de La Paz hasta el límite sur estatal, que por la diversidad de ecosistemas que abarca (costero, desértico, tropical y boscoso) se propicia la abundancia de especies faunísticas como la herpetofauna destacando los anfibios y reptiles y la ausencia del grupo de las salamandras.

En los reptiles sobresalen las lagartijas de la familia Iguanidae y las serpientes de la familia Colubridae que mayor número de representantes tiene y destacan; víbora de cascabel, iguana del desierto, lagartija o cachora, culebras, camaleón, víbora chirrionera, entre muchas más especies.

Por otro lado, respecto a la avifauna, se dice que se tienen más de 280 especies, de las cuales aproximadamente 110 son residentes y el resto migratorias, existiendo un endemismo medio, se encuentran variados gremios como los granívoros, nectarívoros, omnívoros, insectívoros y rapaces, destacan las especies de zopilote, quelele, halcón peregrino, codorniz, aguililla pinta, palomas como la huilota, pitayera y de alas blancas, tecolote, pájaro carpintero, cardenal, entre otras.

La fauna presente en la zona entre La Paz y Cabo San Lucas, y que comprende numerosas especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, se registra por la literatura especializada de los trabajos realizados por el CIBNOR y el CICIMAR-IPN para su inclusión en los programas de ordenamiento ecológico de la Bahía de La Paz y la Región de Los Cabos (para su consulta pública). En algunos casos (específicamente para la zona de La Paz) es posible determinar la abundancia de cada especie, sin embargo al tratarse de un área muy extensa no es posible aportar esos datos sin hacer extensos estudios de fauna en numerosos puntos y en al menos cuatro épocas del año.

La fauna registrada por la literatura especializada para la zona de Los Cabos, de igual forma que aquella registrada para la zona del Valle de La Paz y La Bahía de La Paz es escasa y hay que referir estudios de gran alcance como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Los Cabos (actualmente en consulta pública) y las guías especializadas para cada grupo de vertebrados.

En otros casos la información corresponde a registros y observaciones directas realizadas por los autores de las guías para anfibios, reptiles, aves y mamíferos que habitan esa zona de la península de Baja California.

A continuación se presenta una lista de la fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) registrada para la zona en general que circunda el sitio del proyecto.

### Anfibios

Los anfibios de manera general son muy escasos en el territorio que abarca la cuenca arriba referida, sin embargo en las zonas con mezquites habita la especie de rana del desierto *Scaphiopus couchii*, permaneciendo enterrada durante los meses de invierno, de hábitos nocturnos y cuya reproducción se realiza en temporada de lluvias. Los ejemplares del Orden Caudata (salamandras) no se presentan en territorio de Baja California Sur. Esta especie puede ser observada desde la zona urbana de La Paz, pasando por todos Santos hasta Los Cabos, incluida la zona urbana.

Otra especie que se ha observado en la zona de Los Cabos es la especie introducida de rana toro (*Rana catesbiana*), siempre cerca de hábitat acuáticos con agua permanente.

XXXIX Anfibios enlistados dentro de la zona La Paz-Los Cabos.

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Amphibia | Anura | Pelobatidae | *Scaphiopus couchii* | Rana del desierto |
| | | Ranidae | *Rana catesbiana* | Rana toro |

### Reptiles

Las especies de reptiles dentro de la zona que comprende desde La Paz a Los Cabos incluyen algunas especies de lagartijas, la iguana del desierto y algunos geckos, así como víbora de cascabel, y algunas culebras.

XL Reptiles enlistados dentro de la zona La Paz-Los Cabos.

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Reptilia | Squamata | Teiidae | *Aspidoscelis tigris* | Lagartija |
| | | Gekkonidae (Eublepharidae) | *Coleonyx variegatus* | Gecko |
| | | | *Hemidactylus frenatus* | Gecko |
| | | | *Phyllodactylus xanti* | Gecko |
| | | Iguanidae | *Dipsosaurus dorsalis dorsalis* | Iguana del desierto |
| | | | *Sauromalus ater* | Chuckwalla |
| | | | *Ctenosaura hemilopha* | Iguana espinosa |
| | | Phrynosomatidae | *Uta stanburiana* | Lagartija listada común |
| | | | *Callisaurus draconoides* | Lagartija cola de cebra |
| | | | *Petrosaurus thalassinus* | Lagartija de rocas |
| | | | *Sceloporus licki* | Lagartija espinosa |
| | | | *Sceloporus zosteromus* | Lagartija espinosa |
| | | | *Urosaurus nigricaudus* | Lagartija de cola negra |
| | | | *Phrynosoma coronatum* | Lagarto cornudo |
| | | Scincidae | *Eumeces lagunensis* | Lagartija listada cola roja |
| | | Teiidae | *Cnemidophorus hyperythrus* | Lagartija látigo |
| | Squamata / Suborden Serpentes | Viperidae | *Crotalus mitchellii* | Víbora de cascabel |
| | | | *Crotalus ruber* | Víbora de cascabel |
| | | | *Crotalus enyo* | Víbora de cascabel |
| | | Boidae | *Lichanura trivirgata* | Boa |
| | | Colubridae | *Phyllorhynchus decurtatus* | Serpiente nariz de hoja |
| | | | *Hypsiglena torquata* | Serpiente nocturna |
| | | | *Eridiphas slevini* | Serpiente nocturna |
| | | | *Salvadora hexalepis* | Serpiente nariz parchada |
| | | | *Sonora semiannulata* | Serpiente común |
| | | | *Bogertophis rosaliae* | Serpiente ratonera |
| | | | *Lampropeltis getula* | Serpiente chirrionera |
| | | | *Masticophis aurigulus* | Serpiente bandeada |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | *Nerodia valida celano* | Serpiente de Los Cabos |
| | | | *Pituophis vertebralis* | Serpiente del Cabo |
| | | | *Trimorphodon biscutatus* | Serpiente lira |

Las especies de reptiles más abundantes son las propias de los ecosistemas áridos del estado. *Cnemidophorus hyperythrus*, especie endémica de la península, y abundante en general, *Dipsosaurus dorsalis*, especie típica de desiertos y suelos arenosos.

*Uta stansburiana*, también es una especie propia de climas áridos, muy abundante en la Península y zonas áridas del Noroeste de México y Sur de USA. *Urosaurus nigricaudus* también es endémica de la Península, es una pequeña lagartija arborícola que se encuentra fundamentalmente cerca y sobre los mezquites; *Callisaurus draconoides*, también habitante de dunas y suelos arenosos. Todas (excepto *D. dorsalis* que también se alimenta de vegetales) son insectívoras, constituyendo las hormigas y los pequeños coleópteros la base de su alimentación. Excepcionalmente *C. draconoides* puede predar sobre otras lagartijas más pequeñas.

**Aves**

Las aves más abundantes dentro de la zona La Paz-Los Cabos son típicas representantes del matorral xerófilo y sarcocaule. Otras especies abundantes son *Aphelocoma coerulescens*, *Amphispiza bilineata*, *Calypte costae*, *Carduelis psaltria*, los carpinteros *Melanerpes*, *Colaptes* y *Picoides*, *Toxostoma cinereum* y la paloma *Zenaida macroura*, así como las especies migratorias *Vermivora celata* y *Vireo bellii*.

XLI Aves enlistadas dentro de la zona La Paz-Los Cabos.

| CLASE /FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|
| AVES/CATHARTIDAE | *Cathartes aura teter* | Aura, Zopilote |
| Accipitridae | *Pandion haliaetus carolinensis* | Águila pescadora |
| | *Parabuteo unicinctus superior* | Halcón harris |
| | *Buteo albonotatus* | Aguililla cola cinchada |
| | *B. jamaiscensis calurus* | Halcón cola roja |
| | *Aquila chrysaetos canadensis* | Águila real |
| Falconidae | *Polyborus plancus audubonii* | Caracara |
| | *Falco sparverius peninsularis* | Cernícalo |
| | *F. peregrinus anatum* | Halcón peregrino |
| Phasianidae | *Callipepla californica achrusterus* | Chacuaca o Codorniz |
| Columbidae | *Zenaida asiatica clara* | Paloma alas blancas |
| | *Z. macroura marginella* | Paloma hilota |
| | *Columbina passerina pallescens* | Columbina |
| Cuculidae | *Coccyzus americanus-occidentalis* | Platero piquiamarillo |
| | *Geococcyx californianus* | Churea, Correcaminos |
| Tytonidae | *Tyto alba patrincola* | Lechuza |
| Strigidae | *Otus kennicottii xantusi* | Tecolote |
| | *Bubo virginianus elachistus* | Tecolote cornudo |
| | *Glaucidium gnoma hoskinssi* | Picametate. |
| | *Micrathene whitneyi sanfordi* | Tecolote enano |
| | *Athene cunicularia hypugaea* | Lechuza llanera |
| Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis inferior* | Tapacaminos |
| | *Phalaenoptilus nuttallii dickeyi* | Tapacaminos |
| Apodidae | *Aeronautes saxatalis* | Golondrina |
| Trochilidae | *Hylocharis xantusii* | Chuparrosa |
| | *Calypte costae* | Colibrí |
| Picidae | *Melanerpes uropygialis brewsteri* | Carpintero |
| | *Picoides scalaris lucasanus* | Carpintero chollero |
| | *Colaptes auratus chrysoides* | Carpintero |
| Tyrannidae | *Sayornis nigricans semiatra* | Papamosca negro |
| | *Pyrocephalus rubinus flammeus* | Cardenalito |
| | *Myiarchus cinerascens pertinax* | Lelo |
| Hirundinidae | *Tachycineta thalassina brachyptera* | Golondrina verde |

| | | |
|---|---|---|
| Corvidae | *Aphelocoma coerulescens hypoleuca* | Pájaro azul |
| | *Corvus corax clarionensis* | Cuervo común. |
| Remizidae | *Auriparus flaviceps flaviceps* | Verdín |
| Aegithalidae | *Psaltriparus minimus grindae* | Sastrecillo |
| Troglodytidae (Sittidae) | *Campylorhynchus brunneicapillus affinis* | Matraca |
| | *Salpinctes obsoletus obsoletus* | Saltapared |
| | *Catherpes mexicanus* | Saltapared |
| | *Catherpes mexicanus consperus* | Saltapared |
| | *Thryomanes bewickii magdalenensis* | Saltapared |
| Muscicapidae | *Polioptila caerulea obscura* | Chivirito o Perlita común |
| | *P. melanura margaritae* | Chivirito o Perlita |
| Mimidae | *Mimus polyglottos leucopterus* | Cenzontle |
| | *Toxostoma cinereum cinereum* | Güirivo o Cuitlacochi |
| Ptilogonatidae | *Phainopepla nitens lepida* | Cardenal negro |
| Laniidae | *Lanius ludovicianus nelsoni* | Verdugo |
| Emberizidae | *Geothlypis beldingi beldingi* | Verdín de antifaz |
| | *Geothlypis trichias* | |
| | *Cardinalis cardinalis igneus* | Cardenal |
| | *C. sinuatus peninsulae* | Cardenal gris |
| | *Dendroica coronata* | |
| | *D. nigriscens* | |
| | *D. petechia* | |
| | *Passerina versicolor pulchra* | Gorrión morado |
| | *Pipilo fuscus* | |
| | *Passerina amoena* | |
| | *Amphispiza bilineata bangsi* | Gorrión |
| | *Icterus cucullatus trochiloides* | Calandria palmera |
| | *I. parisorum* | Calandria tunera |
| | *Chondestes grammacus* | |
| | *Piranga ludoviciana* | |
| | *Xanthocephalus xanthocephalus* | |
| | *Sturnella neglecta* | |
| | *Melospiza lincolnii* | |
| | *Melospiza melodia* | |
| | *Zonotrichia leucophrys* | |
| | *Spizella passerina* | |
| | *S. pallida* | |
| | *S. breweri* | |
| | *Aimophila ruficeps* | |
| | *Guiraca caerulea* | |
| | *Pheuticus melanocephalus* | |
| | *Icteria virens* | |
| | *Wilsonia pusilla* | |
| Fringillidae | *Carpodacus mexicanus ruberrimus* | Gorrión mexicano |
| | *Carduelis psaltria hesperophilus* | Dominico |
| Passeridae | *Passer domesticus domesticus* | Pintillo o Gorrión |

**Mamíferos**

Las tres especies más abundantes son *Dipodomys merriami*, *Chaetodypus baileyi* y *C. arenarius*. Son pequeños ratones típicos de hábitat desérticos a los que están especialmente adaptados y donde son muy abundantes, constituyendo la base de la alimentación de rapaces nocturnas y crótalos fundamentalmente, así como de otros mamíferos de mediano tamaño y aves diurnas.

Especies como la rata nopalera (*Neotoma lepida*) y la tuza (*Thomomys umbrinus*) son especies relevantes a considerarse dado que se les considera parte importante en la dieta de predadores y constructores de condiciones ecológicas para otras especies en el subsuelo.

Los mamíferos medianos son comunes en las zonas de matorral de la Península de Baja California (*Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Lynx rufus*). Algunas especies son menos comunes y han

sido citadas en el área (*Bassariscus astutus*, *Taxidea taxus*). De los mamíferos de gran tamaño, son relevantes en las áreas montañosas el puma (*Felis concolor*) que es poco común y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), se desconoce su situación poblacional de forma cierta y se encuentra sujeta a un programa de manejo cinegético. El venado bura (*Odocoileus hemionus*) es sujeto de cacería en algunos sitios.

XLII Mamíferos enlistados dentro de la zona La Paz-Los Cabos.

| CLASE /FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|
| MAMMALIA/ SORICIDAE | *Notiosorex crawfordii crawfordii* | Topo ciego |
| /PHYLLOSTOMATIDAE | *Macrotous waterhousii californicus* | Murciélago orejón |
| | *Choeronycteris mexicana* | Murciélago lenguilargo |
| | *Leptonycteris sanborni* | Murciélago hocicudo |
| /NATALIDAE | *Natalus stramineus mexicanus* | Natalo mexicano acanelado |
| /VESPERTILIONIDAE | *Myotis yumanensis yumanensis* | Murciélago |
| | *M. velifer peninsularis* | Murciélago de las cuevas |
| | *M. volans volans* | Murciélago de piernas largas |
| | *M. californicus californicus* | Murcielaguito de California |
| | *Pipistrellus hesperus hesperus* | Murcielaguito |
| | *Eptesicus fuscus peninsulae* | Murciélago moreno |
| | *Lasiurus borealis teliotis* | Murciélago rojizo |
| | *L. cinereus cinereus* | Murciélago escarchado |
| | *L. ega xanthinus* | Murciélago amarillo |
| | *Antrozous pallidus minor* | Murciélago pálido |
| MOLOSSIDAE | *Tadarida brasilensis mexicana* | Murciélago coludo |
| | *T. femorosacca* | Murciélago de la cola libre |
| | *T. molossa* | Murciélago coludo grande |
| | *Balantiopteryx plicata pallida* | |
| LEPORIDAE | *Lepus californicus xanti* | Liebre de cola negra |
| | *Sylvilagus audubonii confinis* | Conejo de cola blanca |
| | *S. bachmani peninsularis* | Conejo matorralero |
| /SCIURIDAE | *Ammospermophilus leucurus extimus* | Ardilla o Juancito |
| /GEOMYIDAE | *Thomomys umbrinus anitae* | Tuza |
| /HETEROMYIDAE | *Perognathus bailey extimus* | Ratón |
| | *P. dalquest* | Ratón |
| | *P. spinatus peninsulae* | Ratón con bolsa |
| | *Dipodomys merriami melanurus* | Rata canguro |
| / CRISETIDAE | *Oryzomys peninsulae* | Ratón |
| | *Peromyscus eva* | Ratón de cactáceas |
| | *P. maniculatus coolidgei* | Ratón venado |
| | *Neotoma lepida notia* | Rata de campo |
| / MURIDAE | *Mus musculus domesticus* | Ratón casero |
| / CANIDAE | *Canis latrans peninsulae* | Coyote |
| | *Urocyon cinereoargenteus peninsularis* | Zorra |
| / PROCYONIDAE | *Bassariscus astutus palmarius* | Babisuri |
| | *Procyon lotor grinnelli* | Mapache |
| /MUSTELIDAE | *Taxidea taxus infusca* | Tejon |
| | *Spilogale putorius lucasana* | Zorrillo |
| /FELIDAE | *Felis concolor improcera* | Puma o León americano |
| | *Lynx rufus peninsularis* | Gato montés |
| /CERVIDAE | *Odocoileus hemionus peninsulae* | Venado bura |

## IV.3.3.1 Analisis de la abundancia absoluta y/o especifica, abundancia relativa, riqueza e Índice de Diversidad de Shannon de la fauna dentro de la microcuenca Playa El Faro

### I.1.1.1.6 *Metodologia de muestreo*

De acuerdo con los trabajos de campo realizados dentro de la microcuenca, la fauna se encuentra en buenas condiciones aunque no es muy diversa, esto se debe principalmente a la naturaleza del sustrato que es muy pedregoso y por la cercanía con la zona de asentamientos humanos y a la vegetación que no presenta mucha cobertura en zonas cercanas a asentamientos humanos.

Para conocer las condiciones de la fauna silvestre que habita dentro de la microcuenca, se llevó a cabo el monitoreo de tres diferentes grupos: mamíferos, aves y reptiles. Los recorridos se realizaron en septiembre.

Para determinar la fauna presente dentro de la microcuenca hidrológico-forestal se tomaron en cuenta primeramente los listados de especies registradas en la zona en otros trabajos, específicamente el de Ortega y Arriaga (CIBNOR), 1991 para saber exactamente qué es lo que esperamos observar y en dónde buscar. Una vez establecido el tipo y composición de fauna que se espera observar, se diseña el recorrido o recorridos tomando en cuenta la diversidad de topoformas, microambientes y tipos de vegetación o asociaciones vegetales presentes en el sitio.

Para dar inicio con los recorridos se hizo uso de las guías de campo adecuadas para la fauna presente en el sitio a muestrear, que en el caso de anfibios y reptiles fue Ron H. McPeak, 2000, para los mamíferos se usó Álvarez Castañeda T. y Patton, J. L. 1999; y para las aves se usó la guía Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 2000.

Adicionalmente se hace uso de un GPS GPSmap® 60CSx y mapas detallados del sitio para dar inicio a los recorridos, marcando puntos en el dispositivo de localización satelital cada pocos metros para tener el registro adecuado. También se hizo uso de un par de binoculares marca Celestron 10 X 50 para efectuar las observaciones y una cámara digital.

Con el objetivo de no aplicar un impacto adicional a la fauna local, se evitó a consciencia la captura de cualquier individuo, excepto la retención momentánea de un ejemplar de reptil y uno de mamífero para determinar adecuadamente su situación taxonómica.

El registro de fauna a nivel de microcuenca se realizó con base en las siguientes técnicas:

- Para el registro de la reptiles se utilizó el método de muestreo denominado “recorridos al azar”, que consiste en examinar sobre y debajo de rocas, en troncos y hojarasca, así como dentro de grietas donde pueden habitar especies de anfibios y reptiles; registrando: observación directa, huella, rastro, excreta y/o madriguera.
- Para el grupo de la mamíferos, dadas sus características de rápido desplazamiento se usaron técnicas de muestreos indirectos de excretas, huellas, rastros y madrigueras.
- Para el registro de aves se utilizó el método de búsqueda intensiva descrita en Ralph et al. (1996), que consiste en realizar caminatas libres para el registro e identificación visual de especies mediante el uso de binoculares, o acústico mediante el registro de cantos y llamados, con lo cual se incrementa la posibilidad de detección de especies de aves poco conspicuas. Este trabajo se apoyó con la guía de campo especializada sobre las aves de Norteamérica (Kaufman, 2005), para una mejor identificación de las especies, además de las Guía de campo publicadas por Roger Tory Peterson y Adward L. Chalif, 2000, Ron h. McPeak, 2000, entre otras.

Las técnicas usadas consistieron en la planeación de una caminata de observación dividida en diferentes horarios y zonas. Para los horarios se determinó que una hora después del amanecer y hasta el anochecer darían los resultados esperados, conocer la variedad de fauna (anfibios, reptiles,

aves y mamíferos) que se encuentra en la microcuenca hidrológica. Los horarios fueron efectuados con luz solar entre las 7 am y las 6 pm.

Para determinar los sitios de muestreo de la fauna se llevó a cabo una evaluación previa que se basó en la revisión de los mapas de vegetación y unidades de paisaje generados a partir de las imágenes de satélite y estudios previos. Con esta información se determinó qué estrategia de muestreo cumpliría con los siguientes requisitos:

i) Ubicar sitios de muestreo en forma sistemática para incluir los tipos de vegetación que representan la microcuenca y en especial el sitio en estudio, matorral sarcocaule.
ii) Ubicar sitios de muestreo en zonas de interés biológico detectadas durante el trabajo de campo. Las primeras etapas permitieron identificar áreas importantes para ser muestreadas.

Anfibios y reptiles

El muestreo de reptiles y anfibios se llevó a cabo por medio de registros directos o auditivos, a través de recorridos o transectos a lo largo de los caminos, búsqueda intensiva, esto es, debajo de troncos, rocas y hojarasca, así como entre las ramas y hojas de los arbustos y troncos de los árboles.

Los transectos audiovisuales son la técnica más frecuentemente utilizada en herpetología (Heyer et al., 1994; Halliday, 1996; Blomberg y Shine, 1996), en transectos de aproximadamente 500 a 1000 metros de largo y cubriendo una banda de 5 a 10 m a cada lado del transecto, registrando todas las especies observadas, durante los censos se registró a las especies observadas, la hora, la actividad y tipo de sustrato. Se llevaron a cabo dos sesiones de muestreo, una por la mañana de las 8:00 a las 14:00 horas para identificar a las especies diurnas y otro de las 18:00 a las 22:00 horas, utilizando lámparas, para identificar a las especies crepusculares y nocturnas. Las especies se identificaron directamente en el campo. Ahora bien, hay que matizar que esta metodología no siempre es posible seguirla al pie de la letra, ya que estas zonas comienzan a ponerse peligrosas en cuanto anochece, de manera que los recorridos de noche ya no ocurrieron hasta las 22:00 horas, sino apenas hasta las 19 horas, y no hubo recorridos extensos, sino que se repitieron tramos ya recorridos de día, de manera que así se evita la exposición a ciertos peligros que han ido en aumento en esta zona. Y de hecho la única fauna hallada en este horario fueron el Huico occidental, por sus llamadas o vocalizaciones, en esta ocasión no se encontraron aves nocturnas ni mamíferos nocturnos, adicionalmente, a diferencia de otros eventos de observación de fauna, no hubo detección alguna de víboras de cascabel.

Los recorridos se hicieron haciendo observaciones directas hacia los lados de la ruta, en manera de lo posible, 5 a 10 metros a cada lado, ya que es casi imposible observar 10 metros de cada lado, en tres rutas con una longitud total de **542** metros, abarcando de esta manera la misma topoforma en la que se enclava el proyecto, es decir, la zona de lomerío que se encuentra al pie del cerro Prieto, cerca de la superficie del proyecto, se comenzó el recorrido a partir de la superficie solicitada hacia el sur usando las terracerías ya existentes para abrirse paso e internándose en las zonas con vegetación lo más posible, esta es la única zona que aun presenta vegetación forestal cercana a la zona del proyecto, puesto que hacia el norte hay que recorrer toda la ciudad para llegar a zonas con vegetación forestal, y hacia el sur hay este tipo de vegetación desde el pie del cerro Prieto hasta su cima. Se tomaron las muestras en la zona de piedemonte de este cerro, con una pendiente bastante parecida a la del proyecto y en áreas muy parecidas ya que se encuentra la vegetación en su forma de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule.

Los recorridos se efectuaron de manera silenciosa para sorprender a la fauna y evitar su evasión antes de que pudiera ser registrada. Durante los recorridos se hicieron observaciones de las aves, los reptiles y pequeños mamíferos con los binoculares y haciendo las anotaciones cuidadosamente. En algunas ocasiones se hicieron actividades de levantamiento de rocas para buscar activamente ejemplares de reptiles, sin embargo en la manera de lo posible se evitó esta actividad para no alterar el micro hábitat.

Las técnicas básicas aplicadas para estos muestreos fueron una mezcla del llamado *Transecto de ancho fijo* con la técnica de *Transecto de línea*, debido a las dificultades del terreno lleno de lomas y a veces vegetación muy densa de chollas o pitahayas. En el Transecto de ancho fijo el ancho del recorrido se fija de manera predeterminada para abarcar al menos el 10 % de representatividad de un ambiente. Una vez compilada la lista de especies, se generó una base de datos con las especies de la región, que incluyó el nombre científico, autor y año de la descripción original, área de distribución en México, endemicidad y estado de conservación.

Para el grupo de las aves se usaron binoculares Celestrum 10x, GPS, dos guías de campo de aves (Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 2000) y se usó el software Merlin de Cornell Lab (https://merlin.allaboutbirds.org/es/pagina-de-inicio/). Dado que es el grupo más diverso y más fácil de observar, con la guía de campo y el software que reconoce cantos y vocalizaciones de aves fue suficiente. Cada ejemplar fue observado con binoculares o identificado con Merlin. La única dificultad a veces fue distinguir entre un ave observada y un ave aun no observada para no repetir los registros.

En el caso de reptiles, para este propósito se recorren las áreas de manera muy silenciosa, por intervalos de 15 minutos, y se van anotando las observaciones. En pocas ocasiones se voltean troncos o rocas, que después se devuelven a su posición original. Los mamíferos son un caso aparte ya que son muy difíciles de observar, en este caso se rastrean las huellas, excretas o madrigueras y se trata de observar si el ejemplarse encuentra cerca para poder registrar.

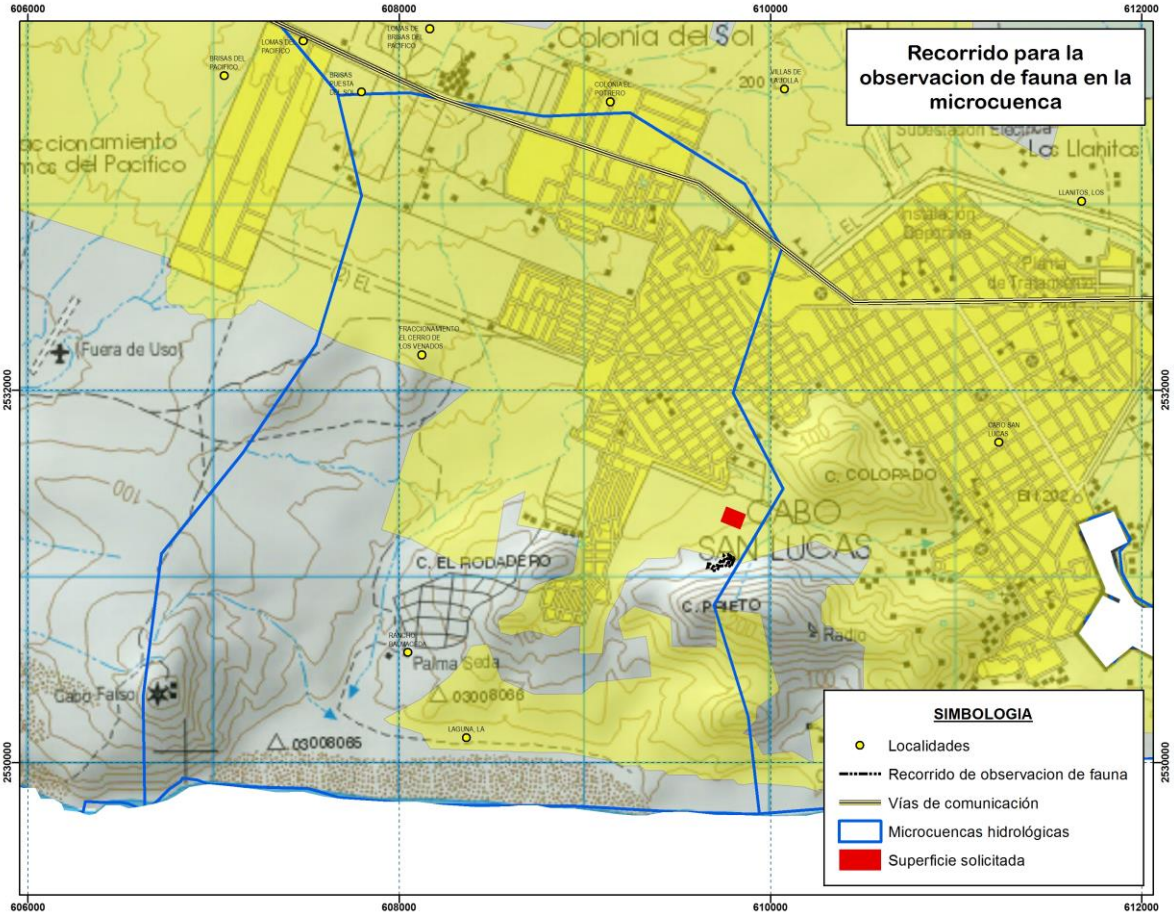



Figura 48. Recorridos para el muestreo de fauna dentro de la microcuenca hidrológico-forestal Playa El Faro.

Se asume que todos los individuos dentro de la línea son contados y que el largo del transecto es conocido (en este caso se estableció de unos **542 metros**). Para que este método sea válido en el

caso de animales, se debe estar seguro que se encontrará cada individuo dentro de la línea y que su presencia a lo largo del transecto no afectará la presencia o ausencia de otro individuo. En el transecto de línea asume que no todos los individuos serán vistos por el observador y que el número de individuos observados se incrementará con la distancia recorrida. A diferencia del transecto de ancho fijo, en este caso su ancho se obtiene a partir de cada una de las observaciones, tomando las distancias (D) o (Y) desde el individuo a la línea recorrida. El observador debe recorrer la línea de transecto (X), contando los animales a ambos lados de la línea y registrando sin error (D) o (Y) cuando el animal es detectado.

Para obtener estimadores confiables de abundancia poblacional a partir de muestreos por transectos de línea se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Los individuos situados exactamente sobre la línea nunca pueden dejar de ser vistos
- Los individuos no se mueven antes de ser detectados, las distancias son medidas desde la ubicación inicial del individuo y no son contados más de una vez
- Las distancias son medidas sin error
- La detección de un individuo es independiente de la detección de otro
- El comportamiento de respuesta de la población no cambia sustancialmente a lo largo del transecto

En el caso de las aves también se usó el método de transecto de línea, contando toda evidencia de la presencia de un ave, desde nidos, vocalizaciones o la observación directa.

XLIII Coordenadas (UTM-WGS84 Z12) de la ruta del recorrido de muestreo dentro de la microcuenca hidrológico-forestal Playa El Faro.

| RECORRIDO (542 m) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 609772.097 | 2531125.802 | 23 | 609804.291 | 2531093.695 | 45 | 609685.353 | 2531058.133 |
| 2 | 609772.347 | 2531116.396 | 24 | 609785.306 | 2531050.323 | 46 | 609691.883 | 2531055.241 |
| 3 | 609776.150 | 2531113.370 | 25 | 609775.879 | 2531062.340 | 47 | 609696.308 | 2531057.129 |
| 4 | 609780.484 | 2531113.308 | 26 | 609765.944 | 2531062.796 | 48 | 609700.456 | 2531062.203 |
| 5 | 609785.847 | 2531109.568 | 27 | 609752.950 | 2531054.265 | 49 | 609706.164 | 2531060.855 |
| 6 | 609787.890 | 2531104.410 | 28 | 609743.206 | 2531056.490 | 50 | 609712.557 | 2531061.223 |
| 7 | 609781.796 | 2531099.973 | 29 | 609733.219 | 2531055.677 | 51 | 609716.438 | 2531060.584 |
| 8 | 609781.131 | 2531096.029 | 30 | 609722.114 | 2531058.302 | 52 | 609719.027 | 2531065.360 |
| 9 | 609777.866 | 2531095.201 | 31 | 609718.576 | 2531045.290 | 53 | 609721.260 | 2531070.963 |
| 10 | 609779.478 | 2531086.317 | 32 | 609710.004 | 2531034.722 | 54 | 609730.766 | 2531083.074 |
| 11 | 609775.416 | 2531082.033 | 33 | 609701.011 | 2531033.717 | 55 | 609737.067 | 2531079.396 |
| 12 | 609779.383 | 2531075.609 | 34 | 609686.798 | 2531029.845 | 56 | 609747.244 | 2531082.658 |
| 13 | 609782.139 | 2531074.976 | 35 | 609685.196 | 2531031.389 | 57 | 609751.749 | 2531091.788 |
| 14 | 609788.568 | 2531080.159 | 36 | 609685.904 | 2531038.544 | 58 | 609747.205 | 2531096.800 |
| 15 | 609791.442 | 2531085.929 | 37 | 609682.831 | 2531046.394 | 59 | 609744.373 | 2531100.103 |
| 16 | 609789.220 | 2531088.130 | 38 | 609675.404 | 2531052.838 | 60 | 609748.940 | 2531111.995 |
| 17 | 609791.652 | 2531091.949 | 39 | 609667.320 | 2531051.050 | 61 | 609757.957 | 2531101.482 |
| 18 | 609792.003 | 2531092.352 | 40 | 609661.148 | 2531048.461 | 62 | 609765.665 | 2531095.145 |
| 19 | 609794.121 | 2531095.095 | 41 | 609664.058 | 2531062.845 | 63 | 609765.458 | 2531084.065 |
| 20 | 609796.297 | 2531097.605 | 42 | 609664.801 | 2531068.892 | 64 | 609769.037 | 2531076.354 |
| 21 | 609799.886 | 2531101.496 | 43 | 609672.088 | 2531067.825 | 65 | 609778.813 | 2531068.730 |
| 22 | 609800.368 | 2531101.161 | 44 | 609678.183 | 2531061.157 | 45 | 609685.353 | 2531058.133 |

**Resultados a nivel cuenca hidrológica – forestal Playa El Faro**

En el sistema ambiental se registró una riqueza de 16 especies y una abundancia de 122 individuos de los cuales el 63% corresponde a las aves, el 21 % a los reptiles y el 15 % a los mamíferos. No todos se observan directamente, algunos fueron por excretas y algunas aves fueron por identificación de su característico canto o vocalizaciones, muy fácilmente identificable entre las malezas, únicamente había que determinar que estuvieran cerca. No se observaron anfibios en el área de estudio, sin embargo se conoce que cuando comienzan las lluvias, en muchos sitios de la microcuenca hay una diversidad de sapos que no puede ser desdeñada, además por la temporada de sequía en que se llevó a cabo la evaluación en la cual no se observaron ejemplares. La serpiente de cascabel es también muy fácil de encontrar normalmente, sin embargo no se halló un solo ejemplar.

XLIV Listado de fauna identificado dentro de la microcuenca hidrológica Playa El Faro.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA | NOM-059-SEMARNAT-2010 | EVIDENCIA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | OD | OBSERVACIÓN INDIRECTA | | | |
| | | | | | M | N | E | H |
| **HERPETOFAUNA** | | | | | | | | |
| Lagartija | *Dipsosaurus dorsalis* | IGUANIDAE | | **X** | | | | |
| Lagartija-costado manchado común | *Uta stansburiana* | PHRYNOSOMATIDAE | A | **X** | | | | |
| Huico occidental | *Aspidoscelis tigris* | TEIIDAE | | **X** | | | | |
| Serpiente alicante | *Pituophis vertebralis* | COLUBRIDAE | | **X** | | | | |
| **MASTOFAUNA** | | | | | | | | |
| Ardilla o Juancito | *Ammospermophilus leucurus* | SCIURIDAE | | **X** | | | | |
| Ratón común | *Peromyscus eva eva* | CRISETIDAE | | **X** | | | | |
| **ORNITOFAUNA** | | | | | | | | |
| Zopilote Aura | *Cathartes aura* | CATHARTIDAE | | **X** | | | | |
| Gorrión domestico | *Passer domesticus* | PASSERIDAE | | | * | | | |
| Paloma Ala Blanca | *Zenaida asiatica* | COLUMBIDAE | | **X** | | | | |
| Tórtola Coquita | *Columbina passerina* | COLUMBIDAE | | **X** | | | | |
| Carpintero Del Desierto | *Melanerpes uropygialis* | PICIDAE | | **X** | | | | |
| Baloncillo | *Auriparus flaviceps* | REMIZIDAE | | | * | | | |
| Matraca del Desierto | *Campylorhynchus brunneicapillus* | TROGLODYTIDAE | | | * | | | |
| Perlita Californiana | *Polioptila californica* | POLIOPTILIDAE | | | * | | | |
| Cenzontle Norteño | *Mimus polyglottos* | MIMIDAE | | | * | | | |
| Pinzón Mexicano | *Haemorhous mexicanus* | FRINGILLIDAE | | **X** | | | | |

OD- Observación directa. E-Excretas H-Huellas N-Nidos M-Madrigueras *Identificación por vocalización o emisión de sonido

**Índice de Diversidad de Shannon**

Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad de vertebrados en el predio. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

El índice de Shannon-Wiener fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: H' = ∑ pi/Ln(pi), donde p es la proporción relativa de las i especies. Los resultados se presentan a continuación.

XLV Índice de Shannon calculado para el grupo de los reptiles a nivel microcuenca hidrológica.

| No. | Nombre científico | Abundancia absoluta y/o especifica | Densidad relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Dipsosaurus dorsalis* | 35 | 0.9211 | -0.0822 | -0.0757 |
| 2 | *Uta stansburiana* | 1 | 0.0263 | -3.6376 | -0.0957 |
| 3 | *Aspidoscelis tigris* | 1 | 0.0263 | -3.6376 | -0.0957 |
| 4 | *Pituophis vertebralis* | 1 | 0.0263 | -3.6376 | -0.0957 |
| | **TOTAL** | **38** | **1** | | **-0.3628** |
| | **Riqueza** | | **4** | | **Índice de Diversidad de Shannon** |
| | **Hmax = Ln S** | | **1.3863** | **0.3628** | |
| | **Equitatividad (J)=** | | **0.2617** | | |

XLVI Índice de Shannon calculado para el grupo de mamíferos a nivel microcuenca hidrológica.

| No. | Nombre científico | Abundancia absoluta y/o especifica | Densidad relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Ammospermophilus leucurus* | 2 | 0.6667 | -0.4055 | -0.2703 |
| 2 | *Peromyscus eva eva* | 1 | 0.3333 | -1.0986 | -0.3662 |
| | **TOTAL** | **3** | **1** | **-12.859** | **-0.6365** |
| | **Riqueza** | | **2** | | **Índice de Diversidad de Shannon** |
| | **Hmax = Ln S** | | **0.6931** | **0.6365** | |
| | **Equitatividad (J)=** | | **0.9182** | | |

XLVII Índice de Shannon calculado para el grupo de las aves a nivel microcuenca hidrológica.

| No. | Nombre científico | Abundancia absoluta y/o especifica | Densidad relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Cathartes aura* | 4 | 0.0494 | -3.0082 | -0.1486 |
| 2 | *Passer domesticus* | 46 | 0.5679 | -0.5658 | -0.3213 |
| 3 | *Zenaida asiatica* | 11 | 0.1358 | -1.9966 | -0.2711 |
| 4 | *Columbina passerina* | 9 | 0.1111 | -2.1972 | -0.2441 |
| 5 | *Melanerpes uropygialis* | 1 | 0.0123 | -4.3944 | -0.0543 |
| 6 | *Auriparus flaviceps* | 2 | 0.0247 | -3.7013 | -0.0914 |
| 7 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | 3 | 0.0370 | -3.2958 | -0.1221 |
| 8 | *Polioptila californica* | 2 | 0.0247 | -3.7013 | -0.0914 |
| 9 | *Mimus polyglottos* | 1 | 0.0123 | -4.3944 | -0.0543 |
| 10 | *Haemorhous mexicanus* | 2 | 0.0247 | -3.7013 | -0.0914 |
| | **TOTAL** | **81** | **1** | **-97.3729** | **-1.49** |
| | **Riqueza** | | **10** | | **Índice de Diversidad de Shannon** |
| | **Hmax = Ln S** | | **2.3026** | **1.4899** | |
| | **Equitatividad (J)=** | | **0.6470** | | |

**Resumen y conclusiones de resultados obtenidos de fauna identificados en la microcuenca hidrológica**

Los resultados anteriores obtenidos para el grupo de vertebrados que se distribuye dentro de la microcuenca hidrológica para el desarrollo del proyecto se pueden interpretar como sigue:

- En términos de riqueza, en el grupo de los vertebrados se identificaron un total de 16 especies; 10 del grupo de las aves (62.5 %), 4 del grupo de los reptiles (25 %) y 2 especies del grupo de mamíferos (12.5 %).
- Desde el punto de vista del índice de diversidad de Shannon (H), el grupo de las aves es el que presenta un índice de diversidad H mayor (H= 1.3021). De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área se considera de diversidad baja, en tanto que los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), para el caso del grupo de las aves esta diversidad se puede considerar como baja casi media de 1.4899, y en el caso de los grupos de reptiles la diversidad es baja H= 0.3629 y en los mamíferos la diversidad se puede considerar como baja (0.6365). La diversidad global fue de 1.8442.
- En lo referente a las 16 especies identificadas, *Uta stansburiana* se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Estatus A dentro de la NOM-059-SEMARNAT.

Especies relevantes

Los criterios para considerar a una especie como relevante fueron los siguientes: En primera instancia por estar incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, si algunas de ellas son endémicas y si se presume que estas especies presentan poblaciones pequeñas. Se describe a algunas de las especies encontradas en cada sitio de muestreo.

*Pituophis vertebralis*. Registrada en la zona de la microcuenca, **observada fuera del sitio en estudio**, se observó un ejemplar salir del camino en el que se llevaba a cabo el recorrido y esconderse muy prontamente.

*Uta stansburiana* o cachora, es pequeña, la longitud hocico-cloaca de aproximadamente 5,5 cm. El color del cuerpo es generalmente de color marrón con una doble hilera de manchas más oscuras que corren a lo largo de su espalda, convergiendo a una sola fila por la cola. Hay una mancha oscura visible en cada lado, justo detrás de las patas delanteras. Una estrecha franja blanca se extiende desde la esquina exterior de cada ojo en el hombro. Los machos, especialmente durante la temporada de apareamiento, el deporte una cubierta dorsal de manchas azules. Las hembras carecen de esta coloración decorativa, se puede ver en las rocas, las ramas más bajas de los arbustos, en escombros cerca del suelo, frecuenta áreas altamente perturbadas. Son activos durante todo el año en algunas áreas, pero más activo durante los meses de verano cuando tomar el sol o la búsqueda de alimento. Durante los períodos de inactividad, cavan madrigueras poco profundas o se esconden debajo de troncos, rocas, o una cubierta similar. Son insectívoros. Estatus A dentro de la NOM-059-SEMARNAT.

Especies de valor científico, comercial, estético y para autoconsumo.

Algunas especies de aves se utilizan como una alternativa alimenticia en las comunidades rurales, principalmente palomas (*Zenaida* sp, *Columba* sp, *Leptotila*). Las chacuacas (*Callipepla californica*) como consumo humano.

Las calandrias (*Icterus* sp.) el zaino (*Cardinalis sinuatus*), el cenzontle (*Mimus poliglottos*) entre otras especies son capturadas para ser comercializadas legal y en mayor proporción ilegalmente como aves canoras y de ornato.

Tendencia esperada en cuanto a la diversidad y sus expectativas de conservación.

Hasta el momento se sabe poco de la fauna de la región, han sido pocos estudios recientes realizados en la zona, Gatica-Colima (2009 y 2000) y Lemos Espinal (2004 y 2000).

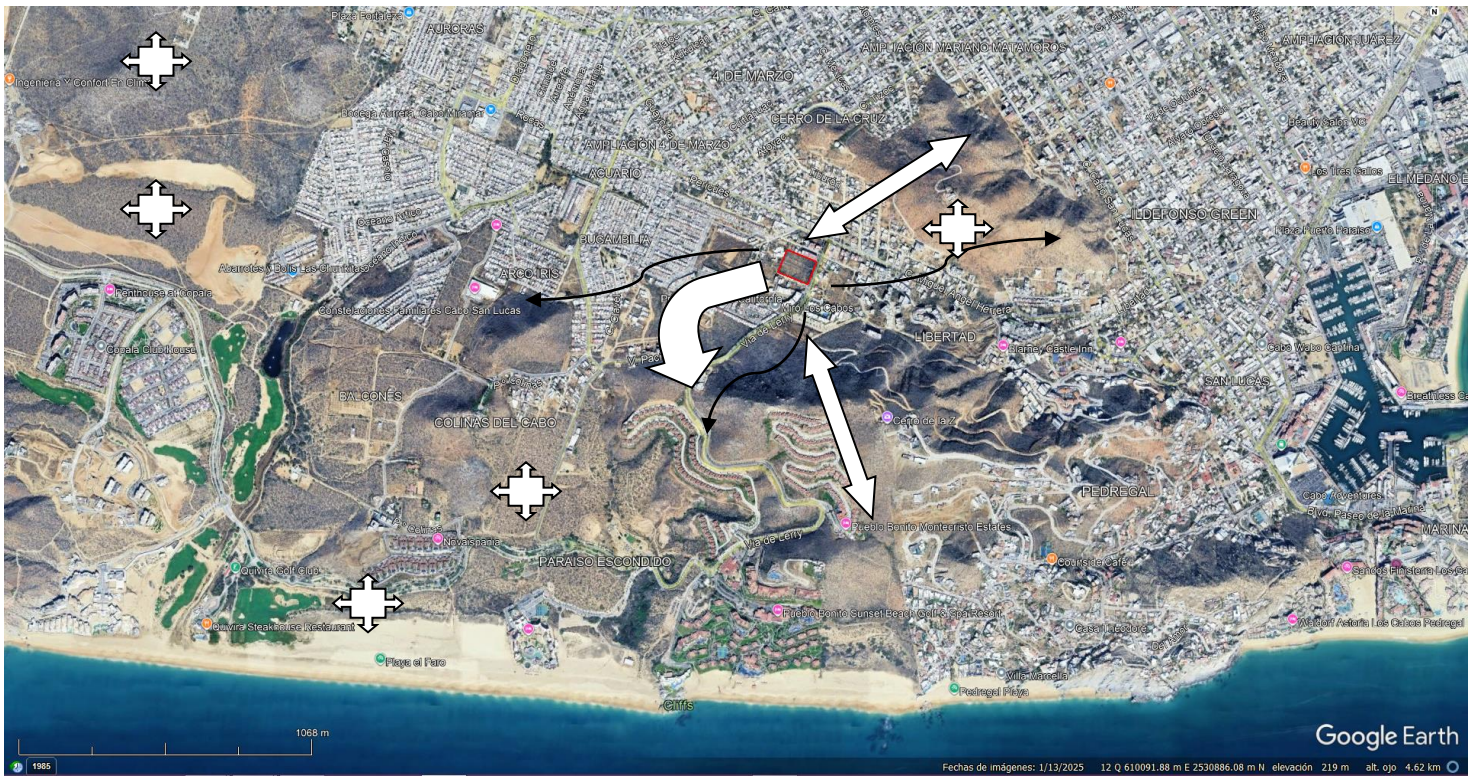
La distribución de las especies de aves está directamente relacionada con los tipos de hábitats, por lo que sabiendo las condiciones en que se encuentran y la pérdida de los mismos, se puede estimar el

efecto sobre las especies de reptiles aves y mamíferos. La disminución de su hábitat trae consigo no solo la desaparición de especies de ese lugar (extinción o migración), sino una reducción en el espacio donde se alimentan, reproduce y descansan, aunado a la cacería furtiva y captura legal e ilegal de especies para su comercialización como mascotas, principalmente.

Desafortunadamente se está modificado mucho el sistema ambiental que rodea el área del predio debido al crecimiento urbano de la zona, que ya se encuentra totalmente dentro de los asentamientos humanos.

En la superficie de la microcuenca hidrológica correspondiente a la zona del proyecto se encuentran múltiples corredores biológicos, cañadas, cauces de arroyos, cuya localización respecto de la superficie solicitada es de poca relevancia, ya que el sitio del proyecto se ubica en la zona de asentamientos humanos.

El corredor biológico más importante es la zona que comprende a los cerros Prieto y De La Z, esta zona en la que predomina matorral sarcocaule en su forma de vegetación secundaria arbustiva se encuentra aún como un corredor en el que la fauna se puede desplazar de un lado al otro sin ser detenida por barreras como la zona de asentamientos humanos.




Los principales corredores biológicos cercanos a la zona del proyecto se localizan entre los cerros del norte y sur, mismos que funcionan como conectores hacia las zonas más lejanas de cañadas y laderas con cañadas. Estos corredores biológicos esquivan las áreas de asentamientos humanos de Cabo san Lucas. Los sitios en los que la fauna tiende a congregarse son parte de la planicie aluvial que se encuentra al norte de la zona poblada en el caso de las aves, mientras que para reptiles y mamíferos es mejor opción hacia el sur, toda la zona de cerros desde cerro Prieto hasta Cerro de La Z y toda la zona de El Faro, en la que predominan las áreas abiertas y gran reservorio de vegetación en muy buenas condiciones ya que el terreno agreste lo hace poco adecuado para los asentamientos humanos.

Respecto de los arroyos o escurrimientos superficiales, el escurrimiento en esta zona primero ocurre al norte pero pronto se reacomoda hacia el sur con dirección al Océano Pacífico.




Localización de la dirección de los escurrimientos superficiales cercanos.

Las unidades de muestreo para la fauna corresponden a todas las caminatas en la zona de sistema ambiental y de influencia indirecta, pero como ya no hay vegetación representativa, se decidió caminar hacia el sur al pie del cerro.

**FAUNA CONSIDERANDO INDIVIDUOS POR HECTÁREA**

Los individuos por hectárea de fauna para la microcuenca hidrológica son 225 individuos. Se muestran en la siguiente tabla.

Densidad de individuos por hectárea estimados para la microcuenca.

| Nombre común | Nombre científico | No. Individuos (N) | Abundancia relativa (Pi) | LN(Pi) | Pi*LN(Pi) | Densidad ABSOLUTA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zopilote Aura | *Cathartes aura* | 4 | 0.033 | -3.418 | -0.112 | **7.380** |
| Gorrión | *Passer domesticus* | 46 | 0.377 | -0.975 | -0.368 | **84.871** |
| Paloma Ala Blanca | *Zenaida asiatica* | 11 | 0.090 | -2.406 | -0.217 | **20.295** |
| Tórtola Coquita | *Columbina passerina* | 9 | 0.074 | -2.607 | -0.192 | **16.605** |
| Carpintero Del Desierto | *Melanerpes uropygialis* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| Baloncillo | *Auriparus flaviceps* | 2 | 0.016 | -4.111 | -0.067 | **3.690** |
| Matraca del Desierto | *Campylorhynchus brunneicapillus* | 3 | 0.025 | -3.705 | -0.091 | **5.535** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlita Californiana | *Polioptila californica* | 2 | 0.016 | -4.111 | -0.067 | **3.690** |
| Cenzontle Norteño | *Mimus polyglottos* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| Pinzón Mexicano | *Haemorhous mexicanus* | 2 | 0.016 | -4.111 | -0.067 | **3.690** |
| Cachora arenera | *Dipsosaurus dorsalis* | 35 | 0.287 | -1.249 | -0.358 | **64.576** |
| Lagartija-costado manchado común | *Uta stansburiana* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| Huico occidental | *Aspidoscelis tigris* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| Serpiente alicante | *Pituophis vertebralis* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| Ardilla o Juancito | *Ammospermophilus leucurus* | 2 | 0.016 | -4.111 | -0.067 | **3.690** |
| Ratón común | *Peromyscus eva eva* | 1 | 0.008 | -4.804 | -0.039 | **1.845** |
| | **TOTAL** | **122** | **1.000** | | **-1.844** | **225.092** |

De la tabla anterior se puede mencionar que se toma como referencia de área muestreada el recorrido y la zona de caminatas para observación de fauna, esta zona es de 542 metros de largo por 5 metros de ancho a cada lado, esto es, una superficie efectiva de observación de 5420 $m^2$, lo que nos aporta un total de 225 individuos de fauna por hectárea.

Para poder estudiar la fauna se usaron los siguientes índices de diversidad, equidad y dominancia.

**Índice de Shannon Wiener (H'):** Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 4.5 Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos", el máximo valor que puede tomar H es el logaritmo de S, ln(S). Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. Las mayores limitaciones de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina por abundancia.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

$$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$ y la equidad $$E = H' / hS$$

**Índice de Margaleff:** El Índice de Margaleff, o índice de biodiversidad de Margaleff, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margaleff fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán español Ramón Margaleff y tiene la siguiente expresión I=(s-1)/Ln N, donde I es la biodiversidad, s es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación Ln denota el logaritmo neperiano de un número.

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

**Dominancia de Simpson:** Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

El índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Simpson tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa". De hecho la interpretación de D es que es la probabilidad de un encuentro intraspecífico. O sea la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad que ambos sean de la misma especie. Lo más alto que es esta probabilidad lo menos diverso es la comunidad (sensu Wallace). Hay tres métodos.

$$D = \sum_i \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \qquad D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \qquad D = \sum p_i . p_i \text{ o sea } D = \sum p^2$$

Berger Parker Dominancia: es un índice únicamente de dominancia.

$$d = Nmax / N$$

Como podemos ahora apreciar, es posible usar muchos indices de diversidad o dominancia o equidad, sin embargo algunos omiten la equidad, otros sobrevaloran la dominancia, otros unicamente son de dominancia. El mas equilibrado es el de Shannon Wiener, con el cual se puede unir a la equidad y asi tener un parámetro mas robusto para hacer comparaciones.

SUPERFICIE DE MICROCUENCA

- Índice de Shannon Wiener: 1.844
- Índice de Margaleff, riqueza específica, todos vertebrados: 3.1223
- Dominancia de Simpson (los tres métodos): 0.2349
- Dominancia de Berger-Parker: 0.3770

**Conclusiones:**

1. El grupo de los vertebrados dentro de la microcuenca mantiene una diversidad alta acercándose a media para el grupo de las aves y una diversidad media para los grupos de los reptiles y muy baja para los mamíferos. De acuerdo a la prospección de campo, el grupo de las aves es el que ostentó una mayor riqueza, abundancia y además del valor más alto de diversidad conforme al índice empleado.
2. Con relación a las especies protegidas por la legislación nacional, hay una especie de reptil enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Uta stanburiana*, enlistada como A.

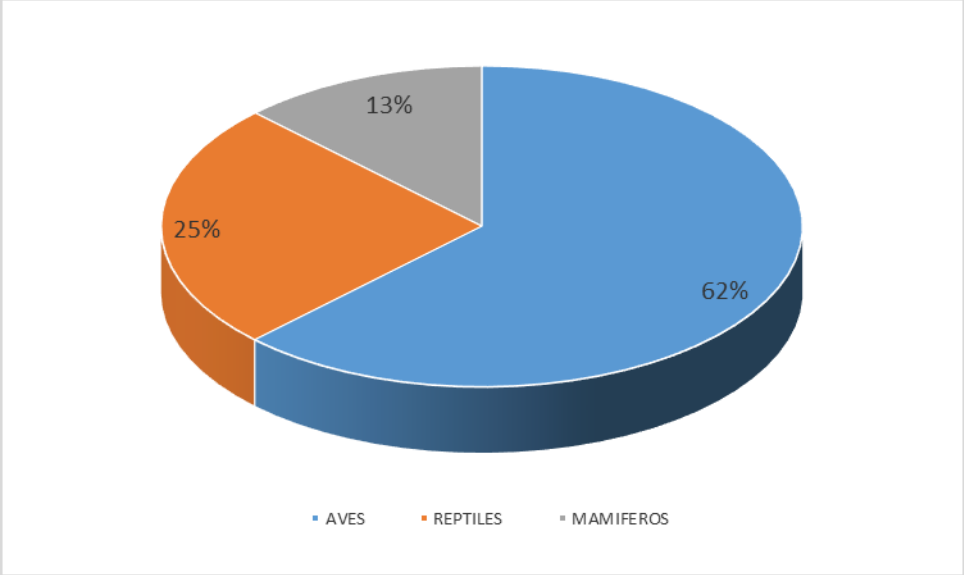



**Figura 49. Porcentaje de distribución de la fauna observado dentro de la microcuenca hidrológico-forestal Playa El Faro.**

Para la observación de las aves se contó con un software conocido como *Merlin* del Laboratorio de Ornitología de Cornell (https://merlin.allaboutbirds.org/es/pagina-de-inicio/), con el que se les pudo identificar de manera muy fácil con los cantos. También hay que mencionar que aparte de los recorridos, estas aves se observaron en los viajes en carro mientras se acudió y se regresó de ese sitio, de manera que fueron muy numerosas.

# IV.4 *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*

## IV.4.1.1 Geología y Geomorfología en el área de proyecto

La zona de estudio que comprende a la microcuenca Playa El Faro es ampliamente dominada por rocas graníticas de edad terciaria y materiales eólicos, así como algunas granodioritas del cuaternario. Estas rocas se encuentran generalmente cubiertas por depósitos de conglomerados o de aluvión, de manera que geomorfológicamente la zona se caracteriza por ser un lomerío escarpado con cañadas, y el sitio del proyecto se encuentra rodeado de cerros aislados.

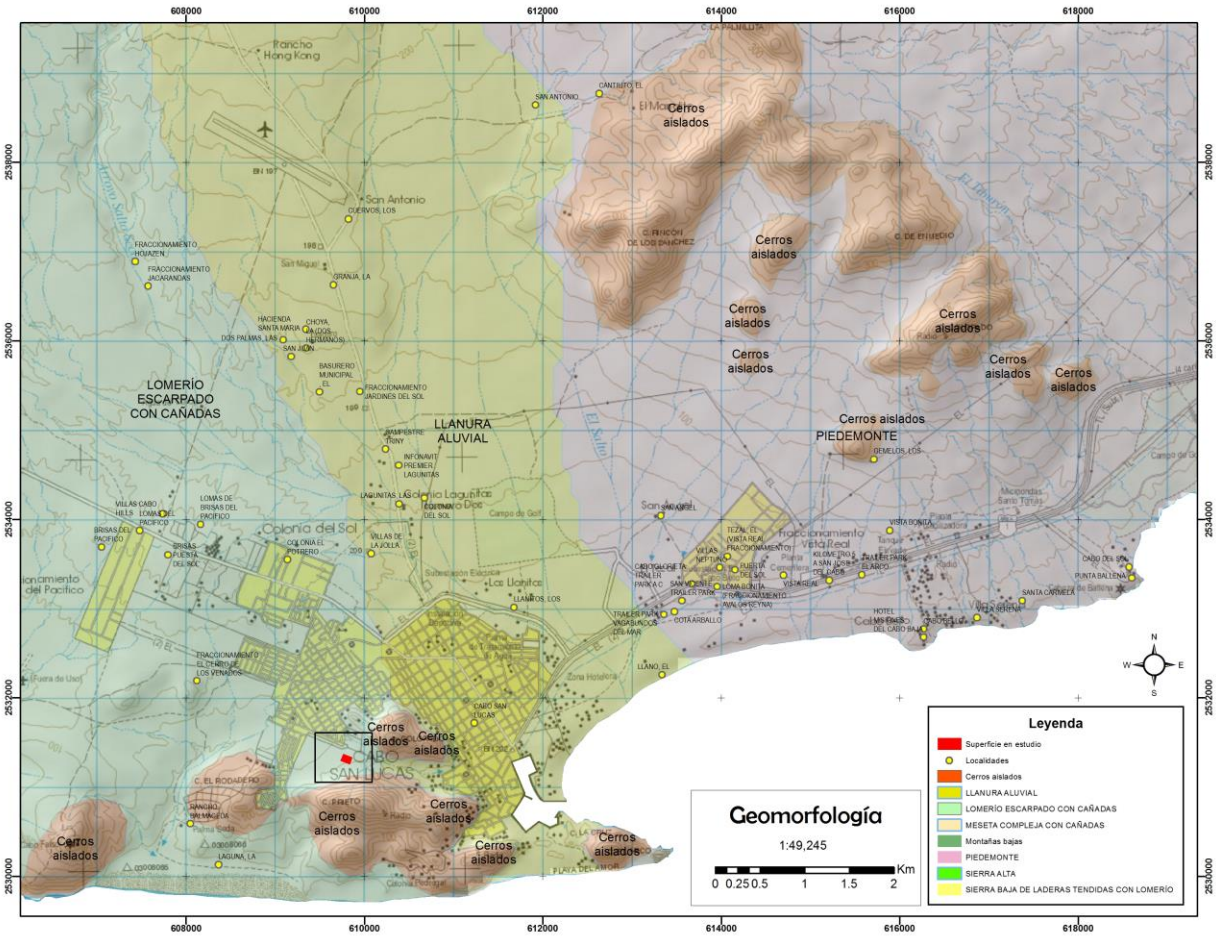



Figura 50. Geomorfología en la zona de estudio.

# IV.4.2 Geología

**Descripción de las unidades litológicas al interior del predio y superficie solicitada para el CUSTF**

La zona de estudio que comprende a la microcuenca Playa El Faro es ampliamente dominada por rocas graníticas de edad terciaria y materiales eólicos, así como algunas granodioritas del cuaternario.

La geología que prevalece en toda la microcuenca Playa El Faro es volcánica intrusiva, con rocas graníticas y sedimentarias tipo conglomerados y aluviales.

Las rocas tipo granodiorita-tonalita del cretácico son prevalentes en la zona media y alta de la microcuenca Playa El Faro, sin embargo prevalecen los materiales eólicos que se depositan en la zona costera. El sitio en estudio se localiza en depósitos eólicos que se encuentran del otro lado del Cerro Prieto, de manera que tiene mucha influencia de rocas graníticas y de granodioritas.

Particularmente, el área donde se localiza el terreno del proyecto, se observan acumulaciones eólicos que datan del cuaternario (Q(eo)), y se encuentran sobre geología más cercana al granito del terciario y granodiorita del cretácico, de manera que su sustento es básicamente rocoso, estas rocas se observan con cierto grado de alteración, incluso en el costado frente a la línea de costa, se observan que dichas rocas alcanzas cierto grado de metamorfismo.

La unidad denominada eólica (Qeo), se refiere a las acumulaciones de arenas en los cuales el viento ha sido el factor más importante para su formación, dichas formaciones se pueden observar dentro de los predios. La unidad litoral (Qli), la cual se refiere a los materiales sedimentarios y granulares que se observan en toda la franja de playa, su principal característica es la inconsolidación (soltura) de las arenas que generalmente son de tamaño grueso, pero esta unidad solo se encuentra en la zona costera.

### Eólica del cuaternario (Qeo)

Son materiales principalmente producto de acumulación por fuerzas eólicas a lo largo de mucho tiempo en la zona costera, se compone de cuarzo y detritos provenientes de las rocas graníticas y de granodiorita de los cerros y de los materiales subyacentes. Estos materiales que se han acumulado son totalmente sueltos en el caso de las playas y dunas, pero se encuentran bastante compactos y mezclados con otras rocas en el caso de zonas tierra adentro, especialmente en el sitio del proyecto, que aunque es una zona eólica, lleva bastante tiempo protegida por los cerros Prieto y Colorado, además de que en otros tiempos tuvo vegetación, de manera que se ha creado ya un suelo bastante compacto y firme.

### Granito del cretácico superior (KsGr)

El granito es una roca ígnea intrusiva que aflora ampliamente en la mayor parte de la zona alta de la microcuenca Playa El Faro. Son rocas de color rojizo a crema, con textura fanerítica, los minerales más comunes que se pueden observar son cuarzos, feldespatos y minerales ferromagnesianos, principalmente biotita. Los minerales secundarios presentes son sericita, clorita y hematita. Estas rocas constituyen el basamento cristalino de la península (Ortega-Gutiérrez et. Al., 1992). El Consejo de recursos Minerales (2002) les asigna a esta roca granítica una edad del Cretácico Superior.

## IV.4.2.1 Topografía y Fisiografía

El área geográfica en la cual está enclavado el predio es la provincia: Península de Baja California Sur, Subprovincia de la discontinuidad Del Cabo. Esta discontinuidad se extiende al sur del trópico de cáncer y es la parte final de la provincia. Por el noroeste colinda con el Golfo de California y al suroeste

con el Océano Pacífico. Ocupa una extensión de 7,612.67 km$^2$, que corresponden a una parte del Municipio de La Paz y a la totalidad de Los Cabos. Los sistemas de topo formas de esta región difieren de los demás de la provincia en cuanto a la orientación de sus principales ejes estructurales, ya que mientras en la discontinuidad es de norte a sur, en el resto es de noroeste-suroeste.

El estado de Baja California Sur queda incluido dentro de la provincia fisiográfica península de Baja California, ésta última dividida en una Subprovincia y tres discontinuidades que son: la Subprovincia de la sierra de La Giganta y las discontinuidades del Desierto de San Sebastián Vizcaíno, Llanos de La Magdalena y Del Cabo (INEGI, 1995). Para el caso específico que nos ocupa, la discontinuidad Del Cabo corresponde al extremo meridional del estado, se extiende desde la parte norte de la ciudad de La Paz hasta el sur de Cabo San Lucas.

La conforman las sierras conocidas como Las Cruces, El Novillo, La Gata, La Victoria (La Laguna, San Lorenzo y San Lázaro) y la Trinidad, que en su conjunto tiene una alineación norte-sur. Su morfología es de montañas complejas altas y bajas en una etapa de madurez para una región árida. Presenta además cañones de paredes escarpadas, picachos, bloques esféricos y acantilados en la zona litoral.

Dentro de esta área existen los valles ínter montanos de la Ventana y Santiago, que se hallan en un estado geomorfológico de rejuvenecimiento.

Su origen se relaciona con el emplazamiento batolítico en la península así como los sucesos de esfuerzos de tensión que provocan fosas y pilares, dando como resultado las fosas tectónicas que, actualmente ya rellenadas por materiales clásticos de origen marino y continental, formando los valles antes mencionados. En resumen la fisiografía de la región Del Cabo está compuesta principalmente por sierras altas y lomeríos asociados con cañadas, producto del modelado de la erosión eólica entre otras causas; (INEGI, 1995).

La microcuenca Playa El Faro abarca desde la colonia Puesta del Sol al norte, y casi la mitad de la ciudad de Cabo San Lucas, hasta la zona de la Playa El Faro. Esta cuenca queda formada por los escurrimientos de los arroyos sin nombre a la altura del cerro El Rodadero y el cerro Prieto.

El sitio del proyecto tiene una pendiente hacia el norte general, sin embargo, fuera del predio las cotas topográficas redirigen los escurrimientos hacia el sur rodeando el cerro Prieto, y descargando hacia el Océano Pacífico.

Usando los datos topográficos de INEGI, la pendiente es mucho menor que usando los datos de GoogleEarth.

Con los datos de elevación provenientes de INEGI, la pendiente del terreno es de 10.56%. va desde una elevación de 95 hasta una elevación de 108 msnm, lo que da una diferencia vertical de 12.3 metros, en una distancia recta de 142 metros con un azimut de 149°24’23’’.

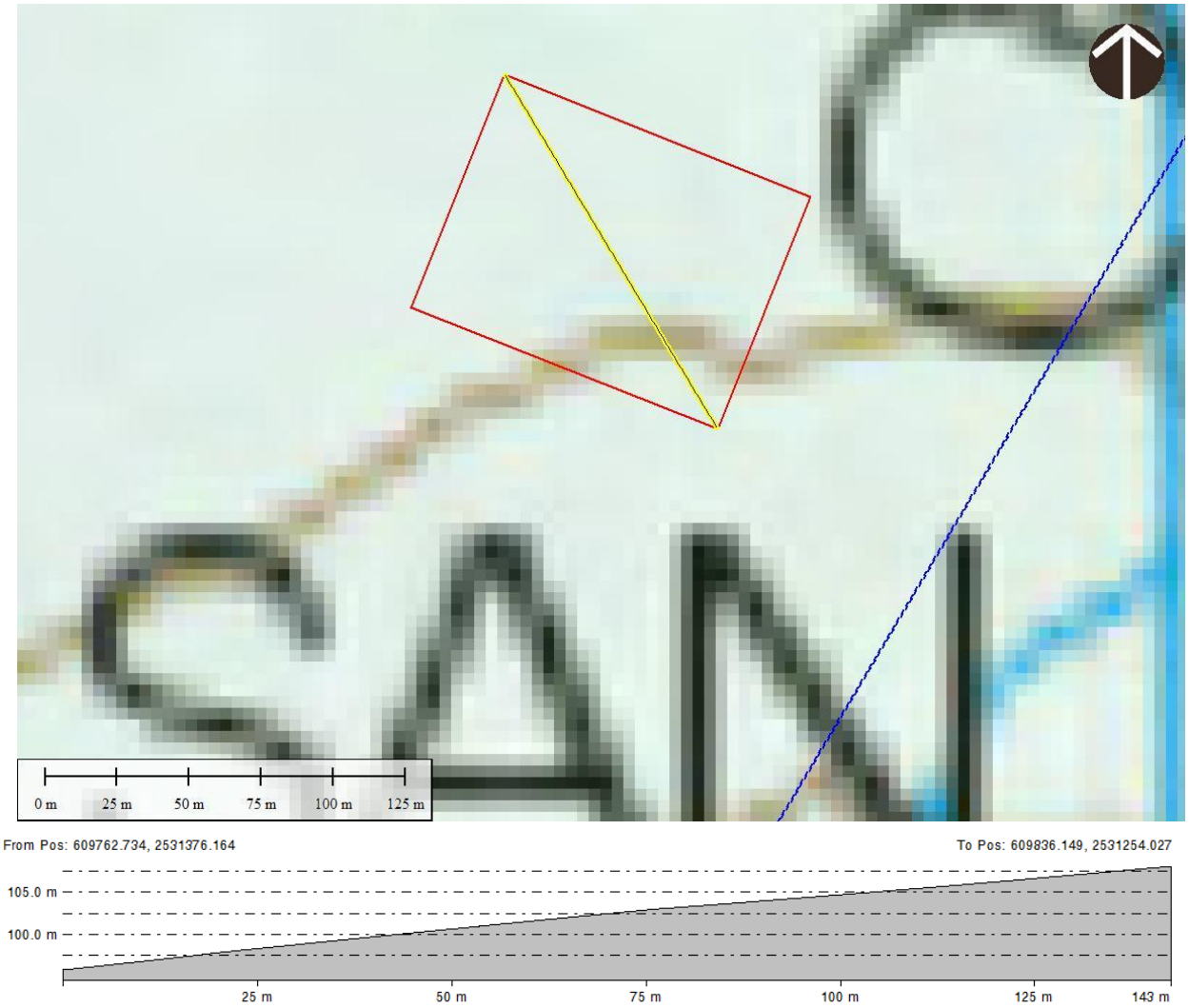



**Figura 51. Perfil de elevaciones dentro del sitio del proyecto.**

La pendiente se encuentra dirigida al sur, es decir, el terreno sube conforme se acerca al cerro.

La superficie solicitada se encuentra sobre un terreno con una inclinación moderada. La pendiente del sitio en donde se encuentra la superficie solicitada, medida en una distancia de 180 metros, con diferencia vertical de 15.4 m, comenzando en los 93 msnm y terminando en los 105 msnm, es en promedio de 21.1 %), con una máxima de 33.8 % entre 92 msnm y 106. Hay que mencionar que la máxima aquí mencionada se encuentra casi al extremo del polígono.

De esta forma podemos estimar la pendiente media para la totalidad de las áreas a afectar, es de 21%.

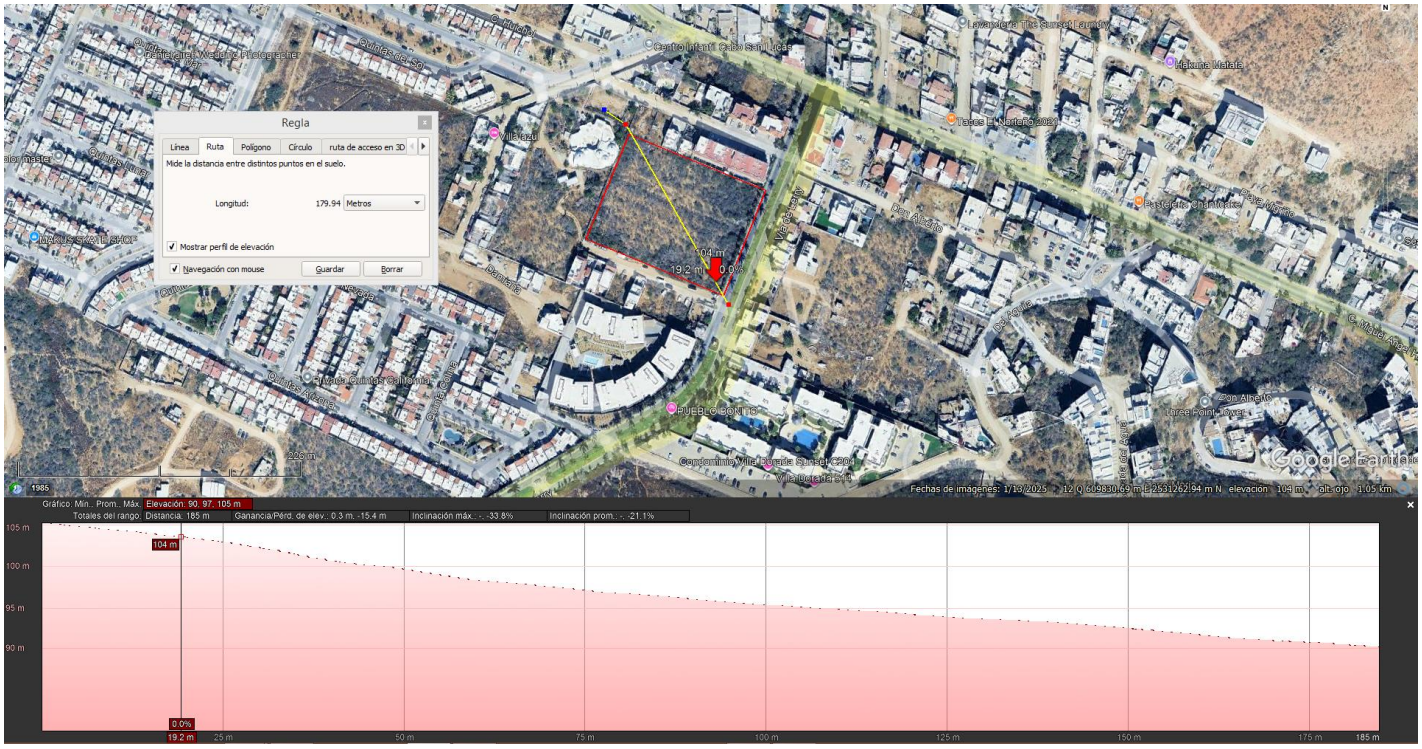



Figura 52. Perfil dentro de la superficie solicitada.

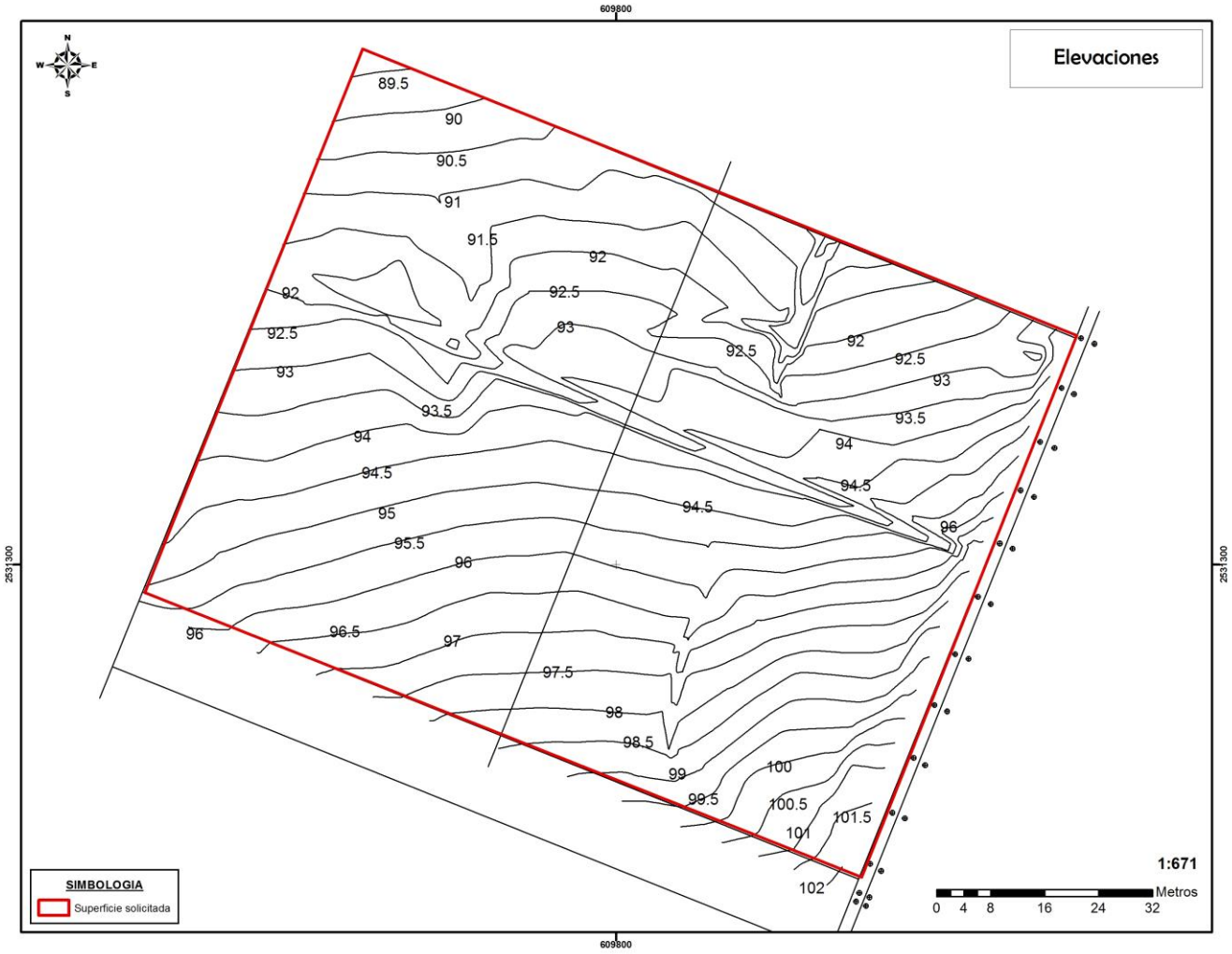



**Figura 53. Elevaciones en el predio.**

## IV.4.2.2 Suelo

La superficie del proyecto se encuentra localizada sobre un tipo de suelo litosol mezclado con Regosol eútrico como suelo secundario, **(I+Re/1)**, se distribuye sobre toda la cuenca hidrológica y sus alrededores. El más abundante es del tipo eútrico (Re), presenta una textura gruesa en las zonas topográficas altas y textura media a fina conforme se reduce la altitud. Su fase física es lítica y su fase química no está bien definida.

En el Estado de Baja California Sur en general, el origen geológico junto con las condiciones climáticas y topográficas, son los factores de mayor influencia en el desarrollo de los suelos.

Los Litosoles asociados a regosoles eútricos son suelos de poco desarrollo con espesores menores a 10.0 cm, sobreyaciendo directamente a las rocas originales. Su grado de erosividad es muy alto. Los regosoles eútricos (Re) asociados a xerosoles háplicos (Xh) y regosoles calcáricos (Rc), presentan textura gruesa y fase física pedregosa, el color de estos suelos es rojizo debido a la oxidación de los minerales ferromagnesianos, sus espesores varían de acuerdo a la pendiente del terreno donde se localicen, sin embargo llegan a alcanzar hasta 75 cm. Las zonas donde se localicen xerosoles (X) son

muy pobres en materia orgánica con cierta presencia de materiales arcillosos de color rojizo. Su grado de erosividad varía de moderada a alta.

El Regosol secundario se caracteriza por no presentar capas distintas bien definidas, generalmente son de colores claros y se parecen mucho a las rocas de las cuales se originan, su amplia distribución se debe a que pueden desarrollarse en una gran variedad de climas y con diferentes tipos de vegetación. Su susceptibilidad a la erosión varía ampliamente dependiendo esta del terreno y su pendiente en el que se encuentren.

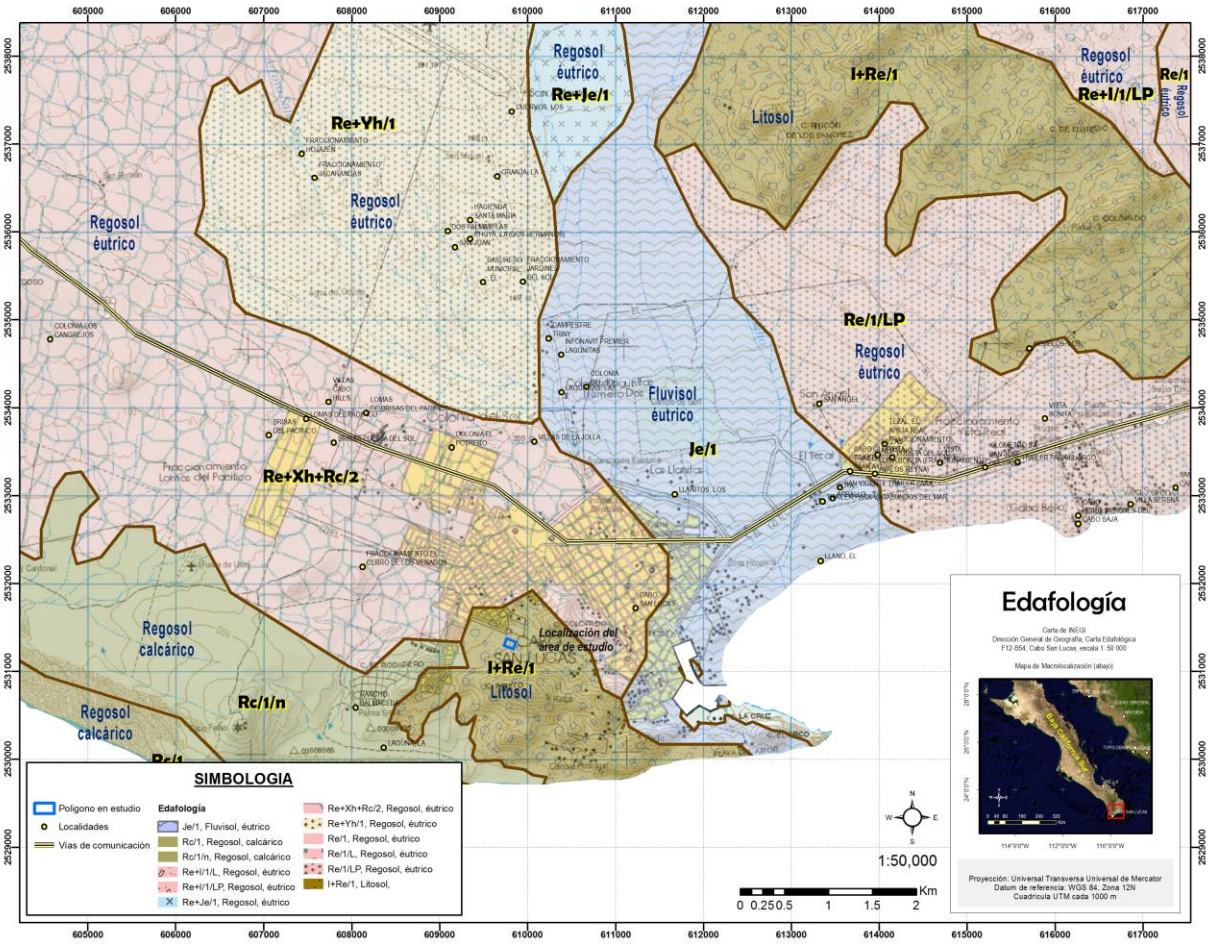



**Figura 54. Ubicación del sitio del proyecto con respecto a la unidad edafológica que lo envuelve.**

En el flanco oeste y parte baja de la cuenca en donde se localiza este proyecto, se presentan regosoles eútricos (Re) asociados a xerosoles háplicos (Xh) y regosoles calcáricos (Rc), todos estos tienen textura gruesa y fase física pedregosa, el color de estos suelos es rojizo debido a la oxidación de los minerales ferromagnesianos, sus espesores varían de acuerdo a la pendiente del terreno donde se localicen, sin embargo llegan a alcanzar hasta 1.10 m. Las zonas donde se localicen xerosoles (X) son muy pobres en materia orgánica con cierta presencia de materiales arcillosos de color rojizo. Su grado de erosividad varía de moderada a alta.

Al sur de la microcuenca y parte baja, el suelo que predomina es la unidad clasificada como Rc/1/ que lo constituyen los suelos tipo Regosol calcárico, sin presentar fases física ni química, estos suelos se caracterizan por ser poco evolucionados que no presentan características diferenciales en el perfil; en general son de textura gruesa, de bajo contenido de materia orgánica por lo que su fertilidad es baja, son poco profundos con menos de 20 cm.

## IV.4.2.3 Estado de conservación del suelo

Toda la superficie terrestre está expuesta a los procesos de erosión, las formas resultantes del relieve terrestre son consecuencia de la acción combinada de procesos de desgaste por los agentes dinámicos de la atmósfera y la acción de fuerzas internas de la Tierra, que producen sobre la corteza plegamientos y empujes, originando las cadenas montañosas y los continentes. Mientras que unos y otros tienen relación con la acción y mecanismos climatológicos y geológicos, es de reconocer la importancia que tienen estos aspectos sobre el modelado de las formas, alteración de las rocas, suelos y procesos de transporte.

El intemperismo (también denominado meteorización) y la erosión son los dos principales procesos que han ejercido la acción sobre la corteza superficial de la Tierra a través de su evolución en el tiempo. El intemperismo, es la alteración física y química de los materiales de la corteza terrestre por agentes tales como el agua, hielo y componentes químicos de la atmósfera, mientras que la erosión es un proceso continuo al que obedece la forma cambiante de la Tierra.

La erosión es causada por el agua, el viento, los cambios de temperatura y la actividad biológica. Cuando el proceso se produce sin la influencia del hombre, se conoce como normal, geológica o natural. Cuando la vegetación natural protectora se ve perturbada por los cultivos, pastoreo intensivo o las quemas (incendios forestales, etc.) el equilibrio natural queda alterado y el suelo expuesto a la acción directa de los agentes más potentes de erosión: agua y viento.

Cuando el principal agente de erosión es el viento se denomina erosión eólica, cuando el principal agente es el agua en movimiento, se denomina erosión hídrica. Prácticamente es imposible separar a estos dos procesos o poner límites, ya que ambos se complementan y actúan en la naturaleza en forma simultánea.

La península de Baja California en general, no está exenta de los procesos y efectos erosivos, las interacciones ambientales entre factores como el clima, la topografía y la geología juegan un papel muy importante como mecanismos desencadenantes de estos mismos, estas mismas características han influido directamente en la formación y/o desarrollo de los suelos presentes a lo largo y ancho de este territorio, el resultado para la gran mayoría de su superficie edáfica es de una alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

En base a la experiencia de campo y a una muy escasa información al respecto (Martínez Gutiérrez et al, 2004), se proponen tres factores como los más importantes en la contribución a la susceptibilidad del área a la erosión: la cobertura vegetal, la fisiografía y el clima.

*Cobertura vegetal*. Dentro de la microcuenca hidrológica forestal se identificaron 5 tipos principales de cobertura vegetal, se trata de una cuenca poco extensa, de manera que las topoformas y los tipos de suelo no son muy variados, así como las elevaciones, desde cerros en zona sur hasta la llanura aluvial y la zona costera. En la cuenca hay pastizales y zonas de cultivo, matorral sarcocaule en las zonas más bajas, vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule.

*Factor fisiográfico*. La contribución del factor fisiográfico con respecto a la susceptibilidad de la erosión hídrica es considerada en función del tipo de relieve, porcentaje de pendiente y suelo, las cuales se interpretan a partir de las diversas unidades fisiográficas descritas en el mapa correspondiente. En la microcuenca hidrográfica la fisiografía que predomina es totalmente lomerío tendido, y ya cercano a la costa se encuentran como parte del aluvión zonas arenosas.

*Factor climático*. El efecto del clima sobre la susceptibilidad a la erosión debe ser también considerado ya que este refleja las características climáticas para zonas dadas, vinculadas a los tipos de vegetación de cada una de ellas.

De acuerdo a lo anterior, es posible sugerir que la Península de Baja California en general y su extremo sur en particular, sufre un proceso de intensa erosión hídrica, que se manifiesta fundamentalmente por la extraordinaria carga de sólidos sedimentarios transportada por los escurrimientos superficiales a través de los cauces de los arroyos que constituyen su red hidrográfica.

Este proceso responde a una serie de causas ligadas entre las que destacan la fisiografía del terreno, las características geológicas y las intensas precipitaciones que caracterizan al período de lluvias.

En base a las mismas causas, se generan importantes caudales de crecidas en los arroyos. Los elevados valores de precipitación puntual, la baja infiltración y la elevada escorrentía, provocan aluviones en las laderas de montañas y cerros y espectaculares crecidas en los cursos de agua, cuyo poder erosivo se observa año tras año.

En el caso del sitio del proyecto en particular y su área de influencia directa, definida por la microcuenca que lo envuelve, a pesar de que esta última carece de una red hidrográfica abundante (existen algunos escurrimientos diversos ya que se trata de un valle aluvial con piedemonte muy extenso), la superficie de escurrimiento (toda aquella superficie por la cual los escurrimientos superficiales se dirigen a los cauces definidos), se presenta el caso de que la capacidad de infiltración del suelo es excedida inmediatamente y este “exceso de agua” fluye como escurrimiento (Hillel,1971). Este escurrimiento es el que produce la erosión hídrica, arrastrando las partículas del suelo que se desintegraron con el impacto de las gotas con el suelo (Bennett, 1955). Lo anteriormente explicado es aplicable para todas aquellas zonas áridas y semiáridas con escasa cobertura vegetal y precipitaciones de alta intensidad.

Los tipos de erosión verificados son: laminar, en cárcava, erosión de las márgenes, degradación del cauce y socavación de la planicie de inundación. Con excepción de la erosión laminar, todos los demás tipos pueden agruparse como "erosión del cauce".

Los daños específicos motivados por estos procesos de erosión, conjuntamente con los de sedimentación, son: reducción de la productividad del suelo, pérdida y degradación de la tierra, depósitos infértiles, sedimentación en la desembocadura del arroyo.

El grado de erosión se conoce midiendo la capa superficial que queda en un predio. En la calificación de suelos, el grado de erosión se divide en los siguientes grupos:

*Ninguna o muy poca erosión*: los suelos de este grupo muestran muy poca o ninguna erosión. Se ha perdido menos del 25% de la capa superficial.

*Erosión moderada*: en este grupo los suelos muestran pérdidas hasta un punto del subsuelo y lo mezcla con suelo del horizonte A. Se ha perdido del 25 al 75% de la capa superficial.

*Erosión severa*: en los suelos de este grupo la pérdida del suelo ha llegado hasta el punto que casi todo el horizonte A ha desaparecido. La capa que corta el arado es prácticamente el subsuelo y se ha perdido más del 75% de la capa superficial.

Para lo anterior, es muy importante que al momento de determinar el porcentaje de erosión que ha sufrido un predio, sea necesario conocer de antemano la profundidad original que tenía la capa superficial del suelo y regolito. Sin embargo, como es difícil encontrar un suelo virgen, cuando se están asignando las clases de calificación de suelos, los técnicos con experiencia en la región informarán sobre la profundidad aproximada que presentaba dicha capa haciendo uso de la morfología del suelo y su experiencia. Con ese dato es posible aproximarse a una buena estimación del porcentaje del suelo erosionado.

La erosión hídrica potencial se puede estimar con modelos empíricos de predicción, como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS), la cual fue desarrollada para predecir pérdidas de suelo

promedio anual por hectárea, debidas a erosión laminar y en canalillos en áreas agrícolas, utilizando observaciones realizadas en más de 10,000 lotes de escurrimiento que aportaron datos de pérdida de suelo, los cuales fueron analizados estadísticamente.

La EUPS puede servir también como guía en la selección de sistemas de uso y manejo del suelo y vegetación, así como para predecir cambios esperados en las pérdidas de suelo, en función de cambios en el manejo de los recursos. Se han realizado algunas modificaciones a la EUPS para adaptar su aplicación a áreas de pastizal o áreas forestales.

La ecuación universal de pérdida de suelo involucra los siguientes factores: E = R * K * L * S * C * P

En donde:

E = Pérdida de suelo (t ha-1 año-1)
R = Erosividad de la lluvia (Mj mm ha-1 hr-1 año-1)
K = Erodabilidad del suelo (t hr-1 Mj-1 mm-1)
L = Factor por longitud de pendiente (adimensional)
S = Factor por grado de pendiente (adimensional)
C = Factor por cubierta vegetal (adimensional)
P = Factor por prácticas de manejo (adimensional)

Esta ecuación puede tener modificaciones, una de ellas es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE), por sus siglas en inglés, en la cual una de las principales modificaciones que se producen es en la estimación del Factor C.

Para realizar el "*cálculo de Erosión hídrica del suelo de las superficies solicitadas para CUSTF, a través del modelo RUSLE*", se presentarán las diferentes variables de la ecuación, cuyo resultado es el producto de los 4 primeros factores de la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada* (**RUSLE**), que son: **R** (Factor Erosividad de la Lluvia), **K** (Erodabilidad del Suelo), **LS** (Longitud y Grado de Inclinación de la Pendiente) y **C** (Factor por Cubierta Vegetal), dejando a consideración la utilización del último factor (Prácticas mecánicas) para estudios en zonas específicas con actividades agrícolas principalmente, es decir, **este último factor no se utilizó para el cálculo en este estudio.**

A continuación se describe la metodología seguida en el proceso de cálculo de cada uno de los factores pertenecientes a la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada, para el cálculo de Erosión hídrica del suelo de las superficies solicitadas para CUSTF; a través del modelo RUSLE.

**Factor Erosividad de la Lluvia (R)**

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Las gotas de lluvia primero mojan el suelo y después remueven las partículas. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas de suelo.

Las gotas de lluvia al impacto con la superficie del suelo, rompen los agregados y remueven las partículas del suelo, produciendo una ligera compactación. La capa compactada disminuye la capacidad de infiltración, originando el escurrimiento superficial.

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Donde **m** es la masa de lluvia y v la velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería 30 Σ *EI* o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como *Ec I* 10 = 0.119 + 0.0873 log donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de Ec y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI30 en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó 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 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.

Para el cálculo de este parámetro se emplearon las ecuaciones propuestas por Cortés (1991), el método consiste en la evaluación de catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (x) para estimar el valor de R de la ecuación RUSLE.

XLVIII Ecuaciones para estimar erosividad en diferentes regiones de México.

| REGIÓN | ECUACIÓN | $R^2$ |
|---|---|---|
| 1 | $R = 1.2078\ P + 0.002276\ P^2$ | 0.92 |
| **2** | $\mathbf{R = 3.4555\ P + 0.006470\ P^2}$ | **0.93** |
| 3 | $R = 3.6752\ P - 0.001720\ P^2$ | 0.94 |
| 4 | $R = 2.8559\ P + 0.002983\ P^2$ | 0.92 |
| 5 | $R = 3.4880\ P - 0.00088\ P^2$ | 0.94 |
| 6 | $R = 6.6847\ P + 0.001680\ P^2$ | 0.90 |
| 7 | $R = -0.0334\ P + 0.006661\ P^2$ | 0.98 |
| 8 | $R = 1.9967\ P + 0.003270\ P^2$ | 0.98 |
| 9 | $R = 7.0458\ P - 0.002096\ P^2$ | 0.97 |
| 10 | $R = 6.8938\ P + 0.000442\ P^2$ | 0.95 |
| 11 | $R = 3.7745\ P + 0.004540\ P^2$ | 0.98 |
| 12 | $R = 2.4619\ P + 0.006067\ P^2$ | 0.96 |
| 13 | $R = 10.7427\ P - 0.00108\ P^2$ | 0.97 |
| 14 | $R = 1.5005\ P + 0.002640\ P^2$ | 0.95 |

Fuente: Cortés, 1991

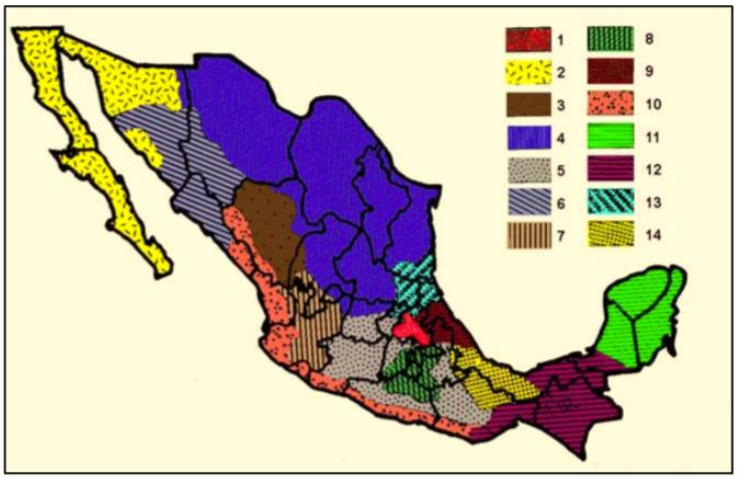



**Figura 55. Mapa de regiones por grado de erosividad de la República Mexicana.**

La precipitación media anual en el sitio de estudio se obtuvo mediante archivos en formato vectorial disponibles en la página de CONABIO, a través del sistema de cartografía digital y metadatos en línea provenientes de estadísticas de INEGI. El archivo descargado se encuentra compuesto por 4 archivos (shp, shx, dbf, prj), a una escala de 1:4'000,000.

A una temperatura media de 26.9 °C, agosto es el mes más caluroso del año. A 19.4 °C en promedio, febrero es el mes más frío del año. La precipitación anual media acumulada es de 254.9 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL03005.TXT), o de 257.5 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT).

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 131 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 7.5 °C. La precipitación media anual es de 254.9 a 259.5 mm, siendo el promedio entre los años 1991 a 2020 de 257.5 mm.

Tomando como base los intervalos de precipitación media anual disponibles, se consideró el valor de **257.5 mm** para poder evaluar la ecuación, para la Zona 2 propuesta por Cortés (1991), que es donde se encuentra ubicada la superficie solicitada para CUSTF. Tomando en cuenta la precipitación media anual de esa zona de **257.5 mm**, el factor de **R resultante es de 1318.79**, tal como se obtiene de la ecuación correspondiente a la región 2: **(3.4555*257.5 + 0.00647*257.5 ^2= 1318.79).**

### Factor K (Erodabilidad)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erodabilidad, menor resistencia a los agentes erosivos. Las propiedades de los suelos que afectan la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y a transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figueroa et al. (1991), señalan que la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural y esta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Textura del suelo: es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo (infiltración, percolación, escurrimiento, humedad disponible); influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erodabilidad del suelo.

Para definir los límites de tamaño entre las diversas fracciones del suelo se cuenta con dos clasificaciones: la escala internacional usada por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo y la escala Americana usada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

La arena es la fracción más gruesa; se pueden encontrar arenas desde muy gruesas hasta muy finas; el limo es la fracción intermedia; y, la arcilla es la fracción más fina de los componentes minerales del suelo, con un diámetro menor de 0.002 mm; es la fracción con mayor responsabilidad con la respuesta del suelo a los procesos físicos, químicos y biológicos.

XLIX Clasificaciones para la fracción mineral del suelo.

| FRACCIÓN MINERAL DEL SUELO | CLASIFICACIÓN | |
|---|---|---|
| | AMERICANA (mm) | INTERNACIONAL (mm) |
| Arena muy gruesa | 2.0 – 1.0 | |
| Arena gruesa | 1.0 – 0.5 | 2.0 – 0.2 |
| Arena media | 0.5 – 0.25 | |
| Arena fina | 0.25 – 0.10 | 0.2 – 0.02 |
| Arena muy fina | 0.10 – 0.05 | |
| Limo | 0.05 – 0.002 | 0.02 – 0.002 |
| Arcilla | Menor de 0.002 | Menor de 0.002 |

Fuente: Brady y Weill, 1999.

Por su clase textural se reconocen tres grandes grupos de suelos: arenosos, francos y arcillosos, con textura gruesa, media y fina respectivamente. Cuando se conoce el contenido porcentual de arena, limo y arcilla a través de determinaciones de laboratorio, se puede identificar el grupo textural al que corresponde el suelo de acuerdo a la clasificación representada en el triángulo de texturas utilizado por el USDA.

También existen métodos de campo; el más conocido es la estimación de la textura al tacto. Este procedimiento consiste en humedecer una pequeña cantidad de suelo y amasarlo con los dedos, estimando al tacto y en forma cualitativa la textura.

*Profundidad del suelo*: Este indicador se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Constituye uno de los factores más importantes para determinar el potencial del suelo para la producción de cultivos. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdida irreparable en la capacidad productiva.

*Estructura*: Este término se refiere a la forma en que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o peds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y blocosa, generalmente su ubicación varía en función de los horizontes del perfil del suelo.

*Estabilidad de agregados*: La estabilidad estructural se refiere a la capacidad que tienen los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física. Aun cuando el contenido de arcilla influye fuertemente sobre la estabilidad, la presencia de partículas de arcilla no

asegura que los agregados sean estables; por ejemplo, si hay presencia de sodio en el complejo de intercambio, la arcilla puede ser inestable. Los suelos con agregados estables, mantienen un espacio poroso mayor que suelos con agregados inestables. Cuando se disminuye el espacio poroso total, la capacidad de infiltración tiende a bajar. De acuerdo al tipo de estructura, las partículas primarias se agregan y pueden formar racimos o peds en forma de terrón, miga, bloque, columna o prisma; cuando los agregados no son estables el suelo forma una sola masa (estructura masiva). La estabilidad de agregados influye fuertemente en la capacidad de infiltración el suelo.

*Porosidad:* Se considera que el 50% del volumen del suelo se encuentra ocupado por la fracción porosa, la cual dependiendo del tamaño de los poros, esta utilizada por aire, agua disponible y microorganismos.

*Compactación:* La compactación es el resultado de la alteración del espacio poroso de los suelos, provocada por el uso inadecuado de prácticas agropecuarias en los sistemas de producción.

*Consistencia:* La consistencia se define como la resistencia que ofrece a la deformación una masa de suelo bajo condiciones específicas de humedad. Es un indicador de la calidad de los suelos muy relacionado con la textura, contenido de materia orgánica, naturaleza de la arcilla y contenido de humedad. Además, tiene una incidencia notoria sobre el laboreo del suelo y la profundidad de enraizamiento. La consistencia varía según el estado de humedad por lo que se determina con el suelo seco, húmedo y mojado.

La consistencia en seco puede ser:

- Suelto. No existen agregados en el suelo y las partículas del mismo no están unidas entre sí. Los horizontes que la presentan están muy bien aireados y son muy penetrables, pero las raíces tienen poco contacto y la retención del agua es muy débil.
- Blando. Los agregados se rompen entre los dedos. Este tipo de consistencia suele estar asociado a estructuras migajosas o granulares. El suelo está bien aireado, es fácil de penetrar y ofrece buen contacto a las raíces. La retención de agua es, en general, buena y se labra bien aunque es conveniente que presente un cierto nivel de humedad para que no se destruyan los agregados.
- Duro. Los agregados son difíciles de romper con la mano, y en algunos casos es necesario recurrir al martillo. La aireación es escasa y las raíces penetran con mucha dificultad en los agregados.

*Infiltración y permeabilidad*. La infiltración es el movimiento del agua de la superficie haca el interior del suelo. La capacidad de infiltración es la cantidad máxima de agua que un suelo puede absorber por unidad de superficie horizontal y por unidad de tiempo. Se mide por la altura del agua que se infiltra, expresada en mm/hora. La capacidad de infiltración disminuye hasta alcanzar un valor casi constante a medida que la precipitación se prolonga y es entonces cuando empieza el escurrimiento.

La capacidad de infiltración depende:

1. Del estado de porosidad en la superficie del suelo.
2. Del contenido de humedad del suelo al tiempo de la lluvia o del riego.
3. De la permeabilidad del perfil.

Los dos primeros factores son importantes para la rapidez de filtración del suelo. La permeabilidad de perfil expresa la intensidad de transmisión del agua a través del suelo y está relacionada con el espacio poroso. Los principales factores que influyen en la capacidad de infiltración son: el tipo de suelo, la presencia de substancias coloidales, el grado de compactación superficial, la cubierta vegetal y la acción del hombre y los animales.

Con relación a la erosión del suelo, los suelos arenosos poseen alta capacidad de infiltración y permeabilidad y solo pueden esperarse escurrimientos cuando se presenten intensidades de lluvia altas. En estos casos, cuando se llegan a presentar los escurrimientos superficiales, estos deben tener

altas velocidades para mover las partículas. Un suelo arcilloso presenta baja capacidad de infiltración y permeabilidad, lo cual origina mayores escurrimientos superficiales, sin embargo, dada la alta cohesión entre partículas, se dificulta la acción desintegradora de flujo superficial.

*Materia orgánica*. La materia orgánica del suelo es esencial para la estabilidad de la estructura y su fertilidad. Los suelos sin materia orgánica, son suelos pobres, susceptibles a la erosión y poco favorables para el crecimiento de las plantas. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, la cual es transformada por los microorganismos del suelo a humus (fracción más estable de la materia orgánica).

Los incrementos en el contenido de materia orgánica incrementan la estabilidad de agregados en el suelo, la conductividad hidráulica y mejoran otras propiedades físicas del suelo que influyen en la capacidad de infiltración, lo cual disminuye el volumen del escurrimiento.

## ESTIMACIÓN DE LA ERODABILIDAD (Factor k)

Cuando ya se conocen las principales propiedades físicas del suelo que influyen en la erosión, es posible determinar la susceptibilidad del suelo a ser erosionado es decir, la erodabilidad (**factor K** de la EUPS).

Este factor es un valor cuantitativo determinado experimentalmente como el cambio en las pérdidas de suelo por unidad de índice de erosión (R), medido en un lote de 22.13 m de largo, una pendiente uniforme de 9%, sin vegetación y en barbecho continuo, es decir, un suelo que ha sido labrado y mantenido limpio de vegetación por un periodo mayor a dos años. En la siguiente tabla se muestra el **Factor K** para los diferentes tipos de suelo que se presentan en la República Mexicana con base en la textura, para el caso del presente proyecto el **Factor K utilizado es de 0.013**, dado que es **litosol con Regosol eútrico textura gruesa 0.013**. Los valores del Factor k respecto del tipo de suelo se tomaron de Loredo Osti *et al*, 2007. Libro Técnico No. 3, Riesgo a la erosión Hídrica y Proyección de Acciones de Manejo y Conservación del suelo en 32 microcuencas de San Luis Potosí, SAGARPA, INIFAP, CONACYT, CONAFOR, por ser una de las más completas.

L Clase de textura por tipo de suelo.

| **Unidades y subunidades de suelo de la clasificación de la FAO** | | **Textura** | | |
|---|---|---|---|---|
| ***Símbolo*** | ***Nombre*** | ***Gruesa*** | ***Media*** | ***Fina*** |
| A | Acrisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Af | Acrisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Ag | Acrisol gleyico | 0.026 | 0.030 | 0.013 |
| Ah | Acrisol húmico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Ao | Acrisol ortico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Ap | Acrisol plintico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| B | Cambisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| B (c, d, e, f) | Cambisol cromico, districo, eutrico, cálcico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Bf | Cambisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Bg | Cambisol gleyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Bh | Cambisol húmico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Bk | Cambisol cálcico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| B (v, x) | Cambisol vertico, xerico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| C (h, k, l) | Chernozem (haplico, cálcico y luvico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| D (d, g, e) | Podzoluvisol (districo, gleyico, eutrico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| E | Rendzina | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| F (a, h, p, o) | Ferrasol (acrico, húmico, plintico, ocrico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| G | Gleysol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Gc | Gleysol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| G (d, e) | Gleysol dístrico, éutrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| G (h, m) | Gleysol húmico, mólico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| G (p, x) | Gleysol plíntico, gélico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Gv | Gleysol vértico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| H (c, g, h, l) | Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| **I** | **Litosol** | **0.013** | **0.020** | **0.007** |
| J | Fluvisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Jc | Fluvisol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Jd | Fluvisol dístrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Je | Fluvisol éutrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Jt | Fluvisol tiónico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Jp | Fluvisol plintico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| K (h, k, l) | Kastañosem (húmico, cálcico, lúvico) | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| L | Luvisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| La | Luvisol álbico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Lc | Luvisol crómico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lf | Luvisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Lg | Luvisol gléyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lk | Luvisol cálcico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lo | Luvisol órtico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lp | Luvisol plintico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Lv | Luvisol vértico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| M (a, g) | Greysem (ácrico, gléyico) | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| N (d, e, h) | Nitosol (dístrico, éutrico, húmico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| O (d, e, x) | Histosol (dístrico, éutrico, gélico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| P | Podzol | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pf | Podzol férrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pg | Podzol gléyico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Ph | Podzol húmico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Po | Podzol órtico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pp | Podzol plácido | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Q (a, c, f, l) | Arenoso (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| R | Regosol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Re | Regosol éutrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Rc | Regosol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Rd | Regosol dístrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Rx | Regosol gélico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| S | Solonetz | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Sg | Solonetz gléyico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Sm | Solonetz mólico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| So | Solonetz órtico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| T | Andosol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Th | Andosol húmico | 0.013 | 0.079 | 0.007 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tm | Andosol mólico | 0.013 | 0.040 | 0.007 |
| To | Andosol ócrico | 0.026 | 0.020 | 0.013 |
| Tv | Andosol vítrico | 0.026 | 0.020 | 0.013 |
| U | Ranker | 0.013 | 0.040 | 0.007 |
| V (c, p) | Vertisol (crómico, pélico) | 0.053 | 0.040 | 0.026 |
| W | Planosol | 0.053 | 0.020 | 0.026 |
| Wd | Planosol dístrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| We | Planosol éutrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Wh | Planosol húmico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Wm | Planosol mólico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Wx | Planosol gélico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| X (k, h, l, g) | Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Y (h, k, l, g, t) | Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Z | Solonchak | 0.053 | 0.040 | 0.013 |
| Zg | Solonchak gléyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Zm | Solonchak mólico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Zo | Solonchak órtico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Zt | Solonchak takírico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |

También se cuenta con la escala internacional usada por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo y la escala americana usada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). En esta escala la arena es la fracción más gruesa, el limo es la fracción intermedia y la arcilla es la fracción más fina de los componentes del suelo.

| FRACCIÓN MINERAL DEL SUELO | CLASIFICACIÓN | |
|---|---|---|
| | AMERICANA (mm) | INTERNACIONAL (mm) |
| Arena muy gruesa | 2.0 – 1.0 | |
| Arena gruesa | 1.0 – 0.5 | 2.0 – 0.2 |
| Arena media | 0.5 – 0.25 | |
| Arena fina | 0.25 – 0.10 | 0.2 – 0.02 |
| Arena muy fina | 0.10 – 0.05 | |
| Limo | 0.05 – 0.002 | 0.02 – 0.002 |
| Arcilla | menor de 0.002 | menor de 0.002 |

Fuente: Brady y Weill, 1999.
En ambas clasificaciones, partículas mayores de 2.0 mm son consideradas como grava.

## Longitud y grado de pendiente (L y S)

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, a velocidad depende del grado y longitud de la pendiente. En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración es menor.

La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. La acumulación del volumen escurrido a lo largo de la pendiente, incrementa la capacidad de desprendimiento y transporte del escurrimiento.

El grado de la pendiente es importante porque a medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan.

El producto de los cuatro factores descritos hasta ahora (R, K, L y S), le dan magnitud al nivel potencial de erosión laminar y en arroyuelos de un suelo, es decir, estiman la erosión media anual para un área en barbecho continuo y sin vegetación.

El factor LS fue calculado mediante el método de *Mintegui 1983*, mediante la correlación con el mapa de pendientes, este estudio permitió la elaboración de una tabla que asigna directamente el valor del factor LS en función de la pendiente (Ramos, 2001).

| Gradiente de pendiente (%) | Factor LS |
|---|---|
| 0-3 | 0.3 |
| 3-12 | 1.5 |
| 12-18 | 3.4 |
| 18-24 | 5.6 |
| 24-30 | 8.7 |
| 30-60 | 14.6 |
| 60-70 | 20.2 |
| 70-100 | 25.2 |
| Más de 100 | 28.5 |

Para esto fue necesario calcular la pendiente promedio de la superficie solicitada, mediante análisis con ArcView 3.2 y la extensión Model Builder y la capa de elevaciones del sitio. Con base en lo que se presenta en el capítulo IV.2.1.4 del presente documento, la pendiente en la superficie solicitada para CUSTF fue calculada **en 10.56%.** Con estos valores de pendiente tenemos que el **factor LS es de 1.5**.

**Factor por cubierta vegetal C**

La cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y la continuidad de la cubierta vegetal aérea. De la densidad de la cobertura en el suelo y de la densidad de raíces; los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener la misma eficiencia. Los efectos de la vegetación varían de acuerdo al suelo y el clima, así como a la estación de crecimiento de las plantas, clase de raíces, características del follaje, tipo de residuo que originan y grado de maduración.

El valor de C en la ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir. Los valores de Factor C que mejor se adaptan al territorio mexicano son los resultantes de la homologación de los grupos de vegetación entre el IPCC y las series III y IV de INEGI con su correspondiente asignación del factor C. (IPCC-D, 1996. Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Módulo 5, Libro de trabajo. 58 p. Disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch5wb1.pdf; b) INEGI-DURANGO, 2003. Vectoriales shp de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango de la Serie III; INEGI-DURANGO, 2010. Vectoriales shp de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango de la Serie IV; valores establecidos en: Oswaldo Ernst, Mario Pérez Bidegain, José Terra, Mónica Barbazán. 2012. Evaluación de la vulnerabilidad de los suelos del estado de Durango, México en el contexto del cambio climático. Agrociencia Uruguay, Special Issue.

Estos valores de C se presentan en la siguiente tabla; para la estimación en el escenario actual de la superficie solicitada para CUSTF se utilizó el valor señalado para **matorral sarcocaule** (**0.25**), ya que el tipo de vegetación es muy parecida a la vegetación secundaria de esta asociación.

LI Valores de vegetación para cálculo del Factor C.

| IPCC, 1996 | USV SERIE III | USV SERIE IV | FACTOR C |
|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Bosques Templados | Grupo 1. Siempreverdes | Bosque de Pino | Bosque de Coníferas | 0.01 |
| | | Bosque de Pino-Encino | Bosque Cultivado | 0.01 |
| | | Bosque de Táscate | | 0.01 |
| | | Bosque Bajo Abierto | | ND |
| | | Bosque de Oyamel | | 0.01 |
| | Grupo 2. Latifoliadas | Encino | Bosque de Encino | 0.1 |
| | | Bosque de Encino-Pino | Bosque Mesófilo | 0.01 |
| Bosques Tropicales | Grupo 3. Húmedos | Selva Media Subcaducifolia | Selva Subcaducifolia | 0.45 |
| | | Matorral subtropical | | 0.12 |
| | Grupo 4. Estacionales | Selva Baja Espinosa | Selva Caducifolia | 0.50 |
| | | Selva Baja Caducifolia | | 0.50 |
| | Grupo 5. Secos | Mezquital | **Matorral Xerófilo A** | 0.65 |
| | | Matorral Submontano | | 0.35 |
| | | Matorral Crasicaule | | 0.65 |
| | | Matorral Desértico Micrófilo | | 0.25 |
| | | Matorral Desértico Rosetófilo | | 0.25 |
| | | **Matorral Sarcocaule** | | 0.25 |
| | | Chaparral | | 0.65 |
| | | Vegetación Gipsófila | Matorral Xerófilo S | ND |
| | | Vegetación Halófila | | 0.85 |
| | | Arenosos | | 0.85 |
| | Grupo 6. Pastizal | Pastizal Halófilo | Pastizal | 0.25 |
| | | Pastizal Natural | | 0.07 |
| | | Pastizal-Huizachal | | ND |
| | | Pastizal Cultivado-Agricultura de Temporal | | 0.75 |
| | | Pastizal Inducido | Vegetación Inducida 2 | 0.02 |
| | | Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal | | 0.75 |
| | | Pastizal Inducido, Vegetación Secundaria de Selva | | 0.75 |

Hay que mencionar que el Factor C es diferente cuando se aumenta la cobertura vegetal en el sitio con vegetación reubicada o con vegetación de ornato o pastos en áreas verdes. Para esto es necesario recalcular el factor C, ya que en las tablas que se proporcionan de manera normal en las guías no existe un prototipo precalculado.

Estas variaciones se originan en la metodología para calcular C, misma que se ha desarrollado por múltiples autores y casi siempre se relaciona con terrenos para uso de cultivos, por lo que hay que hacer adecuaciones cuando el uso no es para cultivos.

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la tabla siguiente (manual de estimación de erosividad de SAGARPA).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Maíz | 0.54 | 0.62 | 0.80 |
| Maíz labranza cero | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| Maíz rastrojo | 0.10 | 0.15 | 0.20 |
| Algodón | 0.30 | 0.42 | 0.49 |
| Pastizal | 0.004 | 0.01 | 0.10 |
| Alfalfa | 0.020 | 0.050 | 0.10 |
| Trébol | 0.025 | 0.050 | 0.10 |
| Sorgo grano | 0.43 | 0.55 | 0.70 |
| Sorgo grano rastrojo | 0.11 | 0.18 | 0.25 |
| Soya | 0.48 | | |
| Soya después de maíz con rastrojo | 0.18 | | |
| Trigo | 0.15 | 0.38 | 0.53 |
| Trigo rastrojo | 0.10 | 0.18 | 0.25 |
| Bosque natural | 0.001 | 0.01 | 0.10 |
| Sabana en buenas condiciones | 0.01 | 0.54 | |
| Sabana sobrepastoreada | 0.10 | 0.22 | |
| Mijo | 0.4 a 0.9 | | |
| Arroz | 0.1 a 0.2 | | |
| Tabaco | 0.5 a 0.7 | | |
| Cacahuate | 0.4 a 0.8 | | |
| Palma , | 0.1 a 0.3 | | |
| Café | 0.1 a 0.3 | | |
| Cacao | 0.1 a 0.3 | | |
| Piña | 0.1 a 0.3 | | |

Así es como el valor del Factor C se toma de estudios que se han hecho previamente, ya que estamos hablando de áreas muy grandes y muy generalizadas. Ahora bien, cuando nosotros modificamos la superficie solicitada con vegetación adicional, es cuando se puede inferir mejor el valor del Factor C, la manera que mejor beneficia al ambiente de hacerlo es calcular el mejor Factor C que se pueda dadas las condiciones del terreno, y adaptar las medidas de mitigación para que alcancen el estándar impuesto de ese Factor C, es decir, forzar las medidas de mitigación hasta que sean suficientes en calidad y cantidad para llenar los criterios establecidos para dicho Factor C y así el suelo minimice la erosión.

Es por esto que el factor C tiende a calcularse mediante subfactores (USDA forest service) para representar más fielmente la determinación del factor C en ecosistemas forestales, por lo que se elaboró la guía para la predicción laminar y concentrada en terrenos forestales (Dissmeyer y Foster, 1984). Se establece que el factor C puede ser obtenido evaluando los subfactores:

Proporción del suelo desnudo

- Cubierta del dosel
- Reconsolidación del suelo
- Contenido orgánico
- Raíces finas
- Efecto de enlace residual
- Almacenamiento in situ
- Secuencia de saltos del terreno
- Labranza en contorno

El factor absoluto producto de estos nueve subfactores es el factor C. sin embargo, se debe asumir que hay que revisar cada subfactor para ver si es aplicable.

En el caso de suelos forestales no se evalúa el subfactor de reconsolidación del suelo, laboreo de contorno ni de enlace residual ni de raíces finas de plantas invasoras.

Proporción del suelo desnudo. En condiciones de suelo desnudo menor al 100% la erosión siempre es menor en áreas con bosques. En suelos con cultivos la falta de cobertura vegetal es continua por lo que el escurrimiento se generaliza y alcanza velocidad. En terrenos boscosos las zonas sin cobertura son las áreas sin conexión entre sí.

En el caso del terreno una vez con la vegetación aumentada en densidad con la vegetación proveniente de la reubicación y con vegetación de ornato, se le atribuyó una disminución de porcentaje de suelo desnudo del 80% al 60% una vez que tenga aumento de cobertura con la reubicación y áreas verdes, así como un mayor porcentaje de raíces finas en los 3 primeros cm, entre 20 y 30%, es decir **un valor de 0.1090**, aunque es posible que sea menor, ya que el suelo desnudo no es de 60% en las áreas verdes sino menor, aun así, se toma el valor tratando de sobreestimar el suelo desnudo para beneficiar el cálculo del subfactor a favor del suelo y su protección.

| % Suelo desnudo | Porcentaje de suelo desnudo con una densa red de raíces finas en los primeros tres centímetros de suelo | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| 0 | ,0000 | | | | | | | | | | |
| 1 | ,0004 | ,0004 | ,0005 | ,0006 | ,0007 | ,0008 | ,0010 | ,0012 | ,0014 | ,0016 | ,0018 |
| 2 | ,0008 | ,0008 | ,0010 | ,0012 | ,0014 | ,0017 | ,0020 | ,0023 | ,0027 | ,0031 | ,0036 |
| 5 | ,0030 | ,0030 | ,0030 | ,0040 | ,0050 | ,0060 | ,0070 | ,0080 | ,0090 | ,0110 | ,0120 |
| 10 | ,0050 | ,0050 | ,0060 | ,0080 | ,0090 | ,0110 | ,0130 | ,0150 | ,0170 | ,0200 | ,0230 |
| 20 | ,0110 | ,0120 | ,0140 | ,0170 | ,0200 | ,0240 | ,0280 | ,0330 | ,0380 | ,0440 | ,0500 |
| 30 | ,0170 | ,0180 | ,0200 | ,0250 | ,0290 | ,0360 | ,0420 | ,0500 | ,0590 | ,0680 | ,0770 |
| 40 | ,0230 | ,0240 | ,0270 | ,0340 | ,0420 | ,0490 | ,0580 | ,0680 | ,0790 | ,0920 | ,1040 |
| 50 | ,0300 | ,0320 | ,0380 | ,0450 | ,0540 | ,0640 | ,0740 | ,0880 | ,1030 | ,1180 | ,1350 |
| 60 | ,0370 | ,0380 | ,0430 | ,0550 | ,0670 | ,0790 | ,0920 | ,1090 | ,1270 | ,1470 | ,1670 |
| 70 | ,0470 | ,0490 | ,0540 | ,0680 | ,0830 | ,0980 | ,1170 | ,1380 | ,1610 | ,1870 | ,2120 |
| 80 | ,0550 | ,0580 | ,0660 | ,0810 | ,0980 | ,1180 | ,1410 | ,1640 | ,1920 | ,2210 | ,2520 |
| 85 | ,0660 | ,0690 | ,0780 | ,0950 | ,1150 | ,1380 | ,1650 | ,1950 | ,2280 | ,2640 | ,3000 |
| 90 | ,0750 | ,0800 | ,0890 | ,1110 | ,1330 | ,1570 | ,1870 | ,2220 | ,2600 | ,3010 | ,3420 |
| 95 | ,0860 | ,0900 | ,1020 | ,1250 | ,1550 | ,1820 | ,2170 | ,2550 | ,2980 | ,3450 | ,3920 |
| 100 | ,0990 | ,1040 | ,1170 | ,1440 | ,1800 | ,2070 | ,2480 | ,2930 | ,3420 | ,3960 | ,4500 |

Cuadro de % de suelo desnudo con raíces finas en los primeros 3 cm de suelo.

Cubierta del dosel. Se considera el efecto del dosel en diversas cubiertas vegetales en su acción de interceptar el agua de lluvia. El agua puede evaporarse o bien alcanzar de todas maneras el piso a través del escurrimiento. Este factor solo se usa en los sitios desnudos bajo la cubierta del dosel, puesto que donde existen residuos sobre el suelo se emplea el subfactor de la proporción del suelo desnudo.

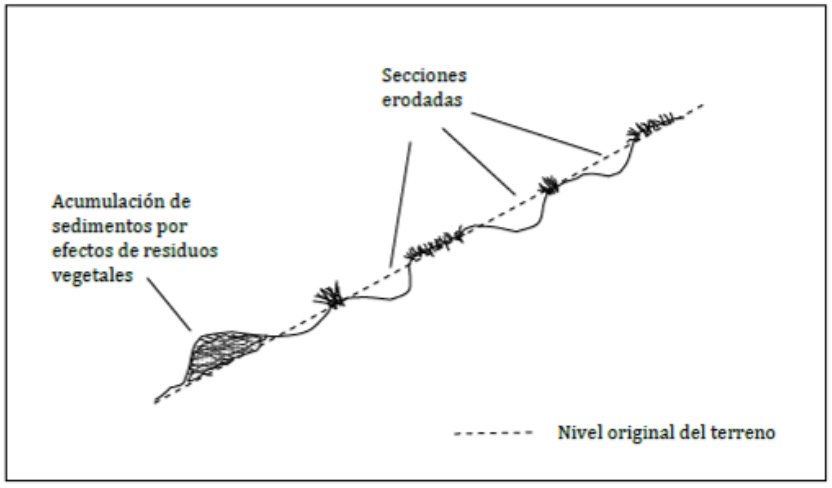
En el caso del terreno solicitado, las medidas de mitigación incluyen establecer no únicamente la vegetación a reubicar sino también vegetación de ornato, de manera que el dosel es baja, menor de 2 metros de altura, en este caso de 1 metro de altura, y la cobertura se trata de que aumente de una con 20% hasta 75%, sin embargo para no sobreestimar esto se asume una cobertura aumentada de al menos 60%, **por lo que el valor queda de 0.58**.

| Altura del dosel (m) | Porcentaje de suelo desnudo cubierto por algún dosel | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 0,5 | 1,00 | 0,91 | 0,83 | 0,74 | 0,66 | 0,58 | 0,49 | 0,41 | 0,32 | 0,24 | 0,16 |
| 1,0 | 1,00 | 0,93 | 0,86 | 0,79 | 0,72 | 0,65 | 0,58 | 0,51 | 0,44 | 0,37 | 0,30 |
| 2,0 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 |
| 4,0 | 1,00 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,74 |
| 6,0 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,90 | 0,89 | 0,87 | 0,85 |
| 8,0 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 |
| 16,0 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 |
| 20,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

*Valores para subfactor cubierta del dosel (Dissmeyer y Foster, 1984).*

Saltos. Los saltos corresponden a la estructura tipo peldaño que se forma en el terreno por diversos factores tales como el efecto acumulador de partículas de suelo que tienen residuos vegetales, rocas, tocones u otros obstáculos en el terreno. Estos saltos tienen el efecto de reducir la pendiente en secciones horizontales y se consideran distribuidos al azar, por lo que los saltos artificiales no se toman en cuenta. Para evaluarlo primero se considera la proporción del terreno que posee saltos y luego se aplica la fórmula para pendientes irregulares.

| Pendiente (%) | Porcentaje de la ladera con estructura de saltos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 5 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,92 |
| 6 | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,73 |
| 7 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,71 | 0,67 | 0,63 | 0,59 |
| 8 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,69 | 0,64 | 0,59 | 0,54 | 0,49 |
| 9 | 1,00 | 0,94 | 0,89 | 0,83 | 0,77 | 0,71 | 0,65 | 0,60 | 0,54 | 0,48 | 0,42 |
| 10 | 1,00 | 0,94 | 0,87 | 0,81 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,43 | 0,36 |
| 12 | 1,00 | 0,93 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,56 | 0,49 | 0,42 | 0,34 | 0,27 |
| 15 | 1,00 | 0,92 | 0,84 | 0,75 | 0,67 | 0,59 | 0,51 | 0,43 | 0,34 | 0,26 | 0,18 |
| 20 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,74 | 0,65 | 0,56 | 0,47 | 0,38 | 0,29 | 0,20 | 0,11 |
| 30 y más | 1,00 | 0,91 | 0,81 | 0,72 | 0,63 | 0,53 | 0,44 | 0,35 | 0,25 | 0,15 | 0,06 |



En el caso de los terrenos solicitados, una vez con la vegetación reubicada y áreas verdes así como vegetación de ornato, la pendiente es menor de 6% y el porcentaje de saltos es de 70% ya que el terreno es muy lítico, presenta abundancia de rocas y espacios para detener los sedimentos además de la poca pendiente, **por lo que el valor queda de 0.94**.

Almacenamiento *in situ*. Las partículas de suelo que son removidas no necesariamente son transportadas hacia el final de la cuenca o al mar. Muchas partículas son depositadas o retenidas en cavidades, depresiones u obstáculos ubicados en ladera. Esto se evalúa para cada caso, pues no existen valores determinados.

En el caso de la superficie solicitada, dado que el tipo de suelo es regosol eútrico con fluvisol eútrico, se considera que los agregados son menores de 5 cm de diámetro, por lo que el subfactor es de 0.8.

| Situación | Valor de sub-factor |
|---|---|
| Ladera sin depresiones, plana en superficie | 1,0 |
| Almacenamiento entre agregados de suelo de 2,5 cm de diámetro | 0,9 |
| Almacenamiento entre agregados de suelo de 5,0 cm de diámetro | 0,8 |
| Almacenamiento entre agregados de suelo de 10 cm de diámetro | 0,7 |
| Almacenamiento entre agregados de suelo de 15 cm de diámetro | 0,5 |
| Almacenamiento en huellas de tractor ubicadas en contra de la pendiente principal | 0,8 |
| Almacenamiento en cavidades dejados por tocones o por la marca de un aspa de arado | 0,8 |
| Almacenamiento en represas creadas por residuos vegetales o trozos de fuste o ramas, ubicados en contra de la pendiente principal | 0,8 |
| Almacenamiento en sectores arados o excavados en contra de la pendiente principal, con poco suelo desnudo y más hojarasca, hendiduras de 15 cm | 0 – 0,2 |
| Almacenamiento en sectores arados o trabajados con hendiduras de 2,5 cm, en contra de la pendiente principal, con suelo desnudo en áreas entre hendiduras. | 0,8 |
| Almacenamiento en sectores arados a favor de la pendiente principal | 0,9 |

Valores para el subfactor de almacenamiento in situ.

Contenido orgánico. El contenido de materia orgánica tiene un límite máximo de 4%, es decir, aunque sea mayor se asume de 4%. Este valor es de 0.7 en sitios donde aparte de que el contenido es mayor de 4% hay una profundidad mayor de 2.5 cm en el perfil del suelo, si no es así, este factor es de 1. En el caso de prácticamente toda el área de la cuenca es 1.

Los valores de cada subfactor son los siguientes:

| Subfactor | Valor |
|---|---|
| Suelo desnudo | 0.109 |
| Cubierta del dosel | 0.58 |
| Saltos | 0.94 |
| Almacenamiento *in situ* | 0.8 |
| Contenido orgánico | 1 |
| **Factor C** | **0.0475** |

En este caso de suelo no se evalúa el subfactor de reconsolidación, laboreo de contorno ni enlace residual ni de raíces finas, estos subfactores se usan en caso de suelos de cultivos, y no aplican en suelos forestales.

El valor final es de: 0.0475, y comparando con las tablas generales de Factor C precalculado por otros autores, podemos concordar que tiene parecido con una zona con vegetación de áreas verdes y con mayor densidad que la vegetación actual, de manera que es posible redondear al siguiente valor arriba, **0.05**.

## Resultados

Con los resultados de la aplicación de la anterior metodología, a continuación se presenta la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, separada para los diversos escenarios esperados.

A manera de tener un punto de partida para la evaluación de la cantidad de suelo que puede perderse de acuerdo con esta metodología, hay que señalar que la escala más usada es la de la FAO, en la que las pérdidas de suelo por erosión se clasifican en:

***Muy Baja <5 ton/año/hectárea;***
***Baja de 5 a 10 ton/año/hectárea;***
***Moderada de 10 a 50 ton/año/hectárea;***
***Alta >50 ton/año/hectárea.***

### Escenario "1" (Situación actual de las superficies solicitadas para CUSTF)

Con los resultados de cada uno de los factores necesarios para estimar pérdida de suelo por el factor hídrico y teniendo las superficies solicitadas para CUSTF en planos georeferenciados, se realizó una sobreposición de estas últimas sobre cada uno de los factores, con lo que se obtuvo el cálculo de la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, la cual resultó en **6.3352 ton/año** (BAJA).

LII Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.25 | 6.4291 | 0.9854 | 6.3352 |

### Escenario 2 (Con la remoción de la vegetación)

La metodología que se utilizó para determinar la pérdida de suelo actual en las **superficies solicitadas** para CUSTF es producto de la interacción de 4 factores (erodabilidad, erosividad, pendiente y uso de suelo y/o vegetación). Al efectuar la remoción de la vegetación 3 de estos factores continúan igual y solamente cambia el factor C, que aumenta hasta la unidad (1) en caso imaginario de que sea desmontada la superficie, sin comenzar el uso habitacional, en la siguiente tabla se muestra el cálculo de la erosión hídrica en este escenario, la cual se incrementaría hasta **25.3410 ton/año**, es decir, MODERADA.

LIII Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, una vez efectuada la remoción de la vegetación.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 1 | 25.7165 | 0.9854 | 25.3410 |

### Escenario 3 (Con la implementación del proyecto)

Como se constató en el ejercicio anterior, la metodología para determinar la pérdida de suelo por erosión hídrica actual en las superficies solicitadas para CUSTF es producto de la interacción de 4 factores (erodabilidad, erosividad, pendiente y uso de suelo y/o vegetación), por lo tanto, si cualquiera

de ellos (al menos uno) se convierte en cero automáticamente la tasa de degradación se convierte en cero.

Entonces, la implementación del proyecto implicará que: uno de los factores, específicamente el de uso de suelo y/o vegetación pasará a ser uso habitacional (aunque es un club deportivo, se le considera habitacional H2), por lo tanto, su valor en el Factor C se convertirá en 0.8 por lo máximo, ya que realmente aunque no hay vegetación, hay estructuras como la vivienda, aunque hay también unos 2,509.263 $m^2$ de vegetación reubicada o de áreas verdes. Lo anterior conlleva que a su vez la pérdida de suelo por erosión hídrica con el desarrollo del proyecto en estas superficies se convierta en valor menor al actual. Esta estimación del Factor C hacia el valor de 0.8, se debe a que la erosión del suelo en cualquier zona con uso habitacional es 0, pero no es viable desde el punto de vista ecológico cubrir el suelo con cemento, de manera que se toma en cuenta la superficie de reubicación de 2,509.26 $m^2$ y la superficie restante como cubierta. **Hay que mencionar que la implementación del proyecto debe considerarse en la superficie completa del proyecto, es decir 0.9854 ha**.

LIV Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, **con uso del suelo habitacional**.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.8 | 20.5732 | 0.9854 | 20.2728 |

**Hay que dejar claro que en la realidad, todas las superficies cubiertas como las canchas, las tiendas, el restaurante, las estructuras del proyecto como áreas comunes, al quedar cubiertas, reducen la erosión a cero.**

**Escenario 4 (Desarrollo del proyecto con la implementación de las medidas de mitigación)**

El proyecto propone diferentes medidas para mitigar las afectaciones sobre el componente ambiental suelo durante las diferentes fases del proyecto, en esta ocasión con la implementación de espacios habitacionales, de hecho disminuye mucho la erosión del sitio.

Con la intención de conocer la ganancia ambiental que se obtendría con el aumento en cobertura vegetal en la superficie de recuperación que de hecho es la superficie en la que se reubicará la vegetación, más de 2,509.263 $m^2$ (0.2509263 ha), es necesario conocer primeramente la pérdida de suelo actual en esta superficie, para lo cual se realizó una estimación de pérdida de suelo utilizando la misma metodología RUSLE, y considerando como Factor C el indicado en estimaciones anteriores para zona con vegetación, 0.15. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

LV Riesgo de pérdida de suelo **actual** en las 0.2509263 ha donde se propone el aumento de la cobertura vegetal para disminuir la tasa de pérdida de suelo.

| Uso de Suelo y vegetación | R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Áreas de reubicación | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.25 | 6.4291 | 0.2509263 | 1.6132 |

Posteriormente, se realizó el mismo cálculo para esta superficie de 2,509.263 $m^2$, considerando que el único factor que cambiaría será la cobertura vegetal, en una parte se desmontará y en otra será reubicada. La pérdida de suelo ACTUALMENTE en esta superficie es de **1.6132 ton/año**, y cuando se implemente el nuevo uso del suelo (C = 0.0475) será de **0.3226 ton/año**, es decir, habrá una **reducción de pérdida de suelo de 1.290587 ton/año** con el nuevo uso del suelo en la superficie solicitada y en las superficies de reubicación. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

LVI Riesgo de pérdida de suelo una vez ejecutadas las actividades de aumento de cobertura vegetal en 0.2509263 ha.

| Nuevo uso propuesto | R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Áreas de reubicación | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.0475 | 1.2858 | 0.2509263 | 0.3226 |

Actualmente existe una pérdida neta de suelo, y con la implementación del proyecto estas pérdidas de suelo disminuyen hasta el grado de convertirse en ganancias, que en este caso son calculadas de **1.290587 ton/año**. Y que al sumarse en 15 años, teóricamente existe una reducción de la pérdida del suelo de 19.35880652 ton. Esta disminución en la pérdida implica en realidad una ganancia de suelo, sin embargo al contrastarse con la realidad, nos damos cuenta que los cálculos se encuentran muy sobreestimados (a propósito con el fin de no subvalorar el suelo), puesto que en el sitio, una vez que el proyecto se implante, el suelo quedará estable todo el tiempo, sin pérdidas ni ganancias.

Con los resultados anteriores, se pueden realizar las siguientes conclusiones, todo esto vislumbrado en un período de tiempo de 15 años:

- Peor escenario: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF sin aplicar la medida de compensación y/o mitigación propuesta ya que generaría un incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área solicitada en 19.0057 ton/año; que en un lapso de 15 años daría un incremento en la pérdida total de suelo en 285.0862177 toneladas.
- Mejor escenario: Este sería con la ejecución del CUSTF más la medida de compensación y/o mitigación propuesta, que es el rescate de vegetación que posteriormente será incorporada a sitios adecuados en el polígono de reubicación. De inicio existiría una disminución efectiva en la pérdida de suelo del área del proyecto, y en teoría se **erosionaría únicamente 0.3226** ton/año, y si lo ajustamos por hectárea nos da 1.2858 toneladas por año por hectárea; sin embargo, existiría una ganancia ambiental en la reducción de pérdida de suelo a razón de **1.290587 ton/año**. Entonces, al final de los 15 años se obtendría, con el desarrollo del proyecto y con la medida propuesta una ganancia ambiental en cuanto a reducción de pérdida de suelo por erosión hídrica debido a la reducción de ésta en 19.35880652 toneladas totales, en vez de las 95.02873923 ton/año con el escenario actual, es decir, **75.66993271 toneladas que NO se erosionarán**.

LVII Pérdida de suelo por erosión hídrica en el área del proyecto en cada uno de los escenarios planteados (ton/año).

| Año | Escenario 1 (escenario actual, solo superficie solicitada) | Escenario 2 (solo superficie solicitada) | Peor escenario, 2 menos 1, suelo perdido | Escenario 4 zona de reubicación | Ganancia ambiental (suelo recuperado en áreas de reubicación) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **2** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **3** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **4** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **5** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **6** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **7** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **8** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **9** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **10** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **11** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **12** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **13** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **14** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **15** | 6.3352 | 25.3410 | 19.0057 | 0.3226 | 1.290587 |
| **TOTAL** | **95.028** | **380.115** | **285.0855** | **4.839** | **19.358805** |

Como podemos observar con la escala anteriormente puesta, la situación actual de pérdida de suelo, que es de 6.3352 toneladas por año, al ajustar a hectárea se tiene 6.4291 toneladas por año por hectárea, **se clasifica como baja (más de 5 ton/año)**, sin embargo si únicamente ocurriera el desmonte, y el suelo se dejara desnudo sin protegerlo, la pérdida de suelo aumenta a 25.3410 ton/año/hectárea, lo cual cae en la clasificación de **moderada (de 10 a 50 ton/año/hectárea)**, entonces, al realizar el cambio de uso del suelo, la pérdida de suelo aumenta de muy baja a baja, sin embargo con las medidas de reubicación de la vegetación la pérdida de suelo es de **0.3226 ton/año/hectárea que es muy baja**. Recordemos que estas estimaciones son muy sobrevaloradas.

### IV.4.2.4 Susceptibilidad a la erosión eólica

Comparado con el agua, el viento resulta un agente erosivo menos intenso, pero en las regiones secas adquiere una importancia muy especial. En estas zonas áridas el viento ha formado los desiertos, que constituyen una superficie muy extensa a lo largo y ancho de la Tierra.

El viento constante forma estructuras tan conocidas como las dunas, pero también produce otras formas muy particulares y, a veces, espectaculares, en las rocas de las regiones donde actúa con mayor intensidad.

El viento, por sí mismo, no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, cuando chocan con el terreno, lo van desgastando. Este tipo de erosión suele ser lento y, para que se produzca, el territorio debe estar desnudo, ya que la vegetación disminuye o anula el efecto.

La erosión eólica se produce principalmente, en zonas áridas, como los desiertos y la alta montaña. Estos tienen además otra característica imprescindible: las grandes diferencias de temperaturas. Esto hace que la roca se rompa y la erosión eólica pueda actuar con mayor eficacia.

El viento es un eficiente agente de erosión y su acción, particularmente en zonas de climas áridos, semiáridos y desérticos, es responsable del transporte y deposición de grandes volúmenes de sedimentos con desarrollo de un paisaje eólico típico.

La corrosión es la abrasión sufrida por las rocas al ser friccionadas por los impactos de las partículas arenosas que son transportadas por el viento. Cuando estas partículas golpean las rocas sufren a su vez una transformación, tomando un aspecto redondeado. Cuando el viento pierde fuerza va depositando los materiales transportados de forma gradual, lo que habitualmente da lugar a la acumulación de partículas de similar tamaño y peso.

La *EROSIÓN EÓLICA* es la remoción del suelo por acción del viento y esta es mayor a medida que disminuye la cobertura vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento.

Factores que determinan la susceptibilidad a la erosión eólica

Los factores que afectan a la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en el movimiento del suelo.

*Clima*.- Los factores climáticos que tienen influencia en la erosión eólica son precipitación pluvial, temperatura y viento (humedad, viscosidad y densidad del aire). La distribución de la lluvia y su efecto en la humedad del suelo son de importancia básica en el movimiento. La evaporación y la transpiración son influenciadas por viento, humedad relativa y temperatura. Estos procesos disminuyen la humedad del suelo y que al secarse resulta más propenso a la erosión eólica. Las características del viento que afectan a la erosión eólica son: velocidad, duración, dirección y turbulencia.

*Suelo*.- Los factores del suelo que son afectados por erosión eólica son textura, estructura y densidad de partículas, densidad aparente, materia orgánica, contenido de humedad y coeficiente de rugosidad. La rugosidad, al aumentar la rugosidad de la superficie se reduce la velocidad del viento y, por lo tanto, disminuye la posibilidad de traslación de las partículas del suelo.

La estructura de los suelos puede alterarse con bastante facilidad cuando algunos de los factores que la definen sufren modificaciones. Estos cambios pueden incidir, directa o indirectamente en las respuestas de los suelos ante los agentes externos que actúan en ellos; siendo muy significativa dicha respuesta en el caso concreto de la susceptibilidad ante los fenómenos erosivos (Quirantes Puertas, J., 1987).

Los suelos de textura gruesa son más susceptibles a erosionarse y menos propenso a formar estructuras estables.

Exposición a la acción eólica: Las exposiciones prominentes del relieve, en general coincidente con formaciones medanosas, se encuentran considerablemente más expuestas a la acción del viento, respecto de los ambientes intermedanosos planos o plano - cóncavos, naturalmente protegidos.

*Vegetación*.- Es uno de los factores más importantes de protección contra la acción del viento. La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Los componentes aéreos, como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo. También reduce la velocidad, frena o atrapa a las partículas en movimiento.

Los factores de la vegetación que influyen en el proceso erosivo son altura y densidad de la cobertura, tipo de vegetación y distribución en el año. La presencia de raíces y residuos de cosecha son muy efectivos para reducir la erosión.

El viento transporta las partículas de los suelos de tres maneras:

- Por arrastre: las partículas más gruesas (500 - 2000 micrones).
- Por saltación: las partículas medianas (100 - 500 micrones).
- En suspensión: las partículas pequeñas o livianas (< 100 micrones).

La erosión eólica se ejerce mediante dos procesos: ABRASION y DEFLACIÓN. Cuando las partículas sueltas que se hallan sobre la superficie del suelo son barridas, arrastradas o levantadas por el aire, estamos hablando de DEFLACION (derivado del latín "soplar"); este proceso actúa donde la superficie del terreno está completamente seca y recubierta de pequeños granos de arena sueltos procedentes de la meteorización de la roca o previamente depositadas por el agua en movimiento, el hielo o las olas. Por lo tanto, los cursos de los ríos secos y las playas son muy susceptibles a la deflación; este proceso eólico de deflación es selectivo.

Las partículas más finas, las que constituyen el barro, la arcilla y los limos, son levantadas muy fácilmente y transportadas en suspensión. Los granos de arena se mueven únicamente si el viento es fuerte y tienden a desplazarse a poca altura del suelo. La grava y los cantos de 5 a 8 mm de diámetro

suelen rodar por el suelo llano cuando el viento es muy intenso, pero no recorren grandes distancias ya que es muy fácil que queden retenidos en agujeros.

La acción erosiva del viento cargado de arena contra las superficies de las rocas se limita a las primeras decenas de centímetros básales de un acantilado, colina u otra masa de rocas que se eleva sobre una llanura, relativamente plana ya que los granos de arena no pueden alcanzar dichas alturas. En cambio, cuando el viento arrastra arena y polvo contra las rocas y el suelo, se denomina a este proceso ABRASION EOLICA o CORROSION. La abrasión requiere del transporte de elementos cortantes por el viento.

La abrasión del viento origina orificios y acanaladuras en la roca. Si una masa rocosa pequeña destaca sobre un llano, puede ser erosionada por la base del modo antes descrito y adoptar la forma de una seta, por lo que se denominan rocas fungiformes.

La principal forma de erosión producida por la deflación son cuencas de pequeña profundidad denominadas depresiones de deflación; las cuales pueden tener de unos pocos metros a varios kilómetros de diámetro, pero se caracteriza por que su profundidad raramente pasa de unos pocos metros. Su origen se da en las regiones llanas de clima árido y en donde particularmente no está protegida por vegetación.

Cuando las precipitaciones llenan esta depresión, se origina una charca o laguna, a medida que el agua se evapora, el barro del fondo se seca, se agrieta y da lugar a escamas y fragmentos de barro seco que son fácilmente transportados por el viento. En aquellos lugares en donde también se halle ganado doméstico, éste pisotea los bordes de la depresión hasta convertirla en una masa de barro, eliminando su protección vegetal y facilitando así su erosión cuando esté seca.

Dentro del área de estudio, la erosión puede ser clasificada como: incipiente y avanzada; la erosión incipiente generalmente no es advertida en su iniciación pudiendo ser por acumulación de materiales entre las plantas y/o dentro del follaje adoptado en forma de semicono acostado o sotavento de las plantas o pavimento de erosión - es lo que queda después del paso de un médano entre el pastizal en forma irregular cubiertas por escombros o desechos (Quirantes, 1987).

La erosión avanzada es la expresión máxima de los procesos erosivos, dentro de ésta se presentan manchones: áreas desprovistas de vegetación de forma aproximadamente circular.

Particularmente el área solicitada para el CUSTF, se encuentra localizado en la asociación edafológica I+**Re/1 (litosol con regosol eútrico de textura gruesa)**. No obstante, este litosol es muy rocoso, hay expuesta roca de tipo granodiorita en la zona, de manera que no hay erosión eólica posible dentro del predio.

## IV.4.2.5 Hidrología superficial y subterránea

La hidrología superficial del estado de Baja California Sur en general es muy similar, las características físicas de la porción peninsular que delimita a este territorio son ampliamente parecidas derivadas posiblemente de su origen volcano-tectónico. En este mismo sentido, la hidrología superficial (hidrografía), refiriéndose a la red de drenaje compuesta por los diferentes encauzamientos superficiales (arroyos), en sus diferentes patrones (dendrítico, subdendrítico, paralelo y subparalelo, por mencionar algunos), son una clara evidencia de dichos factores tectónicos, volcánicos y estructurales.

Por ejemplo, los arroyos son de corta longitud ya que por un lado la estrechez de la península no permite una mayor dimensión. Por otro lado, las estructuras geomorfológicas desarrolladas hacia el interior de la misma península (Sierra de La Giganta en el norte y Sierra de La Victoria en el sur),

constituyen prácticamente un eje central del territorio insular lo cual da como resultado que se tengan dos vertientes principales: una que vierte sus escurrimientos hacia el Océano Pacífico y otra que lo hace hacia el Golfo de California.

El término de cuenca es utilizado de muchas formas pero siempre tratando de limitar una zona geográfica (llanura sedimentaria, depresión o concavidad), accidente geográfico, o bien una superficie rodeada de alturas que comparten un parteaguas en cierta escala.

En la disciplina de la hidrología existe una diferencia entre cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica:

*Cuenca Hidrográfica*: Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios.

Para efectos prácticos, una cuenca hidrográfica puede ser dividida en las secciones:

- Cuenca alta, que corresponde con las áreas montañosas limitadas en su parte superior por las líneas divisorias de aguas.
- Cuenca media, que comprende las zonas de pie de monte y valles bajos, donde el río principal mantiene un cauce definido.
- Cuenca baja o zonas transicionales (como los estuarios o humedales), donde el curso de agua divaga o desaparece como tal

*Cuenca Hidrológica*: La definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

Tanto las cuencas hidrográficas como las hidrológicas se pueden subdividir en tres zonas de funcionamiento hídrico principales:

- Zona de Cabecera de las Cuencas Hidrográficas: garantizan la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año.
- Zonas de Cabecera y Captación - Transporte en condiciones de Cuencas Semiáridas.
- Zonas de Emisión de los Acuíferos. Las lagunas costeras regulan el funcionamiento de los ecosistemas marinos adyacentes. Los manglares están considerados entre los ecosistemas más productivos y la actividad socioeconómica asociada a los mismos abarca actividades forestales, pesqueras, turístico-recreativas y otras.

La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua.

Con frecuencia las cuencas hidrográficas poseen no solo integridad edafo-biógena e hidro-climática sino que, además, ostentan identidad cultural y socioeconómica, dada por la misma historia del uso de los recursos naturales. En el ámbito de una cuenca se produce una estrecha interdependencia entre los sistemas bio-físicos y el sistema socio-económico, formado por los habitantes de las cuencas, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad.

Por esta razón, la cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la gestión ambiental, a condición de que se logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas de las mismas.

En México, actualmente se está realizando (de hecho ya se tiene una propuesta), en el marco de las alianzas estratégicas, se llevó a cabo la mesa de trabajo División Hidrográfica Nacional, cuencas y subcuencas hidrográficas, que mostró en su tercer año consecutivo de aparecer en estas citas geográficas el resultado del trabajo desarrollado por tres instancias como son el INEGI, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); esta conclusión de la primera parte es el Mapa de las Cuencas Hidrográficas de México, escala 1:250,000.

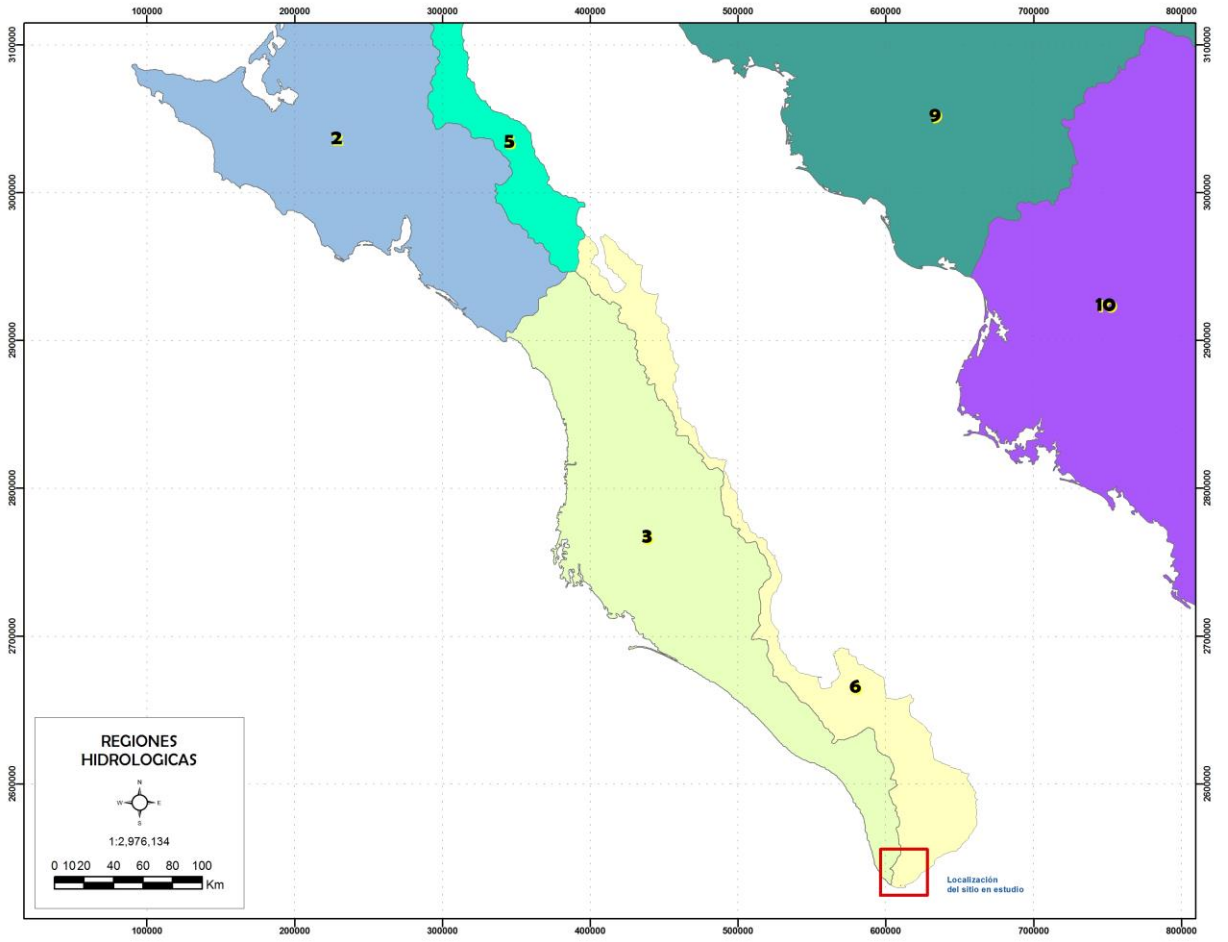



Figura 56. Mapa de la península de Baja California mostrando las cuencas y regiones hidrológicas.

El Mapa de las Cuencas Hidrográficas es una propuesta para que el país pueda contar con un documento seriamente sustentado en la materia, homogeneizado y que brinda una base estandarizada de cuencas del ámbito nacional para todo tipo de usuarios. Los criterios utilizados para la delimitación de cuencas se basaron únicamente en características topográficas e hidrográficas, obteniéndose un total de 1,471 cuencas, mayoritariamente pertenecientes a arroyos y ríos.

Los especialistas detallaron que la mayor aportación de este documento es su sustento metodológico, donde se publicaron los métodos utilizados tanto para armar este mapa como para su revisión, los materiales que se emplearon y, destacaron, las consideraciones sobre la cartografía de cuencas, tales como la utilización de los mismos métodos por las tres dependencias o los límites en la delimitación de cuencas, entre otras. Por otra parte, la difusión del producto será fundamental en los foros

especializados; informaron los expositores que este producto se encuentra disponible al público usuario en las páginas en Internet de las tres dependencias que intervinieron; pero también resaltaron la conveniencia de que una vez difundido, sea utilizado por los estados y municipios.

Como perspectivas a futuro, los funcionarios puntualizaron la necesidad de dar un siguiente paso o sea una segunda etapa, faltando una jerarquía hidrográfica o intermedia, la de subcuencas, por lo que para ello se tendrán que definir los criterios para su delimitación.

### IV.4.2.6 Regionalización y actualización de las cuencas hidrográficas

La regionalización de las cuencas hidrográficas se realizó tratando de facilitar el manejo y administración de los recursos hídricos a nivel nacional, en 1946 se divide el país en 37 Regiones Hidrológicas las cuales la CONAGUA aún conserva en la actualidad, fue hasta el año de 1970 cuando se difunden los límites de estas 37 Regiones Hidrológicas por medio de los Boletines Hidrológicos, ese mismo año son editados todos los mapas contenidos en los boletines (en ese entonces, los trabajos de delimitación de cuencas se hacían a mano y a una escala de menor detalle de los elementos geográficos); En 1981 la Comisión de Estudios del Territorio Nacional CETENAL (Hoy INEGI), edita la carta de Hidrología de Aguas Superficiales escala 1:1,000,000 del país.

Hasta el año de 1987 la SARH crea la “Carta Hidrológica” del País en donde finalmente se incluyen las 37 Regiones Hidrológicas. En estas ya se incorpora la información satelital disponible en ese momento, se utilizan diferentes escalas cartográficas dependiendo del tamaño de la Región Hidrológica, se considera la información de datos hidrológicos tales como: estaciones hidrométricas, estaciones climatológicas, límites de regiones, estaciones de calidad del agua; asimismo se toman en cuenta los rasgos hidrológicos como las cuencas, ríos y cuerpos de agua y los rasgos culturales incluyendo a las poblaciones, carreteras, etc.

Con el fin de homogenizar la información hidrográfica del país, el INEGI, INE y CNA tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

1.- Reconocimiento de la importancia del manejo de recursos naturales en un contexto de cuencas hidrográficas.
2.- Actualmente diferentes instituciones federales (CNA, CONAFOR, SEMARNAT, INE, INEGI, entre otras) cuentan con cartografía hidrográfica establecida con base en criterios disímiles.
3.- Ante esta situación, se considera de capital importancia establecer criterios comunes para crear una cartografía hidrográfica nacional a escala 1:250,000
4.- Las cuencas son unidades hidrográficas cuya delimitación debe estar regida por variables hidrográficas y topográficas, dejando a un lado criterios como: tamaño, uso del suelo, contaminación, aspectos administrativos.
5.- Establecer criterios únicos para delimitar cuencas y subcuencas pensando en generar una cartografía hidrográfica jerárquica a nivel nacional.
6.- Los criterios para la delimitación de cuencas debe presentar consistencia y homogeneidad para todo el territorio nacional.
7.- Retomar la cartografía hidrográfica elaborada por el INE para proceder a su validación mediante insumos cartográficos a escala 1:250,000 y 1:50,000 en casos confusos
8.- Los insumos digitales básicos para la delimitación de cuencas son:
a).- Curvas de nivel.
b).- Hidrología superficial (ríos y cuerpos de agua).
c).- Modelos digitales de elevación MDE.
9.- Los métodos tradicionales de delimitación de cuencas siguen vigentes y complementan las delimitaciones realizadas con los programas de cómputo.
10.- Se requiere personal capacitado y con experiencia en diferentes ramas: Cómputo, SIG e hidrología.

## IV.4.2.7 Ubicación del sitio del proyecto en el contexto hidrográfico nacional, estatal y municipal

El predio en estudio se ubica en la Región Hidrológica RH6, Baja California Sur- Este (La Paz) en la cuenca hidrológica "A, La Paz – Cabo San Lucas" presentando una superficie en relación a la del estado de 9.63%.

El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 6, Baja California Sureste (La Paz), en el extremo noreste de la península de Baja California, dentro de la cuenca La Paz – Cabo San Lucas, c1609 (Arroyo Santiago) (con 1609 km2), microcuenca Playa El Faro (1006 ha).

El sitio del proyecto se localiza dentro de la **Cuenca A (La Paz-Cabo San Lucas), Subcuenca a481 (Cabo San Lucas)** con una superficie estimada en 481 $Km^2$ y dentro de la microcuenca Arroyo Salto Seco cuya extensión superficial 7,260 hectáreas. Dentro de la misma se encuentra la microcuenca Playa El Faro, que abarca desde las colonias Cerro Los Venados, Arcos del Sol, hasta la zona costera en las playas El Faro.

La precipitación total anual en la zona sur de Los Cabos es de 173.6 mm hasta 682.5 mm. Por otro lado otros registros marcan 193 mm en promedio anual.

Las corrientes se originan en las sierras La Laguna, San Lorenzo y La Victoria, y son de carácter torrencial y efímero.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento anual de 136.883 millones de $m^3$, procedentes de un volumen medio precipitado de 2,288.745 $m^3$ por año y un coeficiente de escurrimiento de 5.98 %.

Una Región Hidrológica está constituida por al menos dos cuencas hidrográficas que por su tipo de relieve y escurrimientos superficiales presentan características similares en su drenaje.

Las cuencas hidrográficas son divisiones de una Región Hidrológica y existen al menos dos cuencas por cada región. La cuenca de una corriente principal y sus tributarios es el área que les proporciona una parte o la totalidad de su flujo de agua y que está delimitada por un parteaguas, esto es, por aquellos puntos de mayor nivel topográfico que forman la divisoria entre cuencas distintas.

Una Subcuenca Hidrográfica se considera como una subdivisión de la cuenca; cada cuenca tiene por lo menos dos subcuencas.

Una microcuenca está formada por un pequeño arroyo, río o riachuelo tributario de una subcuenca, es la unidad mínima de planificación dentro de una cuenca, debido a su pequeña extensión territorial. Es un espacio geográfico, hidrológico, económico- social y ambiental delimitado hidrográficamente por escurrimientos fluviales en una determinada área, cuyas zonas de pequeña irrigación varían entre 100 y 1500 hectáreas.

El concepto de la microcuenca debe ser considerado desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Asimismo, es en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). (Alatorre M., N., 2007).

De acuerdo con lo anterior, se debe entender inequívocamente que la microcuenca es el espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Ningún otro ámbito de

trabajo que pudiera ser considerado guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente. (Alatorre M., N., 2007).




**Figura 57. Las 37 Regiones Hidrológicas que constituyen a la República Mexicana.**

Con el fin de detallar la información superficial dentro del contexto hidrográfico donde se ubica el sitio del proyecto, se presenta la información partiendo desde lo más general que es la región hidrológica hasta lo particular que es la microcuenca que engloba al mismo.

## IV.4.2.8 Ubicación del sitio del proyecto con respecto a la regionalización hidrológica

El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 6, Baja California Sureste (La Paz), en el extremo noreste de la península de Baja California, dentro de la cuenca La Paz – Cabo San Lucas, a481 (Cabo San Lucas) (con 481 km2), microcuenca Playa El Faro (1006 ha).

### Subcuenca a481 Cabo San Lucas y Microcuenca Playa El Faro

La superficie en estudio se encuentra ubicada en una subcuenca y microcuenca hidrográfica que se caracterizan por la presencia de corrientes efímeras y arroyos que transportan agua únicamente después de una precipitación considerable. Los patrones de drenaje dentro de la subcuenca y microcuenca identificados fueron el subdendrítico en las partes altas (arriba de los 120 msnm en la zona de Lomas del Pacífico) donde la pendiente del terreno es media a muy baja. La parte media de la microcuenca correspondiente también a la zona de piedemonte y lomeríos, se encuentra disectada por los cauces de muy pocos escurrimientos, esto se debe a que la pendiente se reduce rápidamente hacia la costa.

## DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROCESO DE RECARGA

### Definición de recarga

En términos generales, la recarga a un acuífero puede definirse como el agua que alcanza las reservas subterráneas. Una definición más completa la señala como la entrada de agua dentro de la zona saturada donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas, esta entrada puede darse de dos maneras, por un movimiento descendente del agua debido a las fuerzas de gravedad y luego de presentarse un movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo (Balek, 1988).

La recarga a un acuífero puede darse naturalmente debido a la precipitación, a las aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos (Balek, 1988; Custodio, 1997; Simmers, 1990; Lerner, 1990; Samper, 1997).

### Generalidades de la recarga

El conocimiento de las áreas de recarga o descarga en una cuenca o en un sistema es de gran importancia para realizar un manejo sostenible.

Variabilidad espacial y temporal de la recarga

La recarga de agua a un acuífero depende de gran cantidad de variables, las cuales en muchas ocasiones no se determinan de manera exacta y sencilla y aquellas que pueden medirse de manera directa, corresponden a datos puntuales que luego deben extenderse a grandes áreas.

Relacionar valores de la recarga sobre un territorio extenso con una o pocas observaciones sobre áreas reducidas o puntuales, o relacionar la distribución temporal de la recarga con observaciones en determinados momentos o en intervalos de tiempo limitados son algunas de las dificultades que aún no se han superado (Custodio et al., 2000). Además, debido a que la recarga es un proceso no lineal, no es posible usar valores promedios de cada factor para obtener un valor de recarga promedio (Lerner, 1990).

Para Freeze y Cherry (1979) la única ley inmutable es que las tierras altas son áreas de recarga y las tierras bajas son áreas de descarga. Sin embargo, Scanlon *et al*. (2002), expresa que esto es cierto en regiones húmedas, pero que en valles aluviales áridos la recarga ocurre usualmente en topografías bajas como canales o arroyos efímeros.

***Variabilidad espacial***. Las propiedades del suelo y del acuífero incluyendo el proceso de recarga varían de un lugar a otro lateral y verticalmente (Balek, 1988). La variabilidad espacial de las propiedades de los acuíferos y acuitardos es siempre muy elevada, aún aquellos que se consideran más homogéneos, (Custodio, 1997).

***Variabilidad temporal***. Balek (1988) define cuatro tipos de recarga según el tiempo:

Recarga a corto plazo. Ocurre ocasionalmente luego de una fuerte lluvia, se da principalmente en regiones donde no hay estaciones húmedas y secas muy marcadas.

Recarga estacional. Ocurre regularmente, por ejemplo durante el período húmedo en regiones húmedas y secas.

Recarga perenne. Ocurre en ciertos lugares del trópico húmedo donde el flujo de agua descendente es casi permanente y puede ocurrir una recarga continua.

Recarga histórica. Este tipo de recarga se presentó hace mucho tiempo y contribuyó a la formación de los presentes recursos de agua subterránea, está estrechamente relacionada con lo que se conoce como tiempo de residencia, definido como el tiempo que permanece un volumen determinado de agua en las reservas subterráneas desde que se convirtió en recarga hasta que vuelve a hacer parte del ciclo hidrológico activo.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE LA RECARGA DE UN ACUÍFERO

El agua de las precipitaciones, puede tener distintos destinos una vez que alcanza el suelo repartiéndose en tres fracciones:

**Primera**.- Se llama escorrentía a la parte que se desliza por la superficie del terreno, primero como escurrimientos difusos y luego como agua encauzada, formando arroyos y ríos.

**Segunda**.- Otra parte del agua se evapora desde las capas superficiales del suelo o pasa a la atmósfera con la transpiración de los organismos, especialmente las plantas; nos referimos a esta parte como evapotranspiración.

**Tercera**.- otra parte se infiltra en el terreno y pasa a ser agua subterránea.

La proporción de infiltración respecto al total de las precipitaciones depende de varios factores:

La litología (la naturaleza del material geológico que aflora en la superficie) influye a través de su permeabilidad, la cual depende de la porosidad, del diaclasamiento (agrietamiento) y de la mineralogía del sustrato. Por ejemplo, los minerales arcillosos se hidratan fácilmente, hinchándose siempre en algún grado, lo que da lugar a una reducción de la porosidad que termina por hacer al sustrato impermeable. En el caso de las rocas graníticas y/o volcánicas soldadas son tipos de rocas de gran naturaleza impermeable salvo en aquellas zonas donde estas rocas cuenten con un gran patrón de fracturamiento que aporte una porosidad secundaria.

La Pendiente, la inclinación de la superficie del terreno donde cae la precipitación influye en el tiempo de permanencia, cuanto más plana sea la superficie mayor tiempo de concentración o permanencia tendrá el agua, en caso contrario (con inclinación), el agua precipitada tenderá a escurrir a lo largo y ancho de las superficies de escurrimiento hasta llegar a los cauces.

La presencia de vegetación densa influye de forma compleja, porque reduce el agua que llega al suelo (interceptación), pero extiende en el tiempo el efecto de las precipitaciones, desprendiendo poco a poco el agua que moja el follaje, reduciendo así la fracción de escorrentía y aumentando la de infiltración. Otro efecto favorable de la vegetación tiene que ver con las raíces, especialmente las raíces densas y superficiales de muchas plantas herbáceas, y con la formación de suelo, generalmente más permeable que la mayoría de las rocas frescas.

La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen de los intersticios (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos. Estos son los dos principales parámetros de los cuales depende la permeabilidad. Los acuíferos suelen ser materiales sedimentarios de grano relativamente grueso (gravas, arenas, limos, etc.). Si los poros son suficientemente amplios, una parte del agua circula libremente a través de ellos impulsada por la gravedad, pero otra queda fijada por las fuerzas de la capilaridad y otras motivadas por interacciones entre ella y las moléculas minerales.

### Resumen de los parámetros que intervienen en la recarga

Para tener en cuenta todos los factores que afectan la recarga Rushton (1988) hizo una lista de ellos:

1. De la superficie de la tierra: topografía; precipitación, donde importa la magnitud, intensidad, duración, y distribución espacial de las lluvias; escorrentía; patrón de cosechas y la evapotranspiración real.

2. Irrigación: horario de irrigación; pérdidas que se presenten en canales y cursos de agua; y cantidad irrigada necesaria para la preparación de la tierra.
3. Ríos: cantidad de ríos y el caudal que fluye por los ríos que fluyen dentro del área de estudio, los que salen del área de estudio y los que ganan o pierden agua del acuífero.
4. Zona superior del suelo: naturaleza del suelo, profundidad y propiedades hidráulicas; variaciones de las características del suelo según la extensión lateral y la profundidad; profundidad de la zona de raíces; y capacidad que tiene el suelo de agrietarse al secarse o de hincharse luego de humedecerse.
5. Zona no saturada entre el suelo y el acuífero: mecanismos de flujo a través de la zona no saturada, zonas con diferentes conductividades hidráulicas, etc.).
6. Acuífero: características físicas e hidráulicas del acuífero (habilidad del acuífero para aceptar el agua, variación de las condiciones del acuífero con el tiempo, y tipo de acuífero).

## IV.4.2.9 Hidrología subterránea

El sitio de este proyecto se asienta dentro de lo que se considera el acuífero Cabo San Lucas, definido con la clave 0317 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Baja California Sur, entre los paralelos 22° 52’ y 23° 07’ de latitud norte y los meridianos 109° 42’ y 110° 05’ de longitud oeste; abarcando una superficie de 515 $km^2$.

Limita al norte con los acuíferos San José del Cabo y Migriño y al este, sur y oeste con el Océano Pacífico. Geopolíticamente se encuentra ubicado en su totalidad en el municipio Los Cabos.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2010, el municipio Los Cabos se clasifica como zona de disponibilidad 4.

El uso principal del agua subterránea es para brindar servicios. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha Comité Técnico de Aguas Subterráneas.

Las características dominantes en el área del acuífero Cabo San Lucas es una zona alta, una media o de transición y la zona costera. La primera se localizada en la zona Norte del acuífero, con altitudes que varían entre 1,000 y 300 msnm, en esta se localizan elevaciones importantes tales como El Cero La Calavera (1,200 msnm), Cerro El Zorrillo (940 msnm), Cerro El Cenicero (1000 msnm) y Cerro El Alamito (760 msnm) compuestos de rocas ígneas intrusivas, las cuales delimitan topográficamente la cuenca superficial que recarga directamente al acuífero; en la misma porción norte pero al centro se localizan cerros de menor elevación como: Cerro La Chinche (900 msnm) y Cerro Los Copales (360 msnm); finalizando esta elevaciones inmediatamente después se localiza la zona media o de transición donde las pendientes cambian de fuetes a medias; la zona costa se extiende sobre el margen del límite inferior del acuífero el cual colinda con el océano pacifico, en esta se presentan elevaciones cercanas a la zona urbana de Cabo San Lucas, como Cerro Colorado (180 msnm), Cerro Prieto (240), Cerro El Rodadero (140msnm) y El Arco (140 msnm).

El acuífero se localiza dentro de la Región Hidrológica 2 Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno), cuenca de San Lucas y porciones de las de San José del Cabo y Migriño. Debido al clima desértico, los principales escurrimientos de la región son de régimen intermitente, entre los cuales se encuentran los arroyos: El Salto, A. El Tule, A. El Alamito, A. Cerro Blanco, A. San Cristóbal, A. Los Arcos y El Mangle; sólo conducen agua durante las esporádicas lluvias torrenciales como las causadas por huracanes. La red de drenaje presenta un patrón dendrítico.

La cuenca hidrológica San Lucas tiene una superficie de aportación de 275.1 $km^2$, se encuentra delimitada al norte y al oeste por la cuenca hidrológica Migriño, al este por la cuenca hidrológica San José del Cabo, y al sur por el Océano Pacífico. El volumen disponible a la salida es de 5.622 $Mm^3$.

En la zona no existen estaciones hidrométricas ni tampoco infraestructura hidráulica para el almacenamiento y control de las corrientes superficiales.

**El sitio del proyecto se asienta en una zona cuya unidad geohidrológica es de material consolidado con posibilidades bajas de formar acuífero, aunque la carta de aguas subterráneas lo ubica en una zona de material no consolidado, sin embargo en el sitio se puede observar que el suelo superficial es rocoso y el subsuelo es de tipo granodiorita.**

La hidrología subterránea está altamente influenciada por las características litológicas de la zona de estudio, la presencia de rocas graníticas de consistencia masiva y cristalina impide el desarrollo de una formación con características acuíferas económicamente explotable. Aunque el sitio del proyecto se asienta en zona más o menos plana, es de características líticas y por debajo se encuentran rocas graníticas.

No se tiene conocimiento de la existencia de algún obra hidráulica de extracción de aguas subterráneas (pozo), de acuerdo a lo mencionado anteriormente, es posible que las rocas graníticas se distribuyan subterráneamente por toda la zona de estudio dando como resultado con esto la formación de una capa sello o impermeable de profundidad somera.

La falta de un acuífero también da como resultado que la dirección del flujo subterráneo sea en el mismo sentido de los escurrimientos superficiales.

Las unidades hidrogeológicas que se tienen dentro del área de estudio son los materiales consolidados con posibilidades bajas que se refieren prácticamente a las rocas de origen granítico y los materiales no consolidados con posibilidades medias que incluyen a los materiales sedimentarios de origen eólico.

Las posibilidades medias de los materiales eólicos se deben más que nada a la inconsolidación de los materiales sedimentarios y granulares que se tienen, sin embargo, su espesor y cercanía a la línea de costa le reduce en gran medida las posibilidades de contener aguas subterráneas en cantidades económicamente explotables.

Las características de los materiales que componen el subsuelo granítico de las zonas alrededor del proyecto, en los linderos de la cuenca, lo hacen poco permeable al agua pluvial, dado que el material granítico se encuentra muy consolidado. Esta impermeabilidad da como resultado que el coeficiente de escurrimiento sea mayor y que el agua no penetre en las capas inferiores.

En cuanto a la hidrología subterránea podemos mencionar que el sitio del proyecto se asienta en una zona cuya unidad geohidrológica es de **material NO consolidado con posibilidades bajas de formar acuífero**, **sin embargo hay que anotar que en realidad el suelo es litosol y el subsuelo en realidad es una mezcla de granito y granodiorita, se encuentra justo en el comienzo de la zona de granodiorita de manera que en realidad el subsuelo es más consolidado de lo que dice la carta de aguas subterráneas**

Las unidades hidrogeológicas están constituidas por la agrupación de uno o varios tipos de rocas o materiales granulares cuya característica común es que puedan o no funcionar como acuífero, su clasificación es la siguiente:

*Material consolidado con posibilidades bajas*.- está constituida por uno o varios tipos de rocas cuyas características y condiciones geohidrológicas son desfavorables; dado su origen, presentan baja permeabilidad debido al escaso fracturamiento y/o bajo grado de disolución, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable.

*Material consolidado con rendimiento bajo < 10 lps*.- esta unidad a diferencia de la anterior y considerando la existencia de obras hidráulicas (pozos, norias, manantiales, etc.), ha demostrado ser

capaz de proveer agua subterránea o subsuperficial, rendimientos no mayores a los 10 litros por segundo (lps).

*Material consolidado con posibilidades medias*.- unidad de rocas que presentan características y condiciones geohidrológicas favorables, tales como: porosidad, permeabilidad, fracturamiento, estructura, etc., además de escasos y aislados aprovechamientos, por lo que se puede deducir la posible existencia de agua.

***Material no consolidado con posibilidades bajas***.- Unidad constituida principalmente por suelos impermeables o por arenas, gravas y conglomerados que aun siendo permeables, presentan espesores y áreas reducidas, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable. **El sitio del proyecto se encuentra sobre esta unidad, pero se considera que el mapa es inexacto, ya que en el sitio del proyecto puede verse la roca granodiorítica prácticamente aflorando en superficie en varios puntos**.

*Material no consolidado con rendimiento bajo < 10 lps*.- Unidad constituida principalmente por arenas, gravas y conglomerados permeables, pero con espesores y áreas reducidas, además de escasas obras hidráulicas (pozos) dentro de la misma con rendimientos por debajo de los 10 lps.

*Material no consolidado con posibilidades medias*.- Unidad constituida principalmente por suelos impermeables o por arenas, gravas y conglomerados que presentan características y condiciones geohidrológicas favorables, tales como: porosidad, permeabilidad, fracturamiento, estructura, etc., lo que permite inferir la existencia de agua subterránea.

*Material no consolidado con rendimiento medio 10-40 lps*.- Unidad constituida principalmente por arenas, gravas y conglomerados que presentan una alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su gran porosidad, resultado del bajo grado de cementación. La existencia de agua se comprueba con las obras en explotación y de rendimiento económico.

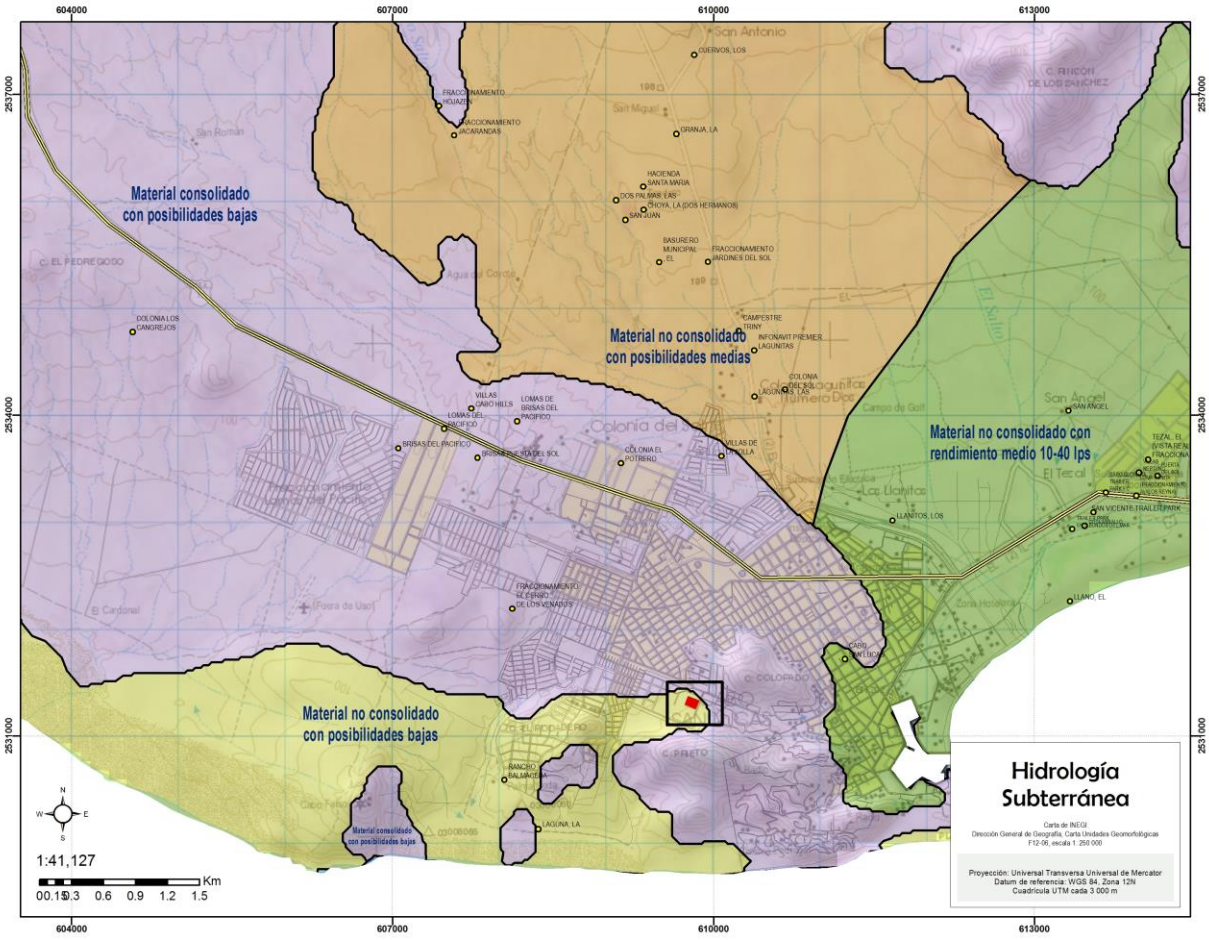



Figura 58. La superficie solicitada para el CUSTF y las unidades de hidrología subterránea.

***Dentro de la superficie solicitada para el CUSTF NO hay escurrimientos superficiales con características de propiedad nacional.***

El arroyo más cercano al sitio del proyecto es un arroyo sin nombre que baja por el Cerro Prieto, un escurrimiento muy pequeño, en tanto que el más importante de la microcuenca es un arroyo sin nombre que baja cerca de la colonia Los Venados, y que para como a 2 km de distancia del sitio en estudio, de manera que no se espera afectación alguna, y de hecho el sitio se encuentra en una zona segura que no será afectada por escurrimientos superficiales.

La presa o embalse de agua más cercana es la Presa San Lázaro, se encuentra a más de 28 km en línea recta a través de la sierra San Lázaro hacia el norte, se encuentra más cercana a San José del Cabo que a Cabo San Lucas.

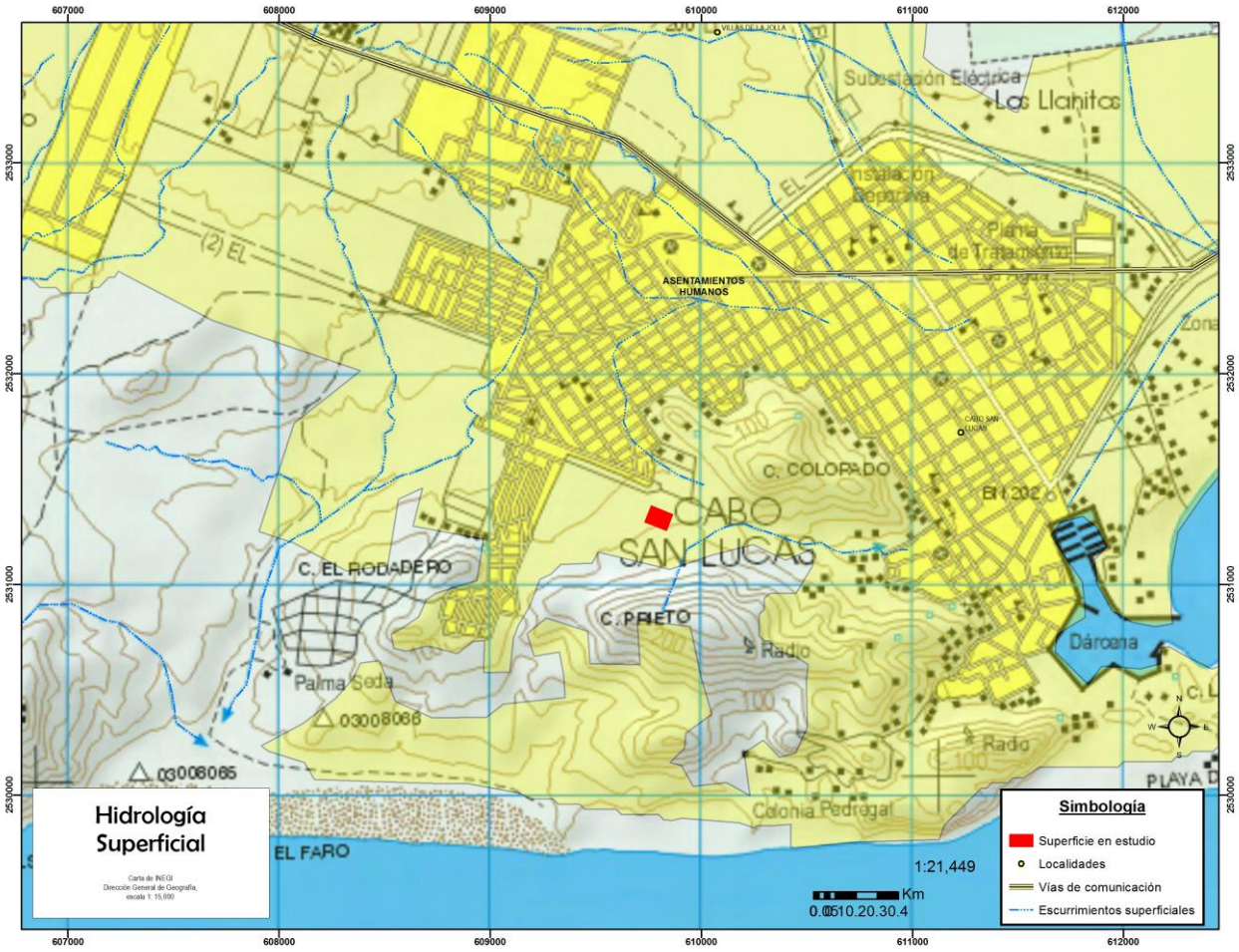



Figura 59. La superficie del proyecto y el arroyo sin nombre más cercano.

## IV.4.2.10 Medio biótico, Vegetación

La parte abiótica del sistema ambiental en estudio comprende todo aquello que no forma parte o no es producto de los seres vivos; sin embargo se les distingue como los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos. Entre los más importantes podemos encontrar: el suelo, las rocas, el agua y la atmósfera.

Su análisis es muy importante ya que cada uno de estos factores juega un papel en el desarrollo de la vida (seres vivos), son los principales frenos del crecimiento de la población. Varían según el ecosistema de cada ser vivo, por ejemplo; el factor biolimitante fundamental en el desierto es el agua, mientras que para los seres vivos de las zonas profundas del mar el freno es la luz.

En pocas palabras es posible definirlos como los componentes no vivos del medio ambiente, es decir, los factores físicos y químicos.

La región y en particular la zona en estudio se caracterizan por su extrema aridez lo cual limita en una gran medida el establecimiento de grandes poblaciones de organismos. La aridez, se refiere en general a la escasez de agua, esto no es causado únicamente por la falta de precipitaciones (factor importante en estas zonas), sino también por las condiciones de humedad del suelo; otros factores de igual

importancia son la evapotranspiración de las plantas, la evaporación como proceso particular, la permeabilidad, el calor, la humedad atmosférica, el viento y la intensidad y duración de la luz solar.

En esta zona, las precipitaciones son muy bajas, e incluso se presentan periodos de varios años en los cuales no se presentan lluvias. Aunado a la falta de humedad, existe también un considerable gradiente térmico diario con temperaturas elevadas durante el día y temperaturas mucho más bajas en la noche, esto tiene como resultado condiciones de mayor resequedad.

Por las condiciones climáticas y edáficas extremas de la zona árida donde se encuentra el área del proyecto la diversidad biológica es escasa, ya que esta zona cuenta con poco número de especies y en muy bajas densidades y otras en extremadamente baja presencia.

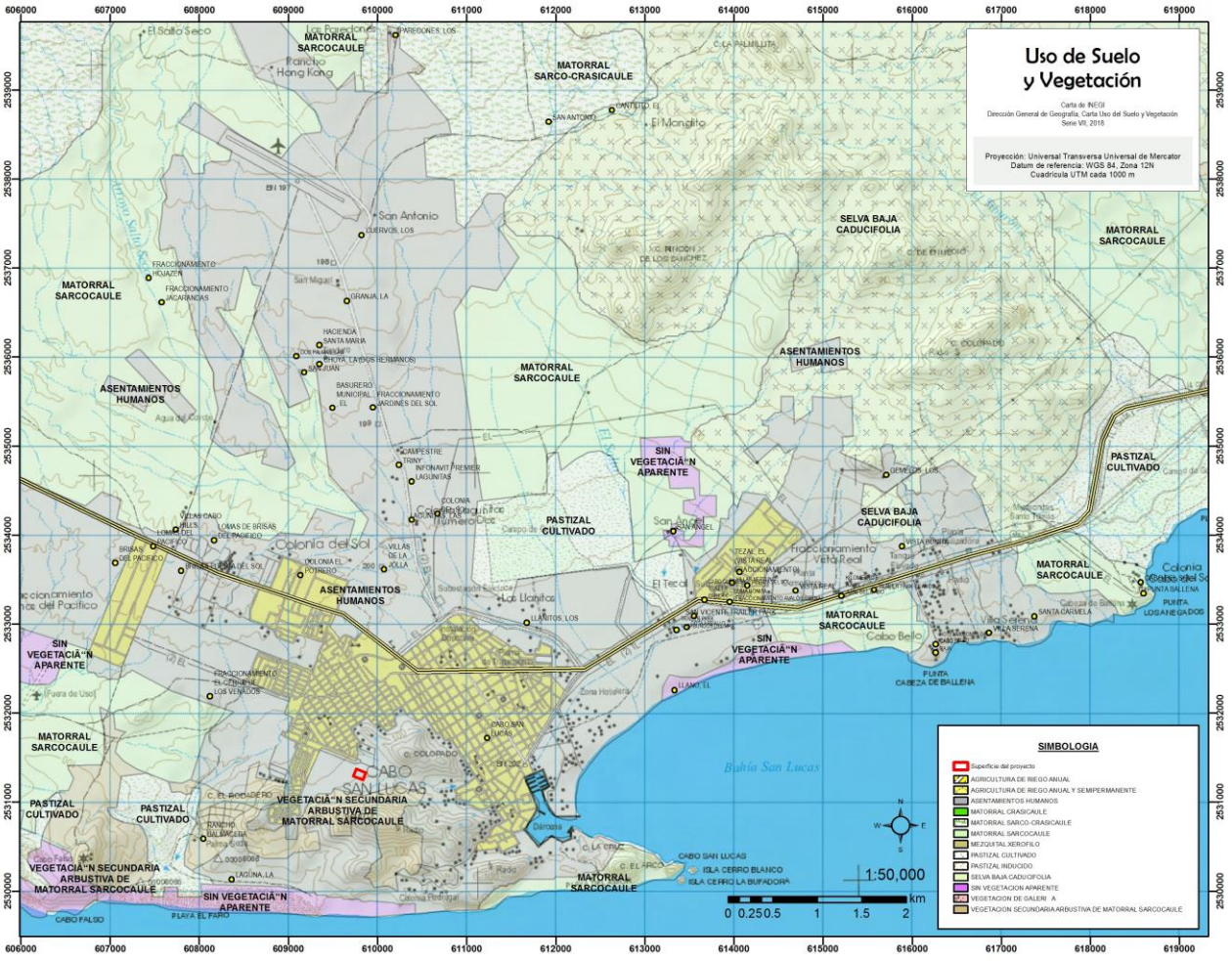



Figura 60. Uso de Suelo y Vegetación donde se puede observar la superficie solicitada para el CUSTF.

## IV.4.2.11 Tipo de vegetación

El sitio del proyecto se localiza sobre **zona de ASENTAMIENTOS HUMANOS**, con vegetación escasa presente con influencia de vegetación secundaria de matorral sarcocaule.

El tipo de vegetación a afectar tiene influencia de una asociación llamada vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, con influencia de asentamientos humanos en los flancos, aunque de

manera más estricta, la vegetación a afectar se compone de unos 1020 individuos pertenecientes a 17 especies.

Los factores bióticos de un ecosistema son aquellos que representan a los seres vivos del mismo y se dividen en flora y fauna. Es decir son los seres que tienen vida. Este término se puede utilizar para denominar a todos los seres vivos, como por ejemplo la vegetación, la fauna, los hongos, las bacterias; los cuales forman parte del sistema de objetos. En la ecología, son todos los organismos que comparten un mismo ambiente en un tiempo determinado.

Son todos aquellos organismos que tienen vida, sean unicelulares u organismos pluricelulares, por ejemplo animales, vegetales, microorganismos, etc. Se denominan factores bióticos a las relaciones que se establecen entre los seres vivos de un ecosistema y que condicionan su existencia.

Los componentes bióticos son toda la vida existente en un ambiente. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicos que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra una competencia entre las especies, competencia que se da por el alimento, el espacio, etc.

Los factores bióticos se pueden clasificar en:

a).- Productores o Autótrofos, organismos capaces de fabricar o sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas como dióxido de carbono, agua y sales minerales.

b).- Consumidores o Heterótrofos, organismos incapaces de producir su alimento, por ello lo ingieren ya sintetizado.

El concepto de desierto aunque está definido en función de la aridez, no siempre es respetado, debido a la comparación o sinonimia errónea con el término de ¨nada¨, para los conocedores del área, esto es totalmente incierto, debido a que en los ecosistemas desérticos es posible realizar diversos estudios, entre ellos, destacan los de ecología animal y vegetal, claro que la composición biótica de éstos sistemas no es comparable con la existente en los bosques tropicales, pero por ello, no se debe descartar el interés para desarrollarlos.

Las regiones desérticas se encuentran localizadas a latitudes aproximadas a los 30º al Norte y Sur, caracterizados por una precipitación menor a 25 cm de lluvia anual. Son ecosistemas relativamente sencillos, por ello son sistemas relativamente fáciles de estudiar. Representan una baja productividad neta de 90 g/m² en promedio, comparado con el bosque tropical lluvioso con 2200 g/m², de acuerdo a Terborgh (1992).

Estos organismos fotosintéticos han desarrollado adaptaciones en las hojas para impedir la pérdida de agua. Así, las hojas reducidas y duras resisten la eliminación de agua por transpiración excesiva, mientras que los cactus con sus hojas carnosas almacenan grandes cantidades de líquido y sus espinas ofrecen resistencia a la pérdida del mismo. A pesar del aspecto árido de los ecosistemas desérticos, no carecen de vida animal: allí se pueden encontrar reptiles, aves, algunos mamíferos, mariposas, los cuales también presentan adaptaciones para conservar el agua.

El tipo de ecosistema donde se ubica la superficie solicitada para CUSTF corresponde al denominado ASENTAMIENTOS HUMANOS, ya que se ubica en zona urbana de Cabo San Lucas y en suelo bastante influenciado por ambiente rocoso con litosol como suelo predominante, es decir muy rocoso, sobre todo por debajo de la delgada capa edáfica. Sin embargo, hay pasto cubriendo casi todo el terreno y gran abundancia de herbáceas como la Mariola y malva rosa.

En general, el desierto es definido como un ecosistema en el que la precipitación pluvial es muy limitada, generalmente menos de 257.5 mm, y esto restringe en mayor o menor medida el florecimiento

de la vida. Otra forma de definir los desiertos se refiere a las regiones en las que se pierde más agua que la que cae como precipitación.

Los ecosistemas áridos de México son de baja productividad debido a la escasa precipitación y la variación extrema de temperaturas (hasta 20° de variación).

Sin embargo, a pesar de su sencillez estructural (tienen pocos estratos) son ecológicamente muy complejos. Los desiertos se caracterizan por una vegetación adaptada a la escasez de agua. Las adaptaciones de las plantas a la limitación del agua varían desde reducir o eliminar sus hojas, convirtiéndolas en espinas y realizando la fotosíntesis en los tallos, como en las cactáceas y otras plantas de desierto, hasta la capacidad de absorber agua rápidamente, aprovechando las escasas lluvias tormentosas que frecuentemente son las únicas que caen en los desiertos, o tener raíces muy profundas que alcanzan a utilizar los recursos acuíferos muy por debajo del nivel del suelo

## **IV.4.3** Caracterización de la vegetación en la superficie solicitada

No obstante que la superficie solicitada cae en un área cuyo uso en el mapa de uso del suelo y vegetación **es de asentamientos humanos**, el tipo de vegetación a afectar se puede clasificar como **vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule**. Los factores bióticos de un ecosistema son aquellos que representan a los seres vivos del mismo y se dividen en flora y fauna. Es decir son los seres que tienen vida. Este término se puede utilizar para denominar a todos los seres vivos, como por ejemplo la vegetación, la fauna, los hongos, las bacterias; los cuales forman parte del sistema de objetos. En la ecología, son todos los organismos que comparten un mismo ambiente en un tiempo determinado.

Son todos aquellos organismos que tienen vida, sean unicelulares u organismos pluricelulares, por ejemplo animales, vegetales, microorganismos, etc. Se denominan factores bióticos a las relaciones que se establecen entre los seres vivos de un ecosistema y que condicionan su existencia.

Los componentes bióticos son toda la vida existente en un ambiente. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicos que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra una competencia entre las especies, competencia que se da por el alimento, el espacio, etc.

Los factores bióticos se pueden clasificar en:

a).- Productores o Autótrofos, organismos capaces de fabricar o sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas como dióxido de carbono, agua y sales minerales.
b).- Consumidores o Heterótrofos, organismos incapaces de producir su alimento, por ello lo ingieren ya sintetizado.

El concepto de desierto aunque está definido en función de la aridez, no siempre es respetado, debido a la comparación o sinonimia errónea con el término de ¨nada¨, para los conocedores del área, esto es totalmente incierto, debido a que en los ecosistemas desérticos es posible realizar diversos estudios, entre ellos, destacan los de ecología animal y vegetal, claro que la composición biótica de éstos sistemas no es comparable con la existente en los bosques tropicales, pero por ello, no se debe descartar el interés para desarrollarlos.

Las regiones desérticas se encuentran localizadas a latitudes aproximadas a los 30° al Norte y Sur, caracterizados por una precipitación menor a 25 cm de lluvia anual. Son ecosistemas relativamente sencillos, por ello son sistemas relativamente fáciles de estudiar. Representan una baja productividad neta de 90 g/m² en promedio, comparado con el bosque tropical lluvioso con 2200 g/m², de acuerdo a Terborgh (1992).

Estos organismos fotosintéticos han desarrollado adaptaciones en las hojas para impedir la pérdida de agua. Así, las hojas reducidas y duras resisten la eliminación de agua por transpiración excesiva, mientras que los cactus con sus hojas carnosas almacenan grandes cantidades de líquido y sus espinas ofrecen resistencia a la pérdida del mismo. A pesar del aspecto árido de los ecosistemas desérticos, no carecen de vida animal: allí se pueden encontrar reptiles, aves, algunos mamíferos, mariposas, los cuales también presentan adaptaciones para conservar el agua.

El tipo de ecosistema donde se ubica la superficie solicitada para CUSTF corresponde al denominado Matorrales Áridos y Semiáridos, **variedad relacionada con la vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule**. Casi la mitad del territorio mexicano está cubierto por lo que en conjunto se ha llamado desiertos. Algunos términos técnicos con los que los científicos se refieren a los desiertos incluyen matorral xerófilo, matorral crasicaule, dunas, y otros.

En general, el desierto es definido como un ecosistema en el que la precipitación pluvial es muy limitada, generalmente menos de 250 mm, y esto restringe en mayor o menor medida el florecimiento de la vida. Otra forma de definir los desiertos se refiere a las regiones en las que se pierde más agua que la que cae como precipitación.

Los ecosistemas áridos de México son de baja productividad debido a la escasa precipitación y la variación extrema de temperaturas (hasta 20° de variación).

Sin embargo, a pesar de su sencillez estructural (tienen pocos estratos) son ecológicamente muy complejos. Los desiertos se caracterizan por una vegetación adaptada a la escasez de agua. Las adaptaciones de las plantas a la limitación del agua varían desde reducir o eliminar sus hojas, convirtiéndolas en espinas y realizando la fotosíntesis en los tallos, como en las cactáceas y otras plantas de desierto, hasta la capacidad de absorber agua rápidamente, aprovechando las escasas lluvias tormentosas que frecuentemente son las únicas que caen en los desiertos, o tener raíces muy profundas que alcanzan a utilizar los recursos acuíferos muy por debajo del nivel del suelo.

De acuerdo con la CONAFOR, la zonificación forestal identifica, agrupa y ordena los terrenos forestales, y preferentemente los terrenos forestales dentro de las cuencas hidrológico-forestales. Estas agrupaciones se hacen por funciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas protectoras y restauradoras con fines de manejo.

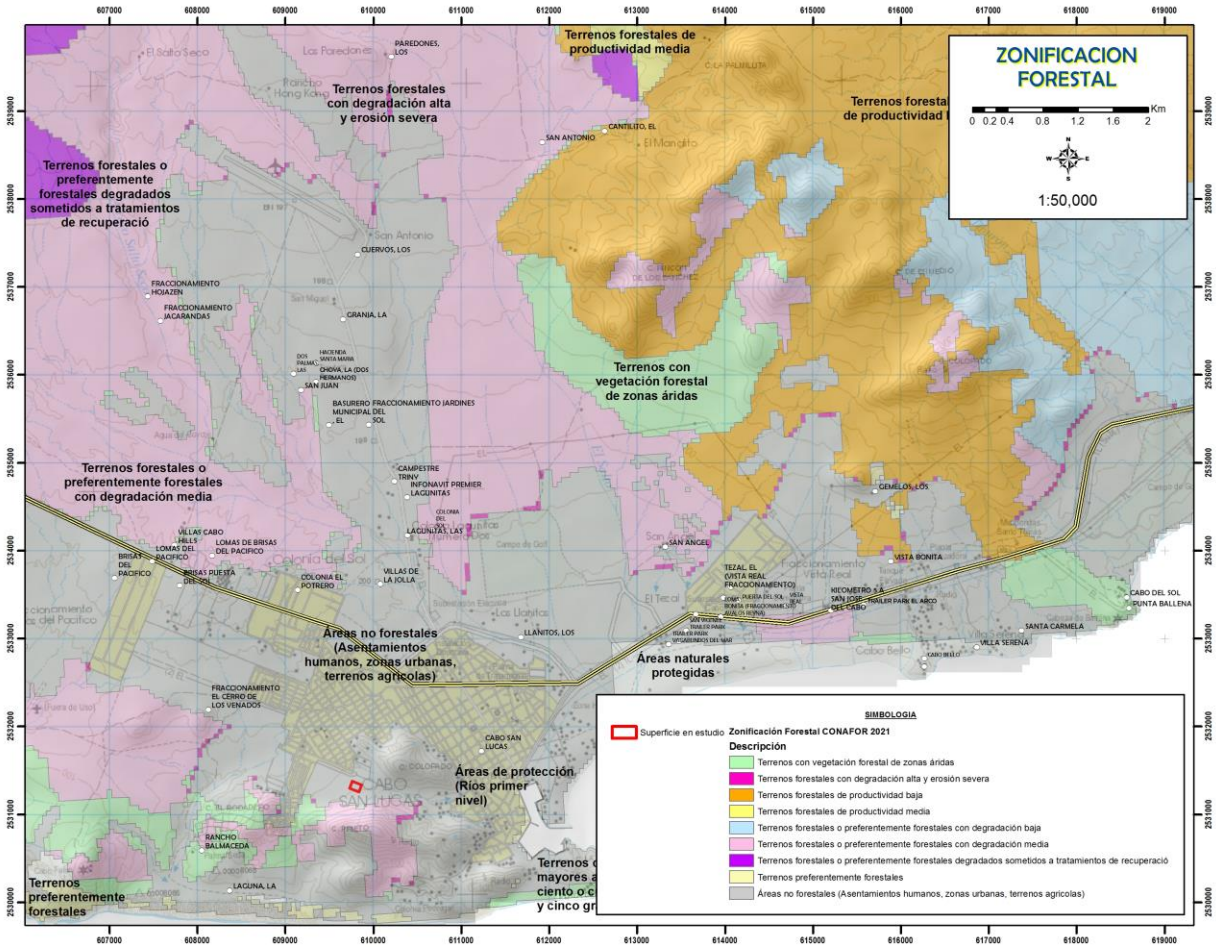



Figura 61. Zonificación forestal en la zona de estudio (CONAFOR, 2021, y la superficie solicitada).

El sitio en estudio y la superficie solicitada se encuentran en una zona denominada como **terrenos con asentamientos humanos**.

Para caracterizar la vegetación de la superficie del proyecto, se utilizaron técnicas de muestreo de campo para establecer cualitativa y cuantitativamente la biodiversidad vegetal, es decir; cuales y cuantos individuos ocupan las áreas del proyecto. Para plasmar sus características principales se analizaron una serie de parámetros y criterios expuestos por la bibliografía y recomendados para la caracterización de comunidades vegetales.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VII, 2018, el uso es asentamientos humanos, pero la vegetación presente es del tipo **variedad relacionada con la vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule**. Con el propósito de tener un inventario preciso de las especies de vegetación que hay en la superficie del proyecto, se procedió a realizar recorridos a pie por la zona de interés y se realizaron levantamientos de datos de composición vegetal para determinar la diversidad y densidad por la que está compuesta la vegetación presente, así como su altura y diámetro.

El inventario de la vegetación que se encuentra dentro del polígono solicitado se realizó llevando a cabo un conteo y medición de los individuos presentes dentro de un área de 1000 $m^2$ (método circular con un radio de 17.82 m de radio), en 2 puntos localizados dentro de la superficie solicitada. El estudio de la vegetación se realizó con la ayuda de un GPS portátil (Global Position System) y cinta métrica.

El levantamiento de flora en el sitio del proyecto se realizó en septiembre. La técnica utilizada para el muestreo de la vegetación fue la del método circular equivalente a un muestreo de 1000 $m^2$. Se lleva a cabo un reconocimiento preliminar que da cuenta del elenco taxonómico y de las especies presentes, para que desde el inicio se conozca qué es lo que se espera obtener en los sitios de muestreo para que sea representativo y no dejar especies fuera del conteo.

El método circular consiste en situarse en el sitio de muestreo previamente determinado y a partir de ese punto determinar un círculo de 17.82 metros de radio, es un círculo que delimita un espacio determinado en el sitio de muestreo en donde se contabilizan todos los individuos de cada especie a 17.82 metros a la redonda. Dicho método es muy rápido para analizar abundancia de vegetación ya que proporciona información más específica sobre la cantidad de las especies que se encuentran en un lugar.

Se eligió realizar un muestreo aleatorio estratificado, en este tipo de muestreo la población en estudio se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad, en este caso se encuentra el estrato alto o arbóreo, el medio o arbustivo y el bajo o herbáceo. Después de la separación, dentro de cada subgrupo se debe hacer un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permite subdividir a la población. Dado que los terrenos del proyecto presentan un tipo de vegetación homogénea, en una topoforma igual, tipo de suelo igual, se procedió a realizar el muestreo tomando en cuenta esta información. El número de muestreos aumenta mucho más cuando las variables de estudio son heterogéneas, y por el contrario, es posible que el número de sitios de muestreo disminuye cuando las variables son homogéneas.

Para la determinación del número de sitios de muestreo se usó el método de *Promedio Corrido* ayudado por el método de *Curvas especie-área*. El promedio corrido es un método que consiste en calcular el promedio por cada muestra adicional. Al adicionar las primeras muestras, los promedios suelen ser muy variables entre sí, pero, a medida que se va adicionando más muestras el promedio tiende a estabilizarse. La *curva especie-área* es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Estas curvas son muy útiles para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies. Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá aunque aumente el tamaño de muestreo. En este caso, la superficie es bastante reducida, y hay muchos puntos sin vegetación y fragmentada por caminos y veredas así como tiraderos de basura por lo que se determinó que con 2 sitios se puede representar la vegetación ya que es homogénea y no aumentó en especies al segundo muestreo.

Adicionalmente se recorrió la totalidad del predio en busca de especies adicionales en las actividades de conteo de fauna.




El método circular de 17.82 metros de radio es un círculo que delimita un espacio determinado dentro de un sitio de estudio en donde se identifican pequeñas partes de un ecosistema para de esta manera estimar diferentes aspectos que lo componen. Dicho método es muy rápido para analizar abundancia de vegetación ya que proporciona información más específica sobre la cantidad de las especies que se encuentran en un lugar. Los datos se utilizaron para determinar los indicadores ecológicos de Abundancia relativa (ARi), Dominancia relativa (DRi) y Frecuencia relativa (FRi) de cada especie y el índice de Shannon-Wienner (H') para la riqueza de especies (Marroquín et al., 2017).

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

$$p_i = n_i/N$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wienner

S = Número de especies presentes

Ln = Logaritmo natural

pi = Proporción de las especies i

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

Para la conservación de la biodiversidad a menudo se necesita determinar el número de especies (riqueza de especies) de un área dada o se requiere comparar el número de especies entre áreas distintas. Sin embargo, en muchos casos, es poco práctico e incluso imposible enumerar directamente las especies presentes en áreas de magnitudes diferentes. Por lo tanto, es necesario hacer un muestreo que realmente sea representativo de estos sitios. Desafortunadamente, la riqueza de especies observada en un hábitat (diversidad alfa) depende del tamaño de muestra. Entonces, por efecto del muestreo, esta riqueza cambia cuando los datos de distintos hábitats se agrupan sucesivamente, debido al cambio en la composición de especies o diversidad beta (Colwell et al., 2004; 2012).

Para la determinación de la confiabilidad se han realizado muchos esfuerzos con diferentes técnicas, sin embargo destaca mucho la metodología desarrollada por Anne Chao y colaboradores. La

problemática de poder establecer buena confianza durante el muestreo para que se tomen en cuenta todas las especies tiene una buena aproximación con las curvas de acumulación de especies como métodos no paramétricos. Estos últimos incluyen estimadores como el índice de Chao, el ACE (*Abundance-based Coverage Estimator*) y el ICE (In*cidence-based Coverage Estimator*) y tienen la ventaja de no requerir de supuestos sobre la distribución de las abundancias de las especies dentro de las comunidades.

Centrándonos exclusivamente en el índice de Chao, Colwell y Coddington propusieron dos variantes de éste: Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia.

El índice Chao1 fue originalmente propuesto en 1984 por Anne Chao para estimar el número de clases en una población considerando datos de abundancia.1 Para su construcción se considera un experimento, similar al método captura-recaptura, en el que en un entorno con S especies distintas se capturan N individuos y se registran sus especies. Denotamos por fi o f1 al número de especies que fueron observadas *i* veces. El índice Chao1 original está dado por la expresión:

$$\hat{S}_{\mathrm{Chao1}} = S_{\mathrm{obs}} + \frac{f_1^2}{2f_2}$$

Donde $S_{obs}$ es el número de especies que se observaron, mientras que f1 y f2 representan el número de especies que únicamente se observaron una o dos veces (singletons y doubletons respectivamente). Esta misma fórmula se usa para el cálculo de Chao2, pero considerando datos de incidencia.

Posteriormente, en 1987, Anne Chao obtuvo la misma fórmula pero considerando un modelo paramétrico, lo cual ***permite construir intervalos de confianza del nivel 100 α*** % usando el método Delta. El intervalo en cuestión es:

$$\left[ S_{\mathrm{obs}} + \frac{\hat{S}_{\mathrm{Chao1}} - S_{\mathrm{obs}}}{C_\alpha}, S_{\mathrm{obs}} + (\hat{S}_{\mathrm{Chao1}} - S_{\mathrm{obs}})C_\alpha \right]$$

En 2014, Chao y colaboradores obtuvieron un índice de Chao1 mejorado, en el sentido de que genera una cota inferior mejorada para estimar la riqueza. Este índice, $S_{iChao1}$, está dado por:

$$\hat{S}_{\mathrm{iChao1}} = \hat{S} + \frac{f_3}{4f_4} \times \max\left( f_1 - \frac{f_2 f_3}{2f_4}, 0 \right)$$

Estas formulas se encuentran desarrolladas de forma automatica en el software ***EstimateS***, el cual se puede descargar y usar de manera gratuita aquí (se anexan los archivos de ingreso y de resultados comprobables):

https://www.robertkcolwell.org/pages/1407

Su uso es muy sencillo, se insertan los datos obtenidos de los muestreos, y se especifican los parámetros deseados, como lo son los indices de diversidad y los estimadores de acumulacion de

especies Chao1, Chao 2, ACE principalmente, los datos obtenidos en resultados permiten realizar una gráfica del número de especies que se infiere serían obtenidas en cada muestra progresiva y cual es el número de especies que se estima deberían aparecer en los muestreos, con este número se pueden hacer las inferencias de % de confianza. No es necesario instalarlo, basta con descomprimir los archivos en un folder, y usar como formato de entrada para el programa un archivo de texto *.txt delimitado por comas, con el número de especies, el número de puntos de muestreo y los datos de los muestreos, por lo que su uso es sumamente sencillo. Se adjuntan los archivos usados y generados por este software.

**Confiabilidad del tamaño de muestra en la superficie de la microcuenca**

**Índice de completitud**

Para poder asegurar que con el número de sitios muestreo realizados en la superficie solicitada se obtenga una muestra suficiente de las especies de vegetación que se desarrollan en el sitio en estudio, se recurrió a un estimador no paramétrico de la riqueza de especies, el cual es un conjunto de métodos de estimación que no asumen distribución de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Colwell & Coddington, 1994).

Para este caso se usaron dos estimadores, conocidos como **Chao1** y **Chao2**, con los cuales se pudo estimar la completitud del inventario realizado de la vegetación objeto de estudio, entendiéndose como completitud a la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada.

A continuación, se presenta la forma de estimación de cada uno de estos estimadores y los resultados obtenidos de la asociación vegetal muestreada.

CHAO1. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

$$SChao1 = Sobs + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

**Sobs:** Número de especies registradas.

**$n_1$:** Especies que solo registran 1 solo individuo.

**$n_2$:** Especies que registraron 2 individuos.

CHAO 2. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

$$SChao2 = Sobs + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

**Sobs:** Número de especies registradas.

**$n_1$:** Especies que solo se registran en un solo sitio de muestreo.

**$n_2$:** Especies que se registraron en dos sitios de muestreo.

ACE e ICE son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell et al., 2004).

El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra, el ICE utiliza especies encontradas en diez o menos muestras (Lee y Chao, 1994, Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. Biometrics 50:88-97).

***Resultados***

Con los resultados obtenidos derivado del análisis de los índices de Chao1 y Chao2 tenemos que en la vegetación que se desarrolla en la superficie solicitada, se obtuvo un índice de completitud del **97.14 % con Chao1 y con Chao2 de 98.78 %,** de manera que son los más importantes y los que cuentan como el 98% de confiabilidad, mientras que se obtuvo un índice de completitud del 84.03 % con el parámetro ICE y de 85.00 % con el parámetro ACE. En la tabla siguiente la columna de REALES son las corridas de especies reales, la última fila refleja el número de especies encontradas. En la última fila se encuentran las especies que se espera se encontrarían de acuerdo con las corridas del software.

| Samples | REALES Mean (runs) | Chao 1 Mean | ACE Mean | Chao 2 Mean | ICE Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 14.92 | 15.37 | 16.65 | 14.92 | 14.92 |
| 2 | 17 | 17.5 | 20 | 17.21 | 20.23 |

| | |
|---|---|
| Chao1 | 97.14 |
| Chao2 | 98.78 |
| ACE | 85.00 |
| ICE | 84.03 |

**Curvas de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación nos permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,

2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y

3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001, en: *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003)*.

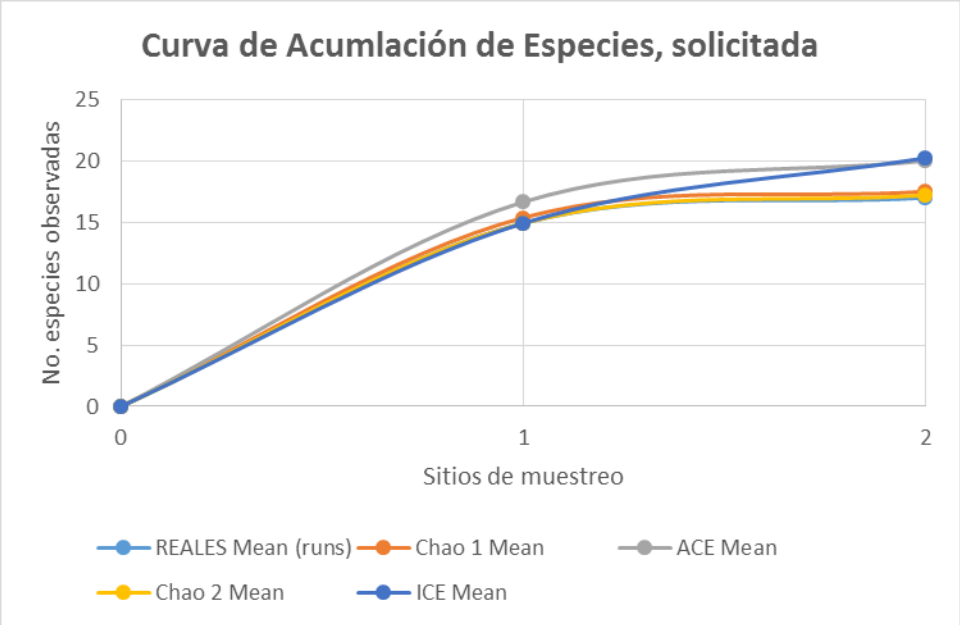
En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo (véase más adelante). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que la pendiente desciende a cero corresponde,

teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (*A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos, Revista Ibérica de Aracnología, Vol. 8, 31-XII-2003*).

Para la estimación del número total de especies existentes en cada localidad en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ellas fuera máximo, se han desarrollado también los denominados estimadores no paramétricos, algoritmos que emplean proporciones de especies raras (singletons / doubletons, especies que sólo cuentan con uno o dos individuos respectivamente en todo el inventario, y uniques / duplicates, especies que aparecen en una o dos muestras respectivamente, independientemente del número de individuos que presenten en cada una de ellas) para estimar el número total, bajo el supuesto de que cuantas más especies raras haya, mayor será el número de especies que quedan por aparecer en el inventario. Por ello, los especialistas de distintas disciplinas relacionadas con el conocimiento de la biodiversidad han recurrido al empleo de métodos de muestreo probabilísticos, tal como los estimadores de riqueza (Colwell y Coddington 1994 en *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003*).

Los estimadores no paramétricos presentan un funcionamiento poco fiable en diversas situaciones: elevado número de especies raras, distribución agregada de los organismos, baja proporción de especies observadas frente al número real (Petersen & Meier, 2003). Las estimaciones de riqueza obtenidas con los estimadores no paramétricos no son ni precisas ni tampoco fáciles de interpretar por lo que su uso es, de momento, cuestionable (Petersen et al., 2003; Chiarucci et al., 2003 en *A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, 2003*).

Se empleó el programa ***EstimateS 9.1.0*** (Colwell, 2013) que permitió evaluar y comparar la diversidad y composición de los conjuntos de especies de cada uno de los estratos de vegetación que se desarrollan en la superficie según los datos de muestreo, a través de una variedad de estadísticas de biodiversidad, que incluyen rarefacción y extrapolación, estimadores de riqueza de especies, índices de diversidad, números de Hill y medidas de similitud.




Utilizando esta metodología en la que cada punto de muestreo corresponde a una superficie circular de 1000 m², se seleccionaron 2 sitios donde se efectuaron los censos poblacionales de la vegetación existente. Los sitios de muestreo se presentan a continuación en un mapa:

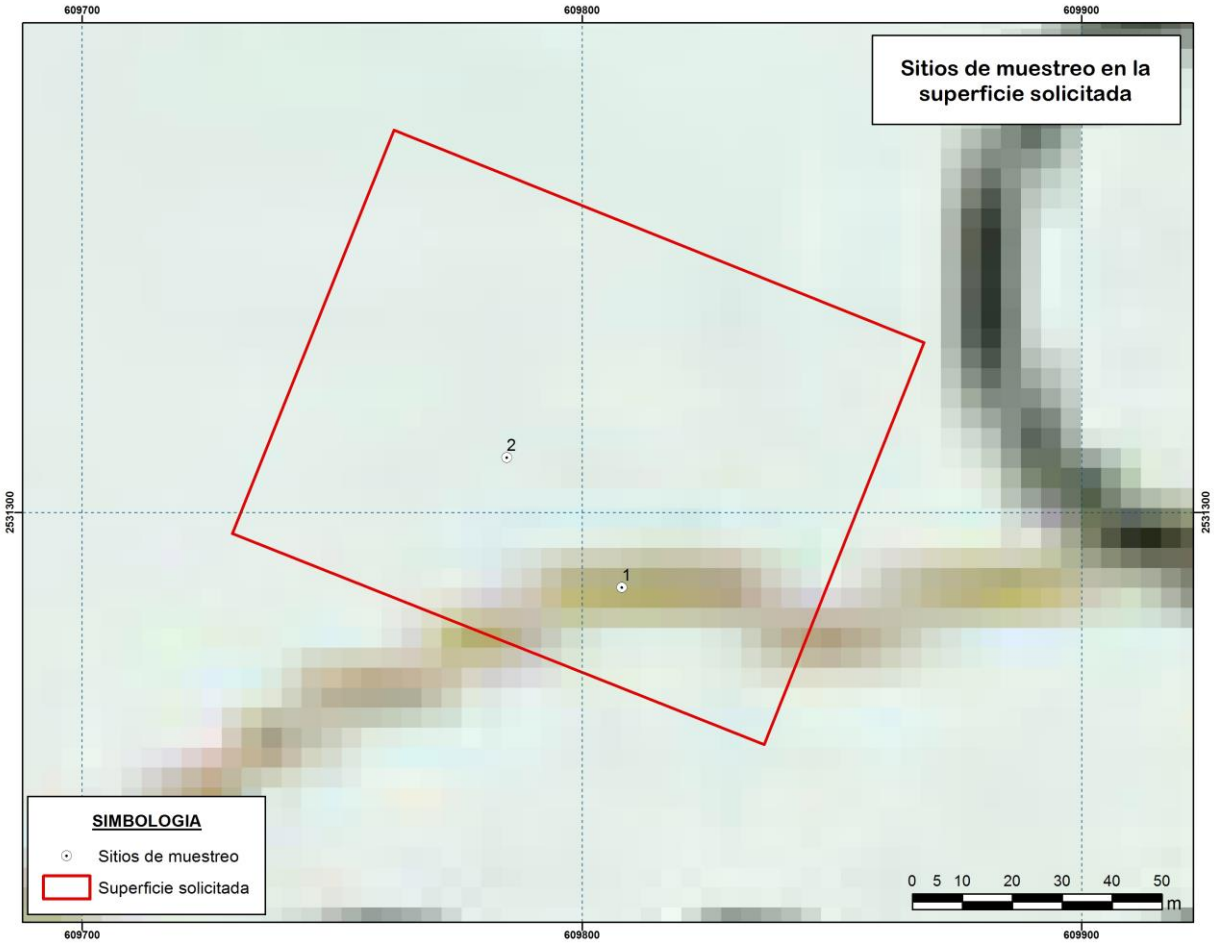



**Figura 62. Localización de los sitios de muestreo dentro de la superficie solicitada.**

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo donde se colectó la información de campo, en la superficie del proyecto.

LVIII Coordenadas UTM de los sitios de muestreo donde se colectó la información de vegetación.

| Sitio | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 609808 | 2531285 |
| 2 | 609785 | 2531311 |

**Análisis de la diversidad de la vegetación, Medidas de abundancia**

Riqueza de especies: Contabilizada como el número total de taxa registrados durante el levantamiento de información en campo (S).

Densidad absoluta y relativa (Da y Dr): La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, expresada en porcentaje.

Dominancia relativa (DmR): La Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies. Es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la estimación del área basal para el estrato arbóreo mientras que para el estrato arbustivo y herbáceo se utilizó la cobertura para determinar la Dor.

Frecuencia (F): La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

Índice de Valor de importancia (IVI): El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros.

Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística en las superficies solicitadas para CUSTF. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

**Resultados, Riqueza:**

En la superficie solicitada se encuentran 17 especies. El sustrato se encuentra totalmente cubierto de pasto, y dominan las herbáceas como la malva rosa y la Mariola entre todas las demás especies. Las especies importantes y que dominan totalmente esta superficie es el lomboy sobre todo, de todas las trallas, le siguen en abundancia garebatillo, cholla, torote colorado y cardón. Hay que mencionar que en el caso del cardón, hay unos 10 individuos grandes de más de 4 metros de alto, el resto de los ejemplares son rebrotes pequeños, algunos de apenas 30 cm de alto, la mayoría de menos de 1 metro de alto. Se encuentran después en abundancia especies de arbustos como vara prieta, rama prieta, amole, pimientilla y en abundancia menor el copal. La cholla es una especie que no es tan abundante pero que tiene presencia en forma de ejemplares grandes.

Dichas especies en esta asociación se pueden separar desde el punto de vista funcional ecológicamente en el estrato alto o arbóreo, que es el que tiene ejemplares de más de 2 metros de altura, el estrato arbustivo, que son los arbustos o las especies que se presentan en alturas medianas, de menos de 2 metros, generalmente de metro y medio, y el estrato herbáceo, que son las especies que dominan la zona más baja, como malva rosa, Mariola, palo colorado principalmente seguida de damiana. Del total de especies registradas en las superficies solicitadas hay 4 especies en el estrato alto, 9 especies en el estrato arbustivo y 4 especies en el estrato bajo, de manera que el estrato arbustivo es el más diverso con 9 especies, esta es una asociación en la que predominan los arbustos, con pocas especies arbóreas que también incluyen muchos ejemplares del estrato medio como el lomboy y el cardón, pero sobre todo el lomboy, cholla, garebatillo, pimientilla y el ejotón.

Estos datos se pueden representar primeramente como estratos, y hay que advertir que en cada estrato pueden aparecer las mismas especies, ya que en el estrato bajo se encuentran numerosos ejemplares de especies que apenas van creciendo y que en futuro podrían estar en estrato alto, como cardones, lomboy, ciruelos y torotes.

LIX Abundancia específica por cada sitio de muestreo realizado dentro del área solicitada para el CUSTF.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | SITIOS DE MUESTREO | |
|---|---|---|---|
| Estrato alto | | 1 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 8 | 2 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 7 | 2 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 1 | 0 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 1 | 0 |
| **Estrato medio** | | | |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 32 | 45 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 2 | 0 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 1 | 2 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 0 | 12 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 5 | 2 |
| Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 3 | 4 |
| Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 3 | 5 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 6 | 7 |
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 5 | 3 |
| **Estrato bajo** | | | |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 3 | 9 |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 4 | 7 |
| Palo colorado | *Colubrina californica* | 2 | 3 |
| Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 7 | 14 |

De acuerdo con los resultados de los muestreos realizados en campo, en el estrato alto o arbóreo se registraron un total de 4 especies; en este sentido las familias son Burseraceae, Cactaceae, Fabaceae (antes Leguminosae) y Anacardiaceae; el estrato alto o superior se encuentra bien representado por especies que crecen más de 2 metros de altura, algunos hasta 4 metros, como el cardón, se encuentran además del cardón el torote colorado, ciruelo y el ejotón, pero los mejor representados son los torotes colorados y los cardones, mientras que en menor proporción están el ciruelo y el ejotón.

El estrato considerado como medio o arbustivo se encuentra representado por 9 especies, el lomboy, pitahaya agria, copal, cholla, garebatillo, vara prieta, pimientilla, amole, rama prieta. La especie que mejor representa este estrato es el lomboy *Jatropha cinerea* ya que es muy numerosa seguida de la pitahaya agria que se encuentra en grupos o la vara prieta que también es muy evidente en este estrato así como garebatillo.

En lo que respecta al estrato bajo o herbáceo, en esta asociación se registraron un total de 4 especies**,** se trata de gran abundancia de malva rosa y Mariola como herbáceas que dominan todo el terreno, junto con pasto que crece cubriendo ya todo el terreno pero en condiciones de estar seco, hay palo colorado de talla muy pequeña pero sumamente abundante y seco, aunque hay ejemplares jóvenes de los otros dos estratos, sobre todo de lomboy y garebatillo, sin embargo es en el estrato medio es el que predominan mucho más, por lo que no se toman como estrato bajo. Lo anterior se puede apreciar en la siguiente tabla.

LX Riqueza de especies en los tres estratos en la superficie solicitada.

| ESTRATO | Nombre común | Nombre científico | TOTAL INDIVIDUOS EN MUESTREOS | TOTAL INDIVIDUOS ESTIMADOS EN 0.985400 HECTÁREAS |
|---|---|---|---|---|
| **ALTO O ARBÓREO** | | | | |
| **1** | Torote colorado | *Bursera microphylla* | 10 | 49 |
| **2** | Cardón | *Pachycereus pringlei* | 9 | 44 |
| **3** | Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 1 | 5 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **4** | Ejotón | *Pithecellobium confine* | 1 | 5 |
| **MEDIO O ARBUSTIVO** | | | | |
| **1** | Lomboy | *Jatropha cinerea* | 77 | 379 |
| **2** | Copal | *Bursera hindsiana* | 2 | 10 |
| **3** | Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 3 | 15 |
| **4** | Cholla | *Opuntia cholla* | 12 | 59 |
| **5** | Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 7 | 34 |
| **6** | Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 7 | 34 |
| **7** | Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 8 | 39 |
| **8** | Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 13 | 64 |
| **9** | Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 8 | 39 |
| **BAJO O HERBÁCEO** | | | | |
| **1** | Mariola | *Solanum hindsianum* | 12 | 59 |
| **2** | Damiana | *Turnera diffusa* | 11 | 54 |
| **3** | Palo colorado | *Colubrina californica* | 5 | 25 |
| **4** | Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 21 | 103 |

**Densidad absoluta y relativa:**

El terreno solicitado tiene una densidad específica de las especies de vegetación correspondiente al estrato alto de 105 ind/ha, siendo las especies mejor representadas el torote colorado con 50 ind/ha, el cardón con 45 ind/ha y el ejotón con 5, en cuarto lugar está el ciruelo con 5 ind/ha, estas dos últimas especies son grandes pero sumamente escasas en este terreno, por otro lado hay algunos ejemplares de lomboy, que es del estrato medio, alcanzando alturas de más de 3 metros.

En el estrato medio se obtuvo una densidad absoluta de 685 ind/ha, siendo la especie mejor representada el lomboy con 385 ind/ha, el garebatillo, con 65 ind/ha, la cholla con 60 ind/ha, le sigue el amole con 40 igual que la pimientilla con 40 ind/ha. Las especies con menor abundancia en este estrato son copal y pitahaya agria, esta última es muy visible ya que es grande pero no es abundante, mientras que el copal es poco abundante y raramente visible. Entre las especies con abundancia media están la vara prieta y la rama prieta.

Para el estrato bajo se obtuvo una densidad de 245 ind/ha, abunda mucho la malva rosa con 21 ind/ha, pero muy extendida enredándose entre todo el resto de la vegetación, asi como la Mariola con 12 ind/ha, pero también muy visible en este estrato. Hay dos especies que también están en este estrato, la damiana con 11 ind/ha y el palo colorado con 5 ind/ha.

En cuanto a la densidad general dentro de la superficie solicitada, que es de 9,854.00 $m^2$, se estima una cantidad de 50 torotes colorados, 44 cardones, 379 lomboy y 5 ciruelos, sin embargo la especie importante más numerosa es el lomboy con 379 individuos y la pitahaya agria con 14 individuos estimados para toda la superficie solicitada, los resultados completos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

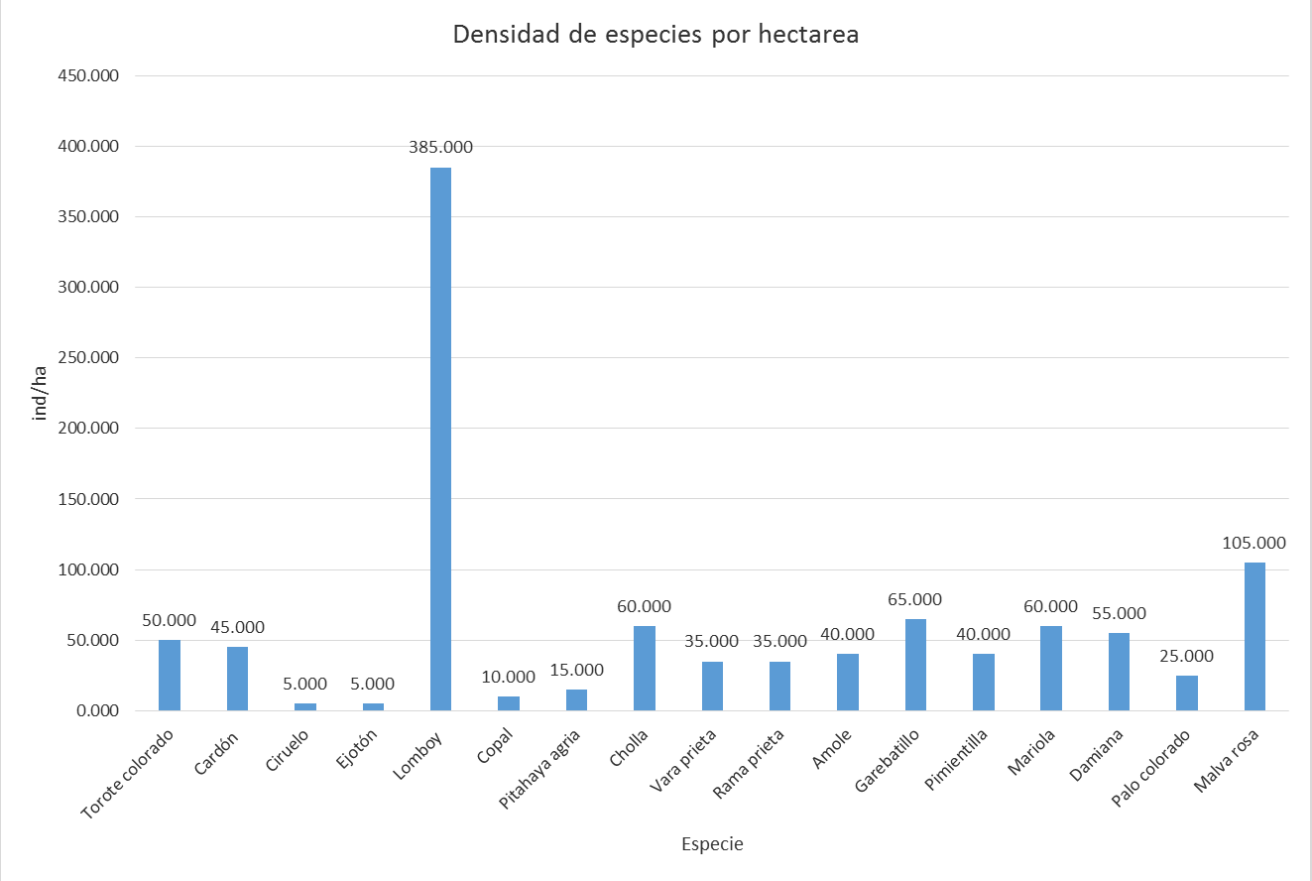
LXI Densidad absoluta y relativa estimada para los diferentes estratos de la superficie del proyecto.

| No. | Nombre común | Nombre científico | Densidad absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Densidad en 0.985400 ha. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato superior** | | | | | |
| 1 | Torote colorado | *Bursera microphylla* | 50.000 | 47.619 | 49 |
| 2 | Cardón | *Pachycereus pringlei* | 45.000 | 42.857 | 44 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 5.000 | 4.762 | 5 |
| 4 | Ejotón | *Pithecellobium confine* | 5.000 | 4.762 | 5 |
| **Total** | | | **105** | **100** | **103** |
| **Estrato medio** | | | | | |
| 1 | Lomboy | *Jatropha cinerea* | 385.000 | 56.204 | 379 |
| 2 | Copal | *Bursera hindsiana* | 10.000 | 1.460 | 10 |
| 3 | Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 15.000 | 2.190 | 15 |
| 4 | Cholla | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.759 | 59 |
| 5 | Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 35.000 | 5.109 | 34 |
| 6 | Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 35.000 | 5.109 | 34 |
| 7 | Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.839 | 39 |
| 8 | Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 65.000 | 9.489 | 64 |
| 9 | Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 40.000 | 5.839 | 39 |
| **Total** | | | **685** | **100** | **673** |
| **Estrato bajo** | | | | | |
| **1** | Mariola | *Solanum hindsianum* | 60.000 | 24.490 | 59 |
| **2** | Damiana | *Turnera diffusa* | 55.000 | 22.449 | 54 |
| **3** | Palo colorado | *Colubrina californica* | 25.000 | 10.204 | 25 |
| **4** | Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 105.000 | 42.857 | 103 |
| **Total** | | | **245** | **100** | **241** |

Es posible determinar que la asociación se encuentra dominada en número de individuos por lomboy y torote colorado principalmente como especies forestales importantes, luego siguen pitahaya agria, cholla, vara prieta, palo colorado, ciruelo, garebatillo, copal, ejotón, y como herbáceas hay dominancia de Mariola y malva rosa entre el paso del sustrato, tenemos especies como palo colorado y damiana en estrato bajo. En estrato alto dominan torote y cardón, sin embargo el cardón se encuentra en tallas de rebrotes, menores de medio metro. El lomboy, las pitahayas agrias, así como chollas, garebatillo, pimientilla y amole junto con rama prieta y vara prieta son predominantes en estrato medio.

Las especies menos numerosas son el copal, palo colorado, el ciruelo y el ejotón. En tanto que especies como el torote colorado y lomboy junto con cardón son abundantes ya sea en número o visualmente. La densidad de los individuos por hectárea se puede visualizar mejor en la siguiente figura.




## Índice de Valor de Importancia

Mediante el cálculo de los parámetros de la Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia Relativa, al sumarlos se estimó el I.V.I. para cada uno de los estratos de la asociación en cuestión, resultando en el estrato superior la especie con mayor importancia el torote colorado con 120 y sigue el cardón con 97 y el ciruelo con 44 así como el ejotón con 38.7.

En el estrato medio fue totalmente el lomboy con 80.6 y la pitahaya agria con 33.2, el garebatillo con 30.7, pimientilla con 30.2, el amole con 28.7, la rama prieta con 27.9, la vara prieta con 25.6 y la cholla con 23.8 y finalmente en el estrato bajo la especie de mayor importancia es la malva rosa con 81.9 y la damiana con 79.8 y la Mariola con 78.1.

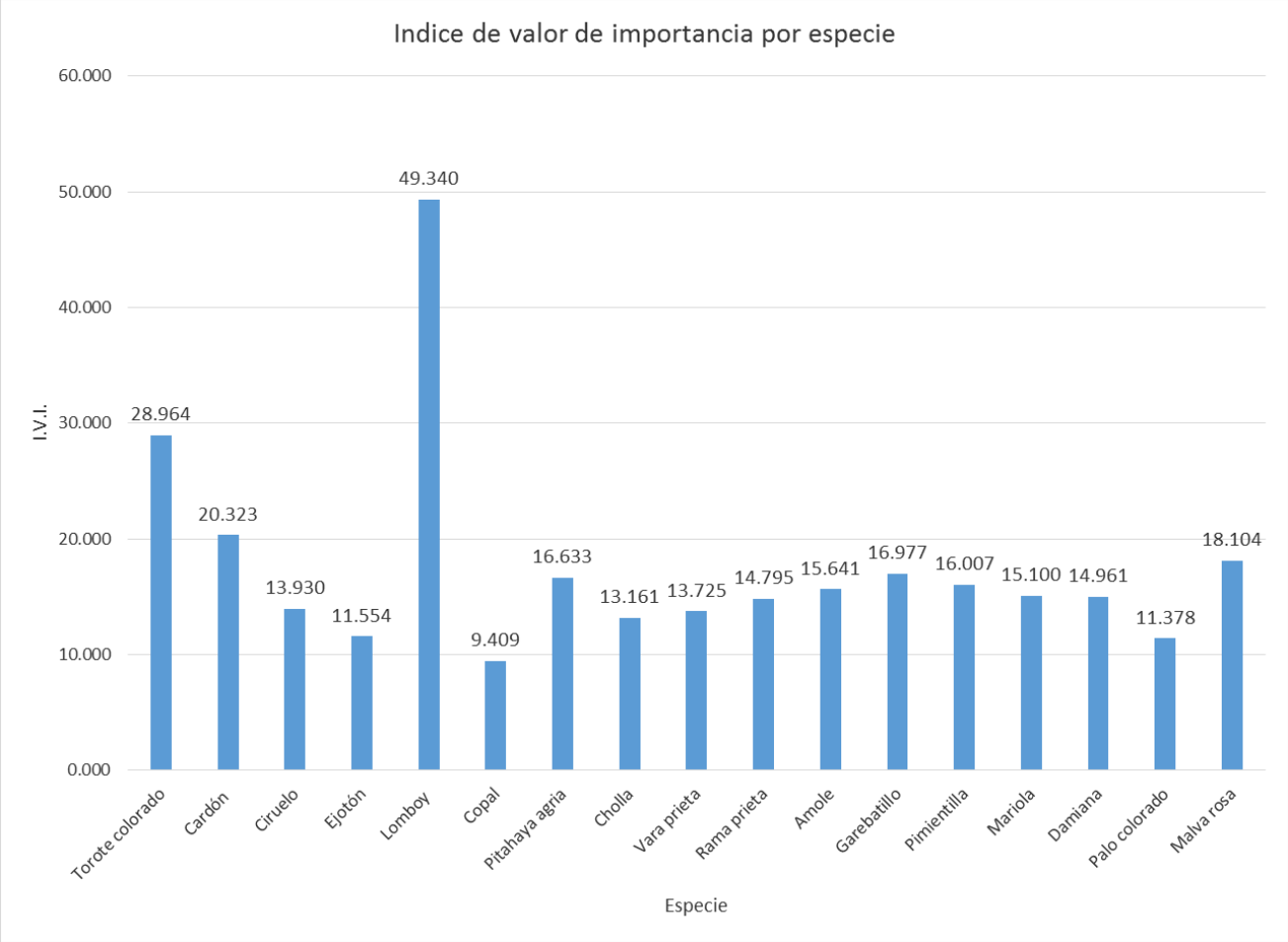
Los resultados completos se observan en la siguiente tabla.

LXII Índice de Valor de Importancia calculado para las superficies del proyecto.

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Dominancia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) | I.V.I. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto o arbóreo** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 50.000 | 47.619 | 39.139 | 33.333 | 120.091 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 45.000 | 42.857 | 20.860 | 33.333 | 97.050 |
| 3 | *Cyrtocarpa edulis* | 5.000 | 4.762 | 22.663 | 16.667 | 44.092 |
| 4 | *Pithecellobium confine* | 5.000 | 4.762 | 17.338 | 16.667 | 38.767 |
| **Total** | | **105** | **100** | **100** | **100** | **300** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato medio o arbustivo** | | | | | | |
| 1 | *Jatropha cinerea* | 385.000 | 56.204 | 11.953 | 12.500 | 80.657 |
| 2 | *Bursera hindsiana* | 10.000 | 1.460 | 11.154 | 6.250 | 18.864 |
| 3 | *Stenocereus gummosus* | 15.000 | 2.190 | 18.593 | 12.500 | 33.283 |
| 4 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.759 | 8.799 | 6.250 | 23.808 |
| 5 | *Caesalpinia californica* | 35.000 | 5.109 | 8.027 | 12.500 | 25.637 |
| 6 | *Indigofera fruticosa* | 35.000 | 5.109 | 10.362 | 12.500 | 27.971 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.839 | 10.362 | 12.500 | 28.701 |
| 8 | *Mimosa purpurascens* | 65.000 | 9.489 | 8.799 | 12.500 | 30.788 |
| 9 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 40.000 | 5.839 | 11.953 | 12.500 | 30.292 |
| Total | | **685** | **100** | **100** | **100** | **300** |
| **Estrato bajo o herbáceo** | | | | | | |
| 1 | *Solanum hindsianum* | 60.000 | 24.490 | 28.640 | 25.000 | 78.130 |
| 2 | *Turnera diffusa* | 55.000 | 22.449 | 32.375 | 25.000 | 79.824 |
| 3 | *Colubrina californica* | 25.000 | 10.204 | 24.940 | 25.000 | 60.144 |
| 4 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 105.000 | 42.857 | 14.045 | 25.000 | 81.902 |
| Total | | **245** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Para visualizar realmente el índice de valor de importancia por especie, nos servimos de la siguiente gráfica. Es posible observar que la distribución es ligeramente diferente de las abundancias por hectárea, al tomar en cuenta la dominancia por tamaño y su frecuencia. En este caso el valor de importancia de lomboy y de torote colorado aumenta drásticamente respecto a su abundancia por hectárea.




**Índice de Shannon Wiener (H'):**

El índice de Shannon-Wiener para cada uno de los estratos de esta asociación fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: H' = ∑ pi/log(pi), donde p es la proporción relativa de las i especies. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

LXIII Índice de Shannon calculado en la superficie del proyecto.

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 50.000 | 47.619 | 0.476 | -0.742 | -0.353 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 45.000 | 42.857 | 0.429 | -0.847 | -0.363 |
| 3 | *Cyrtocarpa edulis* | 5.000 | 4.762 | 0.048 | -3.045 | -0.145 |
| 4 | *Pithecellobium confine* | 5.000 | 4.762 | 0.048 | -3.045 | -0.145 |
| **Total** | | **105** | **100** | **1** | | **-1.006** |
| Riqueza | | | **4** | | | Índice de Diversidad de Shannon |
| Hmax = Ln S | | | **1.386** | | **1.006** | |
| Equitatividad (J)= | | | **0.726** | | | |
| **Estrato medio** | | | | | | |

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Jatropha cinerea* | 385.000 | 56.204 | 0.562 | -0.576 | -0.324 |
| 2 | *Bursera hindsiana* | 10.000 | 1.460 | 0.015 | -4.227 | -0.062 |
| 3 | *Stenocereus gummosus* | 15.000 | 2.190 | 0.022 | -3.821 | -0.084 |
| 4 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.759 | 0.088 | -2.435 | -0.213 |
| 5 | *Caesalpinia californica* | 35.000 | 5.109 | 0.051 | -2.974 | -0.152 |
| 6 | *Indigofera fruticosa* | 35.000 | 5.109 | 0.051 | -2.974 | -0.152 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.839 | 0.058 | -2.841 | -0.166 |
| 8 | *Mimosa purpurascens* | 65.000 | 9.489 | 0.095 | -2.355 | -0.223 |
| 9 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 40.000 | 5.839 | 0.058 | -2.841 | -0.166 |
| **Total** | | **685** | **100** | **1.00** | | **-1.542** |
| Riqueza | | | **9** | | | Índice de Diversidad de Shannon |
| Hmax = Ln S | | | **2.197** | | **1.542** | |
| Equitatividad (J)= | | | **0.702** | | | |
| **Estrato bajo** | | | | | | |
| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
| 1 | *Solanum hindsianum* | 60.000 | 24.490 | 0.245 | -1.407 | -0.345 |
| 2 | *Turnera diffusa* | 55.000 | 22.449 | 0.224 | -1.494 | -0.335 |
| 3 | *Colubrina californica* | 25.000 | 10.204 | 0.102 | -2.282 | -0.233 |
| 4 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 105.000 | 42.857 | 0.429 | -0.847 | -0.363 |
| **Total** | | **245** | **100** | **1.00** | | **-1.276** |
| Riqueza | | | **4** | | | Índice de Diversidad de Shannon |
| Hmax = Ln S | | | **1.386** | | **1.276** | |
| Equitatividad (J)= | | | **0.920** | | | |

Los resultados anteriores obtenidos para la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se distribuye a nivel de la **superficie solicitada** se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 17 (Riqueza = 17 especies); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 9 especies y el alto con 4 y bajo con 4 especies respectivamente.
2. La riqueza tendiente a baja y sobre todo la abundancia en todos los estratos es resultado de dos factores que ocurrieron en este predio. Por un lado se encuentra totalmente inserto en área con asentamientos humanos por todos los flancos, y de hecho es difícil encontrar vegetación forestal perteneciente a la misma asociación y microcuenca con qué comparar. Por otro lado, este terreno presenta evidencia de que hace muchos años, posiblemente décadas, fue objeto de daños, es evidente en la topografía inusual del terreno en la que se nota una discontinuidad longitudinal en la zona media del terreno y en el hecho de que hay numerosos brotes o rebrotes juveniles de cardón de menos de 0.5 metros de altura y de lomboy, así como ejemplares muy viejos de más de 4 metros.
3. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación en cuestión presenta un *H* de 1.006 en el estrato alto, 1.542 en el estrato medio y 1.276 en el estrato bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del

índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica baja en estrato bajo, en estrato medio y alto. Estos resultados se deben a que existe una riqueza baja de especies si se consideran por estrato. Por otro lado, si se consideran en su totalidad, la zona tiene una clara biodiversidad media, de 2.271, de manera que de este modo se puede decir que no es baja la diversidad dentro de la superficie solicitada, sino media.

4. En estrato bajo abundan mucho herbáceas temporales como malva rosa y Mariola, prácticamente todo el sustrato está cubierto con pasto seco.
5. De las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana 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, no se registran especies enlistadas.

**Consideraciones generales acerca de la vegetación encontrada en la microcuenca y en la superficie solicitada para cambio de uso del suelo**

De acuerdo con los datos recabados en las observaciones directas de campo, se pudo constatar en general que la vegetación que se encuentra en el sitio destinado al proyecto, así como la que se encuentra en el área de influencia, no es explotada en materia forestal, ni es dedicada para asentamientos especiales para etnias o grupos locales, por carecer de especies de interés comercial importante. Antropogénicamente, los pobladores de la región han usado en muy baja escala algunas especies para uso doméstico, como el aprovechamiento de la leña de maderas muertas y/o para la construcción de sus cercos y corrales.

La vegetación en las superficies solicitadas se encuentra con menor diversidad que la vegetación del mismo tipo localizado en áreas de la microcuenca. Se encuentra completamente dentro de áreas con asentamientos humanos, en dos flancos hay accesos, y en otros dos flancos hay fraccionamientos habitacionales. La topografía del predio indica que en su origen ocurrió alguna afectación que dejó marcas evidentes en las elevaciones, esto da como consecuencia algunas características de disturbio antropogenico como la presencia de cactáceas en forma de rebrotes como ocurre con los cardones y los lomboy.

Este predio también presenta afectaciones ocasionadas por la población que lo usa como tiradero de basura, especialmente del lado del acceso de terracería que se encuentra al sur.

En estrato bajo hay pocas especies, prácticamente solo hay damiana y palo colorado, sin embargo, con las lluvias de verano recientes este estrato se ha llenado de malva rosa y mariolas asi como pasto, mismo que ya esta seco al momento de realizar el estudio. Hay presencia de lomboy juveniles y cardones en ofrma de rebrotes, asi como pequeñas chollas que crecen a partir de clonación antropogénica, o por rotura de los cladodios que de manera oportunista se reproducen asexualmente, estos segmentos desprendidos echan raíces, forman nuevas plantas y se propagan coloniczando otras áreas, en este terreno se observa este fenómeno ocasionado por intrusion de pobladores al depositar basura de manera ilegal dentro del predio.

Muchas especies de los estratos medio y alto se encuentran en el estrato bajo también en etapas de crecimiento. Entre las especies identificadas se encuentran:

Cardón pelón, *Pachycereus pringlei*, se distribuye desde el desierto de San Felipe y sur de la Sierra San Pedro a Mártir Cabo San Lucas, excepto en el matorral halófilo del desierto del Vizcaíno. Se encuentra también en la franja costera de Sonora y sus islas.

Ciruelo, *Cyrtocarpa edulis*, endémica de Baja California Sur.

Lomboy, *Jatropha cinerea*, especie muy común y dominante en planicies aluviales, laderas y lomeríos.

Palo Colorado, *Colubrina californica*, se le encuentra en todo Baja California Sur, en bajadas aluviales, planicies, laderas y colinas y a lo largo de arroyos.

Pitahaya agria, *Stenocereus gummosus*, esta especie se encuentra en todos los ambientes por debajo de una elevación de 500 msnm en la totalidad de la península, incluso el sur de Sonora.

Cholla, *Opuntia cholla*, se localiza en toda la península de Baja California y es muy común, se le considera especie indicadora de sitios sobre pastoreados.

Garebatillo, *Mimosa purpurascens*, al igual que la Celosa, esta especie se distribuye en todo el estado de Baja California Sur excepto en las dunas y en el desierto del Vizcaíno.

Vara prieta, *Caesalpinia californica*, se distribuye en casi todo el territorio de Baja California Sur.

Torote colorado, *Bursera microphylla*, se le encuentra distribuido en todo el territorio peninsular, desde la Sierra Juárez hasta Los Cabos, también en Sonora y Arizona, en laderas rocosas y llanos aluviales, excepto e suelos húmedos.

*Bursera microphylla* es una especie arbórea que se distribuye casi en su totalidad en la extensión del Desierto Sonorense, endémica de la península de Baja California y extendido al desierto Sonorense. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



Distribución de *Bursera microphylla*

*Pachycereus pringlei*. Esta cactácea se distribuye en el desierto sonorense, endémica de la península de Baja California y extendido al desierto Sonorense. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



Distribución de *Pachycereus pringlei.*

*Cyrtocarpa edulis var. edulis*. Se distribuye por México donde habita en climas cálidos, secos y semisecos entre los 10 y los 1500 m s. n. m. Crece en suelo arenoso y a orillas de riachuelos, asociado al bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo y bosques de encino.

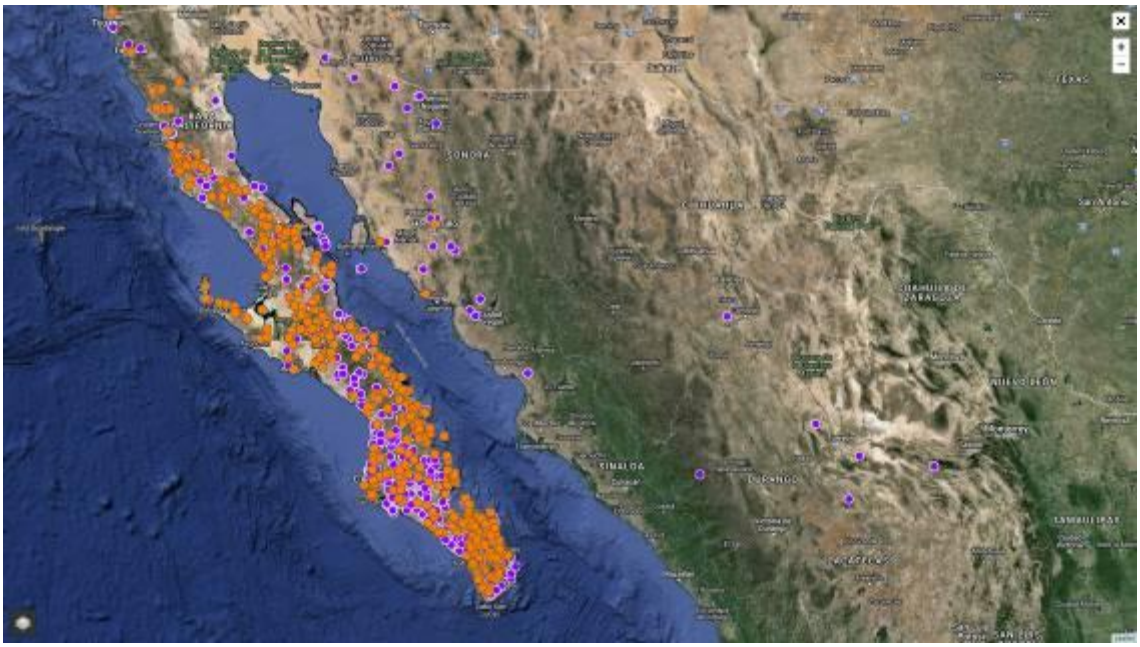
Sus frutos se utilizaron como alimento por Pericúes y Guaycuras hasta mediados del siglo XVIII. Actualmente las ciruelas son consumidas en fresco y se hacen conservas en escabeche. Sus semillas (nuez) localmente conocidos como “chuniques” son muy apreciados, escasamente se emplean como en alimentos horneados. Se conocen algunos tratamientos caseros para desinfección bucal. También es empleada como especie ornamental. Endémica del sur de Baja California Sur.

No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



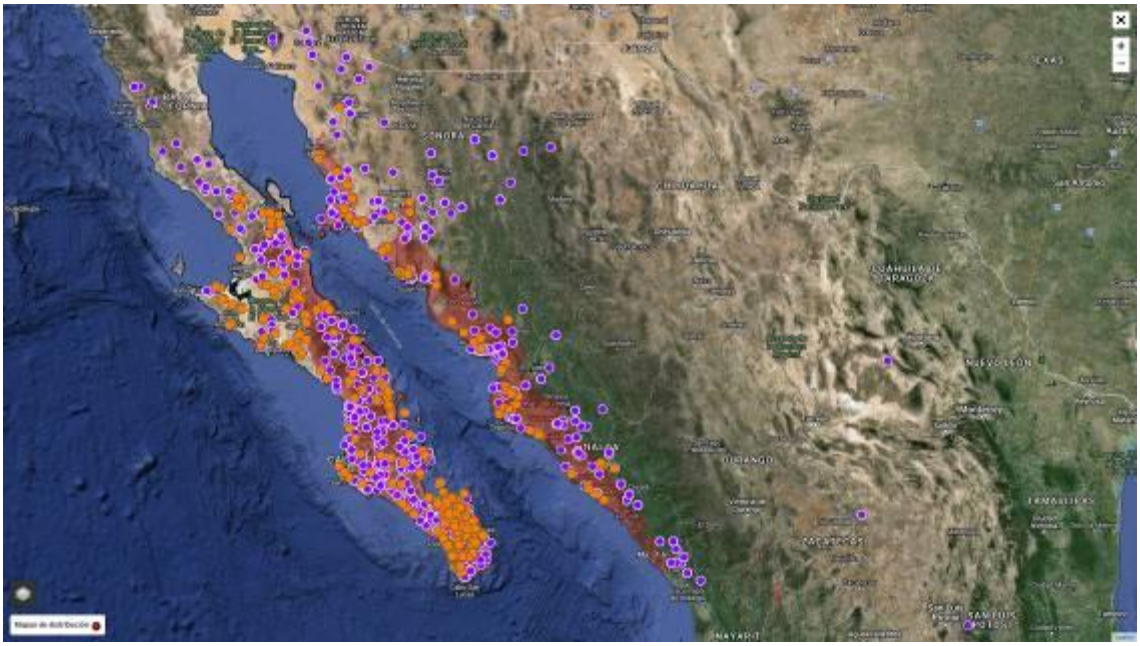
Distribución de *Cyrtocarpa edulis var. edulis.*

*Opuntia cholla*. Es nativa de Norteamérica y se distribuye en México, California y Arizona. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



Distribución de *Opuntia cholla.*

*Jatropha cinerea*. Esta planta habita en los matorrales desérticos y subtropicales, en climas cálidos, secos y semisecos desde el nivel del mar hasta 900-1500 msnm (Steinmann & Felger, 1997). Se encuentra principalmente en la zona costera del estado de Sonora y en la península de Baja California (Celaya et al., 2021). No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



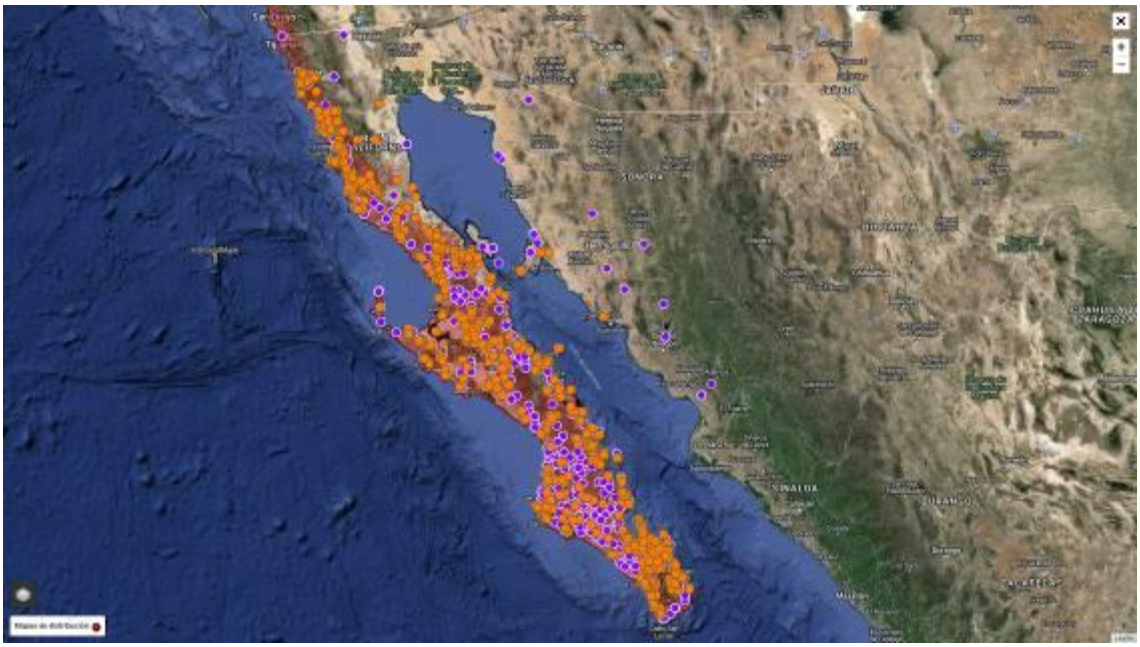
Distribución de *Jatropha cinerea.*

*Colubrina californica*. Palo colorado, especie endémica del desierto sonorense. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



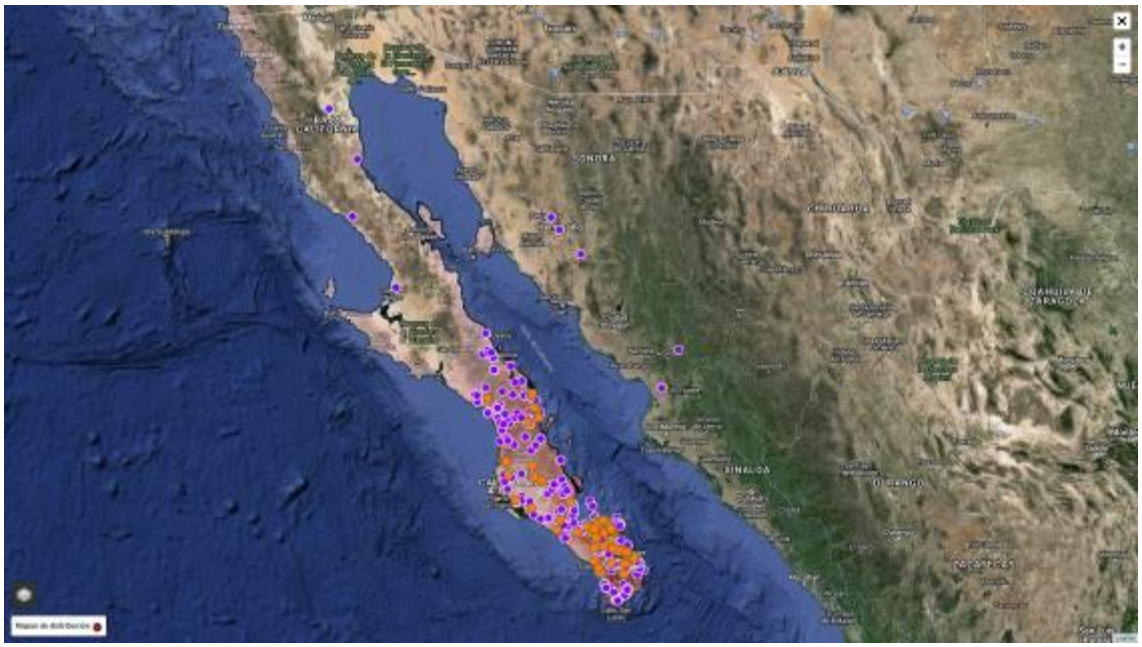
Distribución de *Colubrina californica.*

*Stenocereus gummosus*. Es endémica de México, donde se encuentra generalizada en la península de Baja California. Sin embargo, no se produce en las elevaciones más altas y en el noreste seco. Otras ocurrencias se encuentran en las islas y en las zonas costeras del desierto de Sonora. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



Distribución de *Stenocereus gummosus.*

*Caesalpinia californica*. Se distribuye en la zona sur de la península de Baja California. No se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.




Distribución de *Caesalpinia californica.*




Figura 63. Se muestra la vegetación dentro de predio.

## IV.4.3.1 Fauna en la superficie solicitada

La fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico o que se pueden encontrar en un ecosistema determinado. La distribución espacial de los animales depende tanto de factores abióticos (temperatura, disponibilidad de agua), como de factores bióticos. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o de depredación entre las especies. Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste.

La fauna se divide en dos grandes grupos: los invertebrados (que son la forma más antigua y primitiva de vida) y los vertebrados, que se subdividen en peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos. Existen diferentes tipos de fauna de acuerdo al origen geográfico de las especies que habitan un ecosistema o biotopo.

La fauna silvestre autóctona, nativa o indígena está formada por todos los animales que pertenecen naturalmente al ambiente que habitan.

La fauna silvestre exótica, alóctona, foránea o introducida está formada por todos los animales silvestres que no pertenecen naturalmente al medio que habitan, sino que han sido incorporados a él por acción voluntaria o involuntaria del hombre. A este tipo de fauna en la actualidad se la denomina fauna contaminante.

Fauna doméstica o fauna sometida a domesticación, está constituida por las especies domésticas propiamente dichas, es decir, aquellas especies sometidas al dominio del hombre, que se habitúan a vivir bajo este dominio sin necesidad de estar encerradas o sujetas y que en este estado se reproducen indefinidamente, teniendo este dominio como objetivo la explotación de la capacidad de diversos animales de producir trabajo, carne, lana, pieles, plumas, huevos, compañía y otros productos y servicios (el caballo, el buey, la oveja, la cabra, el gato, el perro, la gallina, el cerdo).

Fauna en proceso de domesticación está integrada por aquellos animales silvestres, sean autóctonos o exóticos, criados zootécnicamente bajo el dominio del hombre en condiciones de cautividad o semicautividad, que a través de las generaciones van perdiendo su carácter de salvajes para convertirse en domésticos y ser explotados con iguales fines que estos últimos. Debido al hecho de que aún no pueden ser consideradas especies domésticas, tienen que ser encuadradas para su gestión como variedades de poblaciones silvestres obtenidas en cautiverio y por lo tanto, manejados como especies silvestres.

### Abundancia absoluta y/o específica, abundancia relativa, riqueza e Índice de Diversidad de Shannon de la fauna dentro de la superficie solicitada

Metodología de muestreo

Para conocer las condiciones de la fauna silvestre que habita dentro de los predios, se llevó a cabo el monitoreo de tres diferentes grupos: mamíferos, aves y reptiles. Debido a que la superficie del predio no es muy amplia, únicamente de 1000 $m^2$, no fue necesario realizar puntos de muestreo, solamente se realizó el recorrido en el área completa, mientras se tomaron los datos de la vegetación en el terreno dividido en 4 sectores, se recorrió de manera muy cuidadosa, todo el terreno. El recorrido tiene una longitud de 946 metros si tomamos en cuenta las caminatas al interior, pero puede asumirse que se recorrió todo el lote completo varias veces.

El monitoreo de fauna a nivel predio fue con base en las siguientes técnicas:

- Para el registro de la reptiles se utilizó el método de muestreo denominado "recorridos al azar", que consiste en examinar sobre y debajo de rocas, en troncos y hojarasca, así como dentro de grietas donde pueden habitar especies de anfibios y reptiles; registrando: observación directa, huella, rastro, excreta y/o madriguera.
- Para el grupo de la mamíferos, dadas sus características de rápido desplazamiento se usaron técnicas de muestreos indirectos de excretas, huellas, rastros y madrigueras.
- Para el registro de aves se utilizó el método de búsqueda intensiva descrita en Ralph et al. (1996), que consiste en realizar caminatas libres para el registro e identificación visual de especies mediante el uso de binoculares, o acústico mediante el registro de cantos y llamados, con lo cual se incrementa la posibilidad de detección de especies de aves poco conspicuas. Este trabajo se apoyó con la guía de campo especializada sobre las aves de Norteamérica (Kaufman, 2005), para una mejor identificación de las especies.

**Resultados**

Puesto que la superficie prepuesta para el CUSTF es muy pequeña, la riqueza de herpetofauna fue muy baja, solamente **una especie** y no se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, dentro de las medidas de mitigación se consideran propuestas específicas sobre este grupo de fauna, dadas sus características de lento desplazamiento.

En lo que respecta a mamíferos, en el predio no se detectó excretas ni presencia de algún mamífero, posiblemente por la naturaleza expuesta del terreno y la dificultad de excavar madrigueras en suelo totalmente rocoso pero sobre todo por encontrarse completamente dentro de la zona de asentamientos humanos, con la Vía de Lerry asfaltada con circulación de automóviles constante por un lado, un acceso de terracería muy polvoso con autos estacionados en otro flanco, y fraccionamientos en los otros dos flancos, esta superficie se encuentra realmente aislada del resto de vegetación forestal de la microcuenca.

En cuanto a las aves, este grupo presenta gran habilidad para desplazarse, así como de utilizar, principalmente las zonas aéreas del hábitat, por consiguiente es el grupo de fauna mejor representado en el predio, del cual se registraron **3 especies**; ninguna de ellas se encuentra catalogada en alguna situación de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El zopilote realmente es un ejemplar que se encuentra dando vuelos alrededor, no se posó en el terreno, sin embargo pudo verse pasar por encima. Las torcasitas se observaron todas dentro del terreno posadas en los cardones de talla alta, también se encontraron nidos de las mismas, por lo menos 7 ejemplares se mantuvieron en las cercanías del terreno o dentro del mismo. Hay ocasionales gorriones visitantes en el terreno y posiblemente hay nidos de los mismos en los torotes más altos.

Los gorriones si fueron observados dentro del terreno realizando actividades de alimentación.

LXIV Listado de fauna identificado dentro de la superficie solicitada para CUSTF.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA | NOM-059-SEMARNAT-2010 | EVIDENCIA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | OD | OBSERVACIÓN INDIRECTA | | | |
| | | | | | C | N | E | H |
| **HERPETOFAUNA** | | | | | | | | |
| Cachorón güero | *Dipsosaurus dorsalis* | IGUANADAE | | **X** | | | | |
| **ORNITOFAUNA** | | | | | | | | |
| Aura o zopilote | *Cathartes aura teter* | CATHARTIDAE | | **X** | | | | |
| Gorrión común | *Passer domesticus* | PASSERIDAE | | **X** | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Torcasita, tortolita | *Columbina passerina pallescens* | COLUMBIDAE | | X | | | | |

OD- Observación directa.

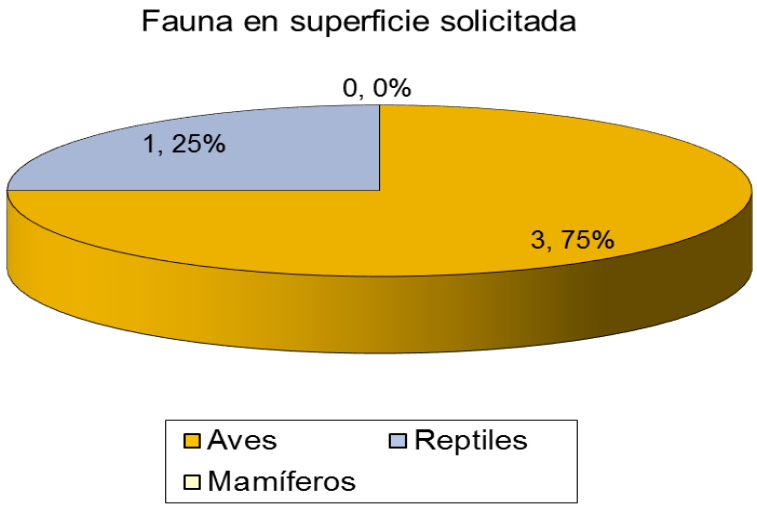



**Figura 64. Riqueza de especies con presencia a nivel superficie solicitada.**

## Índice de Diversidad de Shannon

Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad de vertebrados en el predio. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

El índice de Shannon-Wiener fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: H' = ∑ pi/Ln(pi), donde p es la proporción relativa de las i especies. Los resultados se presentan a continuación.

LXV Índice de Shannon calculado para el grupo de los reptiles a nivel superficie solicitada.

| No. | Nombre científico | Abundancia absoluta | Densidad relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Dipsosaurus dorsalis* | 28 | 1.00 | 0 | 0 |
| | **TOTAL** | **28** | **1.000** | | **0** |
| | **Riqueza** | | **1** | | **Índice de Diversidad de Shannon** |
| | **Hmax = Ln S** | | **1** | | |
| | **Equitatividad (J)=** | | **0** | | |

LXVI Índice de Shannon calculado para el grupo de las aves a nivel superficie solicitada.

| No. | Nombre científico | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (Pi) | Ln de Pi | Pi x Ln Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Cathartes aura teter* | 1 | 0.0278 | -3.5835 | -0.0995 |
| 2 | *Passer domesticus* | 25 | 0.6944 | -0.3646 | -0.2532 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | *Columbina passerina pallescens* | 10 | 0.2778 | -1.2809 | -0.3558 |
| | **TOTAL** | **11** | **1** | | **-0.7085** |
| | **Riqueza** | | **3** | | **Índice de Diversidad de Shannon** |
| | **Hmax = Ln S** | | **1.0986** | **0.7085** | |
| | **Equitatividad (J)=** | | **0.6449** | | |

**Índice de Shannon Wiener (H'):** Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 4.5 Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos", el máximo valor que puede tomar H es el logaritmo de S, ln(S). Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. Las mayores limitaciones de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina por abundancia.

**La diversidad completa en la fauna es de 1.0839.**

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

$$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$ y la equidad $$E = H' / hS$$

**Índice de Margaleff:** El Índice de Margaleff, o índice de biodiversidad de Margaleff, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margaleff fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán español Ramón Margaleff y tiene la siguiente expresión I=(s-1)/Ln N, donde I es la biodiversidad, s es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación Ln denota el logaritmo neperiano de un número.

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

**Dominancia de Simpson:** Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

El índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Simpson tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa". De hecho la interpretación de D es que es la probabilidad de un encuentro intraspecífico. O sea la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad que ambos sean de la misma especie. Lo más alto que es esta probabilidad lo menos diverso es la comunidad (sensu Wallace). Hay tres métodos.

$$D = \sum_i \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad D = \sum p_i.p_i \text{ o sea } D=\sum p^2$$

**Berger Parker Dominancia: es un índice únicamente de dominancia.**

$$d = Nmax / N$$

Como podemos ahora apreciar, es posible usar muchos indices de diversidad o dominancia o equidad, sin embargo algunos omiten la equidad, otros sobrevaloran la dominancia, otros unicamente son de dominancia. El mas equilibrado es el de Shannon Wiener, con el cual se puede unir a la equidad y asi tener un parámetro mas robusto para hacer comparaciones.

- Índice de Shannon Wiener: 1.084
- Índice de Margaleff, riqueza específica, todos vertebrados: 0.7297
- Dominancia de Simpson (los tres métodos): 0.3819
- Dominancia de Berger-Parker: 0.4590

Los resultados anteriores obtenidos para el grupo de vertebrados que se distribuye dentro de la superficie necesaria para el desarrollo del proyecto se pueden interpretar como sigue:

- En términos de riqueza, en el grupo de los vertebrados se identificaron un total de 4 especies; 3 del grupo de las aves (75%), 1 del grupo de los reptiles (25 %).
- Desde el punto de vista del índice de diversidad de Shannon (H), el grupo de las aves es el que presenta una H mayor (H = 0.7086). De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área se considera de diversidad baja, en tanto que los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), para el caso del grupo de las aves esta diversidad se puede considerar como baja (H= 0.7086) y en el caso de los grupos de reptiles y mamíferos la diversidad se puede considerar como muy baja (H=0).
- En lo referente a especies en norma, de las 4 especies identificadas, ninguna de ellas se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Conclusiones:**

1. El grupo de los vertebrados dentro de la superficie necesaria para el desarrollo del proyecto mantiene una diversidad baja para el grupo de las aves y una diversidad muy baja para los grupos de los reptiles y mamíferos. De acuerdo a la prospección de campo, el grupo de las aves es el que ostentó una mayor riqueza, abundancia y además del valor más alto de diversidad conforme al índice empleado. No obstante, dos de ellas se observaron únicamente al paso por el terreno, el gorrión, realmente muy escaso si se compara con los alrededores de área urbana en los que hacen los nidos en los árboles de ornato, y se distribuye en toda la zona de influencia, los ejemplares de tortolitas aparentemente son residentes del terreno ya que permanecieron posados en los cardones cercanos todo el tiempo.
2. Con relación a las especies protegidas por la legislación nacional, no se registró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, dentro de los programas de rescate, colecta y translocación de fauna silvestre se le dará prioridad y especial atención al grupo de reptiles debido a su lento desplazamiento.
3. Los muestreos se realizaron en noviembre del 2025, de manera que estimamos que los reptiles fueron muy escasos debido a que no es temporada de calor, y de hecho la temperatura se mantuvo baja durante la totalidad del día.

# V 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

## V.1 *ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD*

**Flora**. En lo que a riqueza de flora silvestre se refiere, para vegetación del tipo secundaria arbustiva de Matorral Sarcocaule a **nivel sistema ambiental o microcuenca** hidrológica, conforme al levantamiento de 3 sitios de muestreo se registraron un total de 22 especies, en tanto que dentro de la superficie solicitada, mediante el conteo total de las especies en la superficie, se encontraron 17 especies, todas las especies registradas dentro de esta superficie se encuentran representadas en el área de influencia o microcuenca, por lo tanto con el CUSTF propuesto no se pretende afectar especies exclusivas del predio.

En lo que se refiere la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies enlistadas, ni en la zona de la microcuenca ni al interior de la superficie solicitada.

Con base en el levantamiento de la información de campo, mediante el cálculo de la Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa, se estimó el IVI para la asociación de vegetación; además, con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

Para definir el estrato al que pertenece cada una de las especies registradas, se consultaron fichas técnicas, así como descripciones de las especies con el fin de ubicar cada especie en el grupo correspondiente y, de esta forma, proceder con el análisis de los índices de diversidad de acuerdo con su forma de vida.

Por otra parte, se determinaron los parámetros estructurales de las comunidades vegetales como densidad de plantas por hectárea y cobertura, además, se calcularon los parámetros ecológicos de la comunidad vegetal, tales como: densidad, dominancia y frecuencia relativas, tal como se indica a continuación:

**Densidad**. Este parámetro permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta se refiere al número de individuos de una especie "x" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, en porcentaje.

**Frecuencia**. Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en las que una especie está presente, por

tanto, la Frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual.

**Dominancia**. Se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc. La comunidad por lo general lleva el nombre de la especie que domina; en este caso se determinó la dominancia en función del área que proyecta la copa o follaje.

Por su parte, la estimación de los índices de diversidad se realizó mediante el índice de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI), ya que contempla la cantidad de especies presentes en al área de estudio (riqueza de especies), la cantidad relativa de individuos de cada una de las especies (abundancia); así como la jerarquización de la dominancia de cada especie.

**Índice de valor de importancia (IVI)**

Este índice define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema1, es decir, el tipo de especies con los valores más altos definirán tanto la forma en la que, teóricamente el resto de las especies puede comportarse, ya que en ecosistemas perturbados, este índice será alcanzado por aquellas especies con una mayor resistencia a condiciones adversas, mientras que en ecosistemas bien conservados, las especies primarias serán las que destaquen por su valor.

$$IVI = DR + FR + DoR$$

**Índice de Shannon-Wiener**

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido de forma aleatoria de un conjunto de individuos.

Los índices de Shannon-Wiener fueron calculados con los registros de cada especie. Los resultados obtenidos para vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se distribuye a **nivel de la microcuenca** se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 22 (R = 22); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 10 especies y el alto o superior con 6 especies, en tanto que el estrato bajo presentó 6 especies también; la riqueza mostrada con el índice de Shannon señala que las especies menores de 40 cm, clasificadas con el estrato bajo, son mucho menos que las especies que superan los 70 a 90 cm de altura, las que constituyen el estrato medio. El estrato alto se diferencia por sus formas arbóreas, con especies que miden más de 2 metros de altura. Hay numerosos ejemplares como rebrotes de cardón y de lomboy, sobre todo acercándose a la zona habitada, mientras que en tanto se aleja uno hacia el sur la vegetación es más madura y alta.
2. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule presenta un H de 1.508 en el estrato alto, 1.794 en el estrato medio y 1.594 en el estrato inferior o bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica media en el estrato medio, es decir con especies que dominan desde los 50 cm hasta los 2 metros de altura. En el estrato bajo se encuentra una diversidad media, aunque los ejemplares pueden ser muy numerosos debido a herbáceas crecidas durante las precipitaciones de verano recientes. **La asociación completa tiene una diversidad de 2.671.**

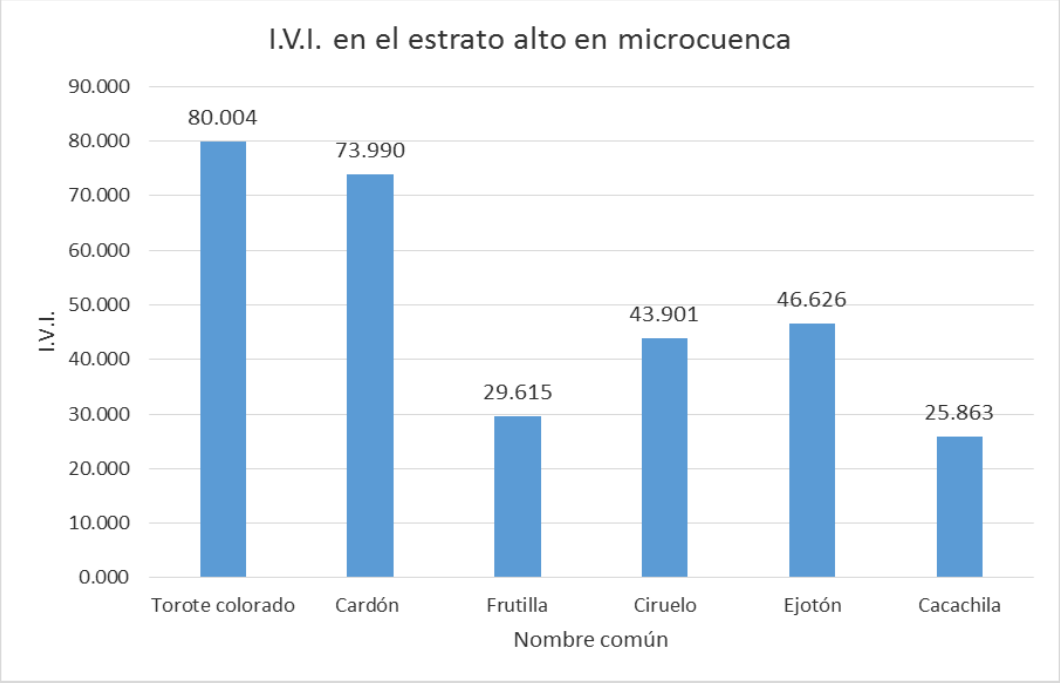
3. De las especies registradas en los sitios de muestreo realizados, no se registran especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo.

**Estrato arbóreo o alto en microcuenca**

Dentro de los 3 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato alto o arbóreo se obtuvo un total de 6 especies que, en total suman 58 individuos en el área muestreada y 193 por hectárea. Es decir, son muy poco numerosos y de baja densidad. La densidad de ejemplares en estrato alto es de 193 ind/ha. Por otra parte, de las especies de estrato arbóreo observadas en la microcuenca, no hay ninguna enlistada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

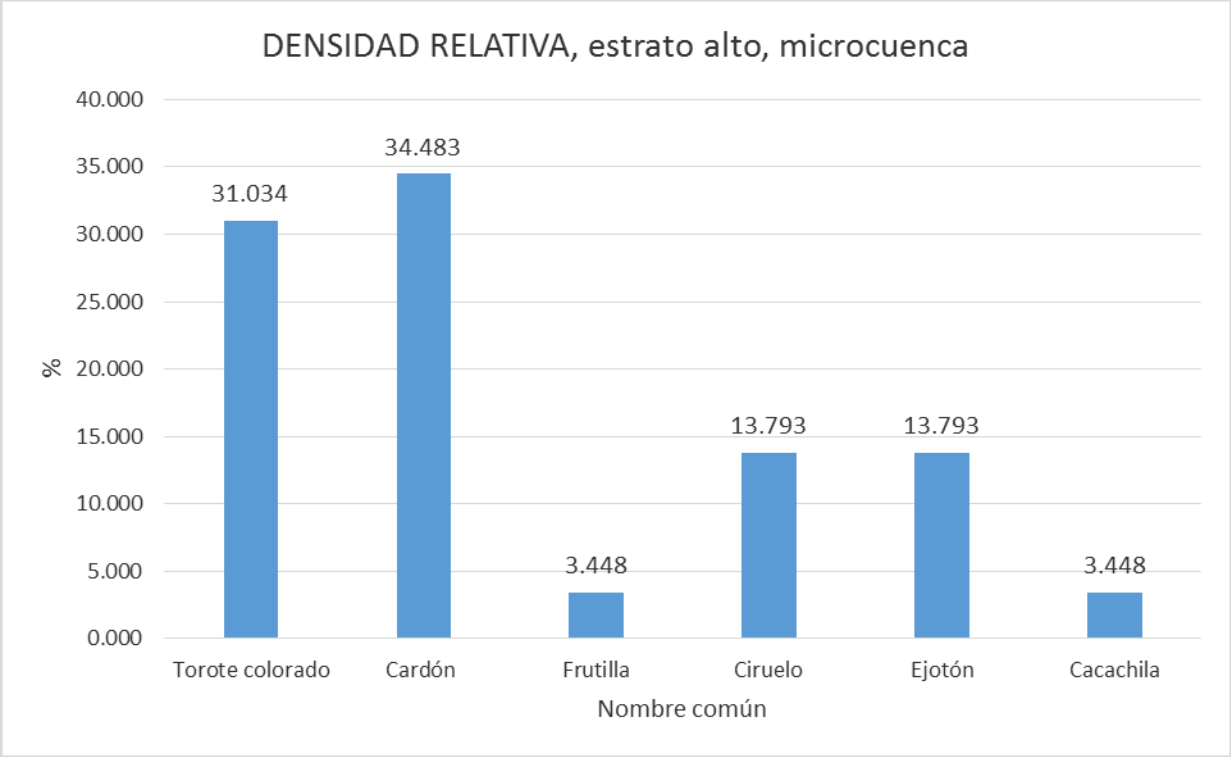
| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Dominancia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) | I.V.I. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 60.000 | 31.034 | 28.970 | 20.000 | 80.004 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 66.667 | 34.483 | 19.508 | 20.000 | 73.990 |
| 3 | *Lycium californicum* | 6.667 | 3.448 | 12.833 | 13.333 | 29.615 |
| 4 | *Cyrtocarpa edulis* | 26.667 | 13.793 | 16.775 | 13.333 | 43.901 |
| 5 | *Pithecellobium confine* | 26.667 | 13.793 | 12.833 | 20.000 | 46.626 |
| 6 | *Karwinskia humboldtiana* | 6.667 | 3.448 | 9.081 | 13.333 | 25.863 |
| Total | | **193.335** | **100.001** | **100** | **100.001** | **300** |

El índice de importancia biológica nos indica que el torote colorado fue la especie más importante, con un I.V.I. de 80.0, mientras que el cardón tuvo 73.9, y hay que destacar que la mayor parte de los cardones son altos, a diferencia de la superficie del proyecto en la que abundan los cardones juveniles o rebrotes de menos de medio metro o de poco de más de un metro, por ser de tallas grandes en la microcuenca representa buena importancia, las especies que siguen en importancia son el ejotón con 46.6 y el ciruelo con 43.6. La frutilla es la especie de menor importancia en este caso con 29.6 junto con la cacachila con 25.8.



### Densidad relativa

En el área de muestreo dentro de la microcuenca en estrato arbóreo o alto se registraron un total de 6 especies con forma de vida arbórea, lo que equivale a un total de 193 individuos por hectárea en densidad absoluta. En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde al cardón con 34.4 y al torote colorado (*Bursera microphylla*) con una densidad relativa de 31% y 60 individuos por hectárea, seguida por las otras dos especies con valores casi iguales de 13.7, el ciruelo y el ejotón, mientras que frutilla y cacachila comparten la misma densidad relativa de 3.4.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato arbóreo es de 1.509, el cual puede ser considerado como una diversidad media debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 1.792 y correspondería a la misma categoría, media. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.842, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es alta, al menos hay tres pares de especies que comparten abundancia entre sí.

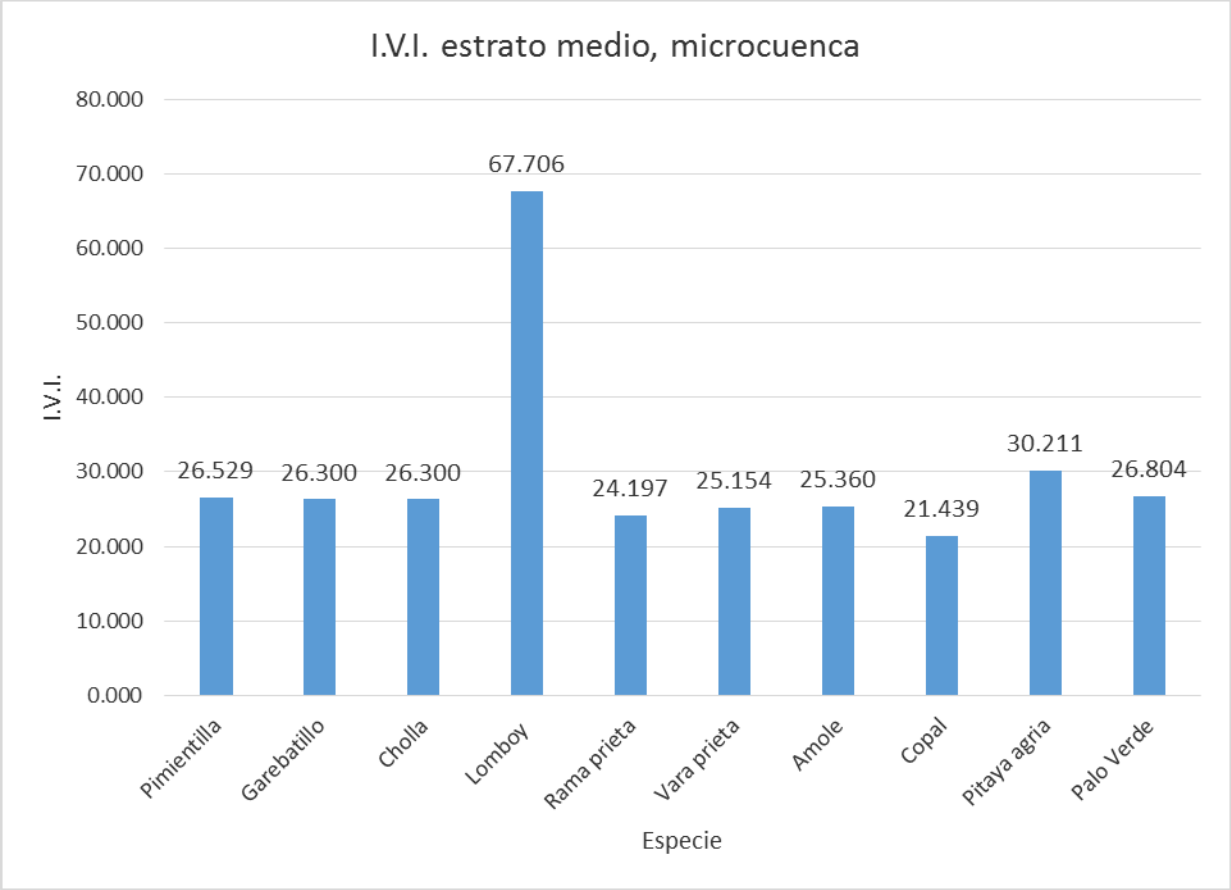
### Estrato arbustivo microcuenca

Dentro de los 3 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato arbustivo en microcuenca se obtuvo un total de 10 especies que, en total suman 204 individuos en el área muestreada y 680 individuos por hectárea. Por otra parte, de las especies de estrato arbustivo observadas en la microcuenca, no hay ninguna enlistada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Estrato medio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Especie** | **Densidad Absoluta (Indiv/Ha)** | **Densidad relativa (%)** | **Dominancia relativa (%)** | **Frecuencia relativa (%)** | **I.V.I.** |
| 1 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 43.333 | 6.373 | 10.157 | 10.000 | 26.529 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | *Mimosa purpurascens* | 60.000 | 8.824 | 7.476 | 10.000 | 26.300 |
| 3 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.824 | 7.476 | 10.000 | 26.300 |
| 4 | *Jatropha cinerea* | 323.333 | 47.549 | 10.157 | 10.000 | 67.706 |
| 5 | *Indigofera fruticosa* | 36.667 | 5.392 | 8.805 | 10.000 | 24.197 |
| 6 | *Caesalpinia californica* | 56.667 | 8.333 | 6.821 | 10.000 | 25.154 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.882 | 9.478 | 10.000 | 25.360 |
| 8 | *Bursera hindsiana* | 13.333 | 1.961 | 9.478 | 10.000 | 21.439 |
| 9 | *Stenocereus gummosus* | 30.000 | 4.412 | 15.799 | 10.000 | 30.211 |
| 10 | *Cercidium peninsulare* | 16.667 | 2.451 | 14.353 | 10.000 | 26.804 |
| Total | | **680** | **100** | **99.98** | **99.99** | **300.001** |

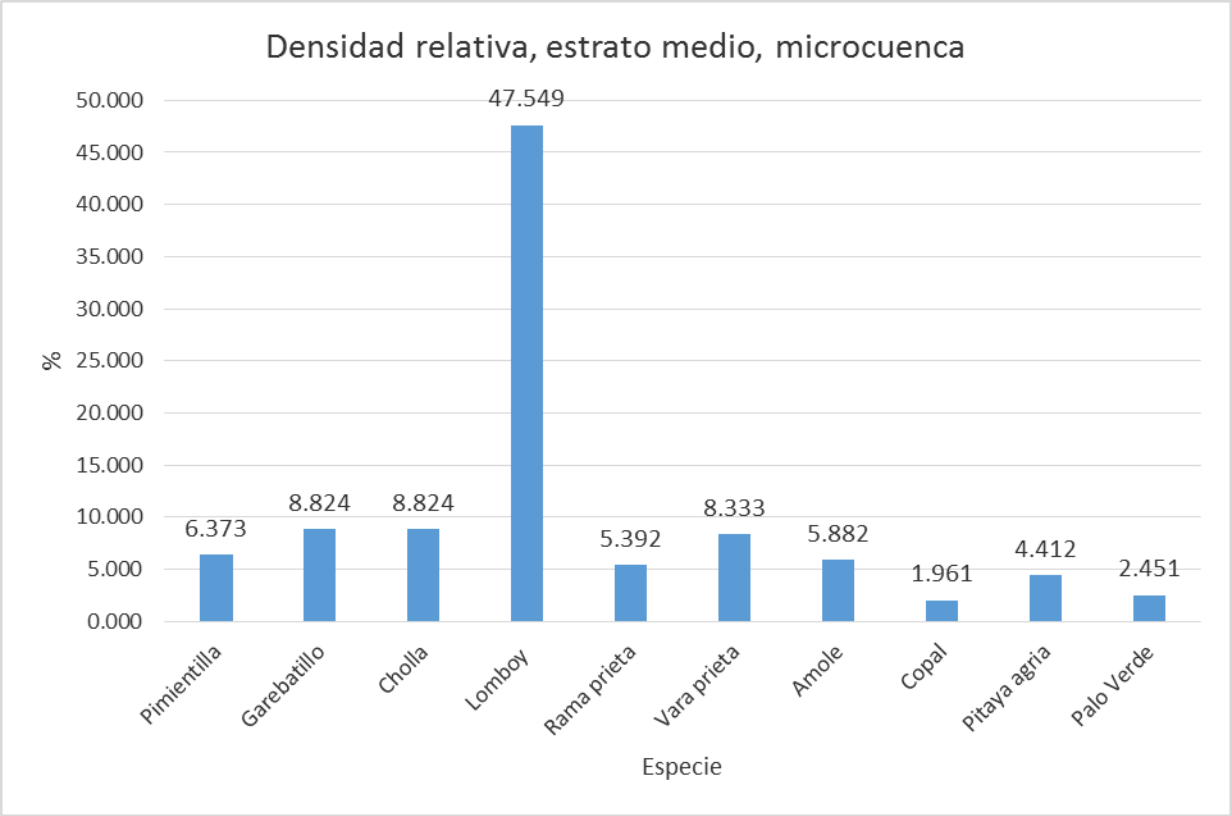
El índice de importancia biológica nos indica que el lomboy fue la especie más importante, con un IVI de 67.7, y después del lomboy, prácticamente el resto de especies comparten un índice de valor de importancia muy parecido, destaca la pitahaya agria con 30.2, la pimientilla con 26.5, el palo verde del que los pocos árboles existentes son muy evidentes en campo, con 26.8, garebatillo y cholla con 26.3, vara prieta y amole con 25.3 y 25.1, el copal es el de menor IVI con 21.4.




**Densidad relativa**

En el área de muestreo dentro de la microcuenca en estrato arbustivo se registraron un total de 10 especies con forma de vida herbácea, lo que equivale a un total de 680 individuos por hectárea en densidad absoluta. En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde al lomboy (*Jatropha cinerea*) con una densidad relativa de 47.5 % y 323 individuos por hectárea, mientras que el resto de las especies

comparten una abundancia mucho menor, indicativo de una total dominancia del lomboy. Se encuentran especies como garebatillo y cholla que comparten la misma abundancia de 8.82%, se encuentra la vara prieta con 8.3%, pimientilla con 6.3%, amole con 5.8%, rama prieta con 5.3% y el palo verde junto con copal muy escasos con 2.4 y 1.9% respectivamente.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato arbustivo es de 1.794, el cual puede ser considerado como una diversidad media debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 2.303 y correspondería a la categoría arriba, de media hacia alta alcanzada. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.779, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es media, aunque la asociación se encuentra dominada con una sola especie, las demás se encuentran muy emparejadas entre sí, con excepción del copal y palo verde que en número representan apenas el 4.4% combinados.

### Estrato bajo o herbáceo

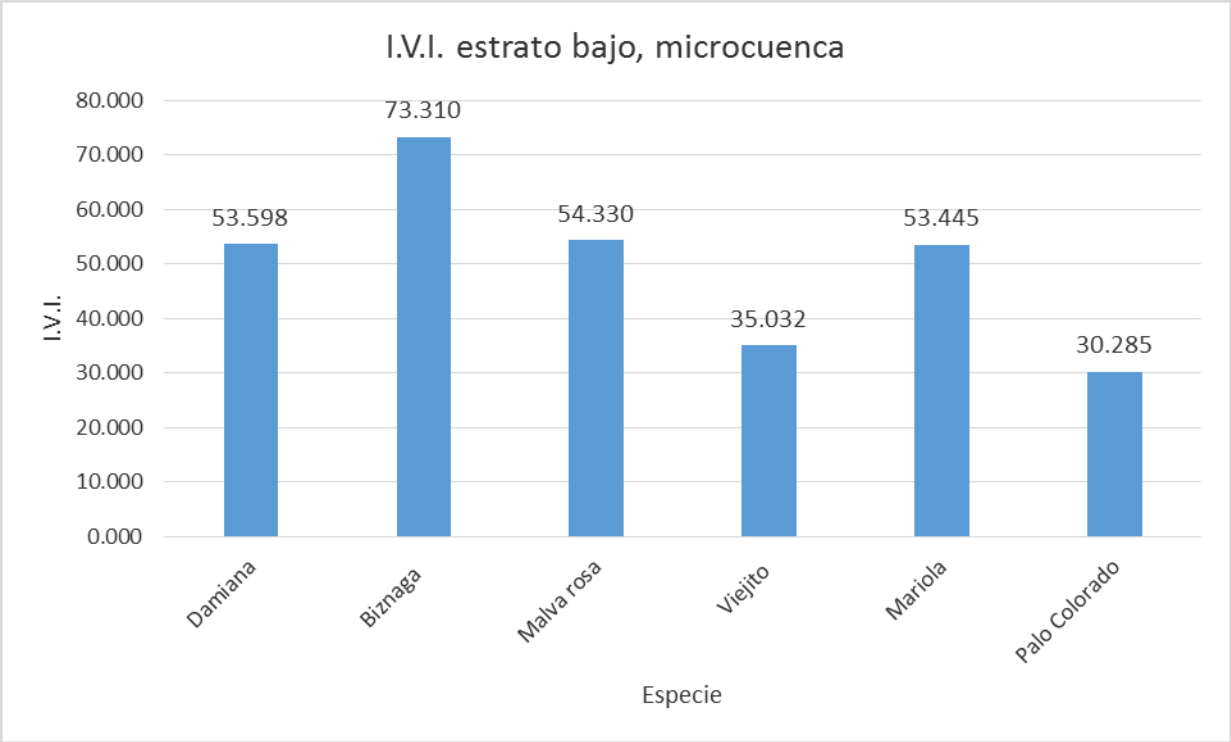
Dentro de los 3 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato herbáceo se obtuvo un total de 6 especies que, en total suman 113 individuos en el área muestreada, así como 376 individuos por hectárea.

Por otra parte, de las especies en estrato herbáceo observadas en la microcuenca, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Estrato herbáceo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Especie** | **Densidad Absoluta (Indiv/Ha)** | **Densidad relativa (%)** | **Dominancia relativa (%)** | **Frecuencia relativa (%)** | **I.V.I.** |
| 1 | *Turnera diffusa* | 73.333 | 19.469 | 16.188 | 16.667 | 53.598 |
| 2 | *Ferocactus peninsulae* | 16.667 | 4.425 | 48.408 | 16.667 | 73.310 |

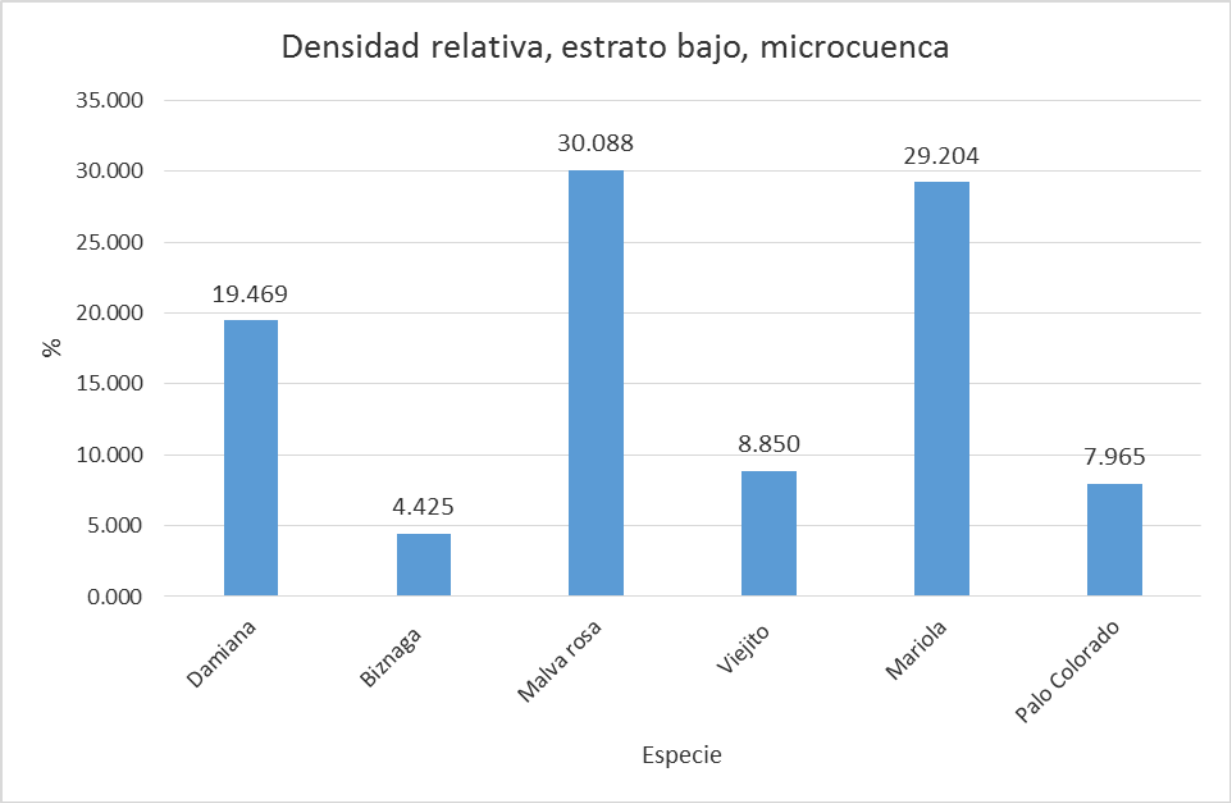
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 113.333 | 30.088 | 7.022 | 16.667 | 54.330 |
| 4 | *Mammillaria dioica* | 33.333 | 8.850 | 8.821 | 16.667 | 35.032 |
| 5 | *Solanum hindsianum* | 110.000 | 29.204 | 14.320 | 16.667 | 53.445 |
| 6 | *Colubrina californica* | 30.000 | 7.965 | 5.241 | 16.667 | 30.285 |
| **Total** | | **376.666** | **99.999** | **100** | **100** | **300** |

En el estrato bajo o herbáceo la especie de mayor importancia es la biznaga con un IVI 73.3, aunque en número de individuos es de las más bajas. Una herbácea de posible importancia étnica y comercial es la damiana con un IVI de 53.5, en importancia sigue la Mariola, con 53.4, herbácea que ha crecido durante las lluvias y que ahora quedan en proceso de secarse. La malva rosa es otra herbácea que se pres4enta con número suficiente como para llegar a IVI de 53.4. Los viejitos son realmente escasos en esta zona de la microcuenca, y presentan el IVI menor de 35.




**Densidad relativa**

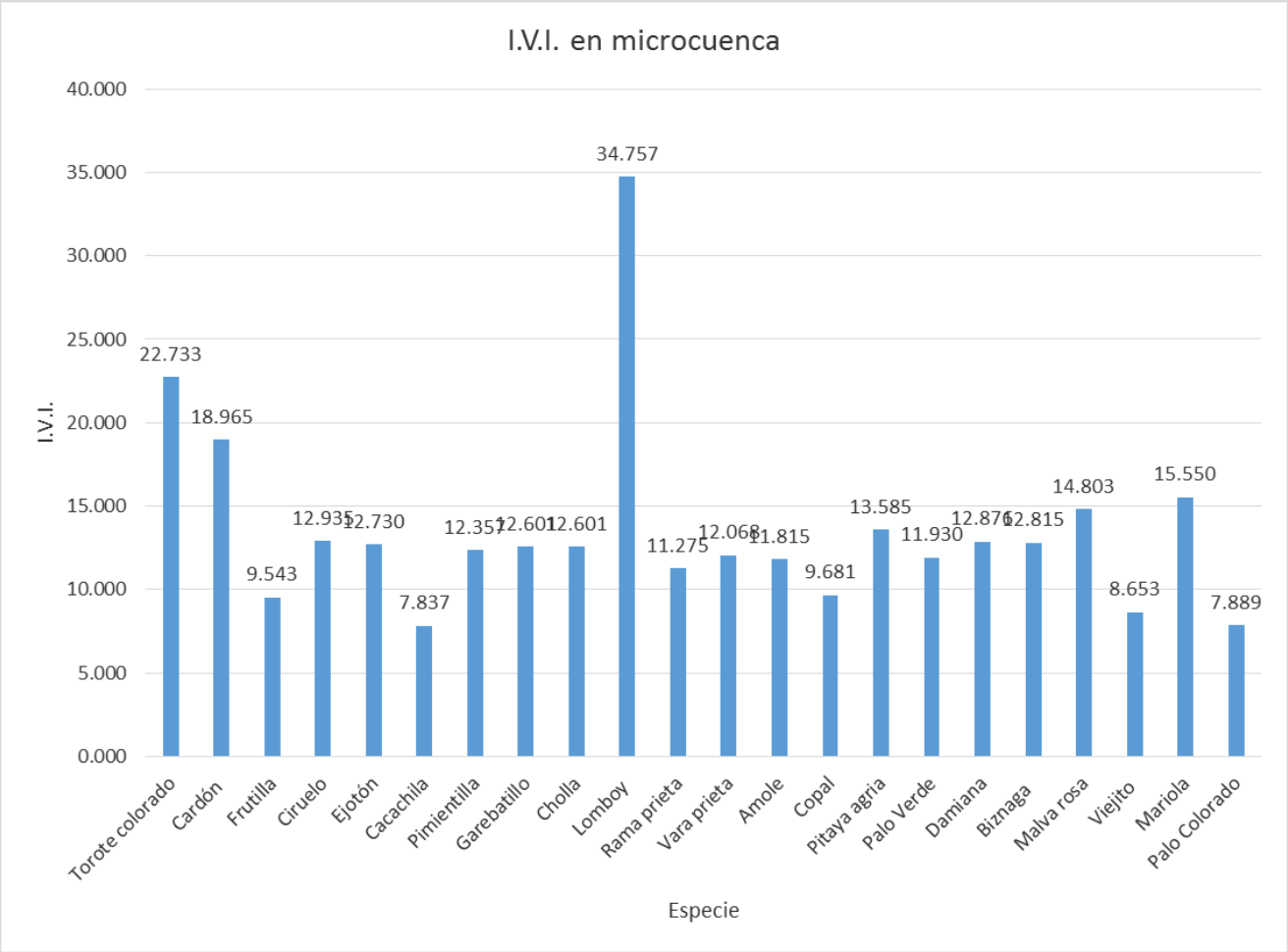
En el área de muestreo dentro de la microcuenca en estrato herbáceo se registraron un total de 6 especies con forma de vida herbácea, lo que equivale a un total de 376 individuos por hectárea en densidad absoluta. En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde a la malva rosa, con 30%, muy de cerca seguida por la Mariola (*Solanum hindsianum*) con una densidad relativa de 29.2% y 110 individuos por hectárea, seguida por la damiana (*Turnera diffusa*) que obtuvo un valor relativo de 19.4% y 73 individuos por hectárea. De nueva cuenta las biznagas son los más escasos con 4.4% y los viejitos con 8.8%. Una herbácea que aquí se encuentra escasa, a comparación de áreas lejanas de este tipo de matorral es el palo colorado, que representa únicamente el 7.9%.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo es de 1.593, el cual puede ser considerado como una diversidad media debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 1.792 y correspondería a la categoría media, de manera que su equitatividad es baja, es decir hay dominancia absoluta de dos especies que son la malva rosa y la Mariola. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.889, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es ligeramente alta, indicativo de 3 especies con abundancia parecida y otro grupo de tres especies con abundancia parecida.

El I.V.I. en toda la asociación se puede observar en la siguiente gráfica, se observa la dominancia completa del lomboy, torote colorado, cardón, ciruelo, ejotón, Mariola, malva rosa, pitahaya agria, pimientilla, garebatillo y amole.

El índice de diversidad de vegetación en área de la microcuenca es de 2.416.




Ahora bien, tomando esto en cuenta, hay que analizar la vegetación en la superficie solicitada. Los resultados obtenidos para la asociación presente en el predio, clasificada como ASENTAMIENTOS HUMANOS, pero con clara influencia de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, que se distribuye a nivel de la **superficie solicitada** se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 17 (Riqueza = 17 especies); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 9 especies y el alto con 4 y bajo con 4 especies respectivamente.
2. La riqueza tendiente a baja y sobre todo la abundancia en todos los estratos es resultado de dos factores que ocurrieron en este predio. Por un lado se encuentra totalmente inserto en área con asentamientos humanos por todos los flancos, y de hecho es difícil encontrar vegetación forestal perteneciente a la misma asociación y microcuenca con qué comparar. Por otro lado, este terreno presenta evidencia de que hace muchos años, posiblemente décadas, fue objeto de daños, es evidente en la topografía inusual del terreno en la que se nota una discontinuidad longitudinal en la zona media del terreno y en el hecho de que hay numerosos brotes o rebrotes juveniles de cardón de menos de 0.5 metros de altura y de lomboy, así como ejemplares muy viejos de más de 4 metros.
3. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación en cuestión presenta un *H* de 1.006 en el estrato alto, 1.542 en el estrato medio y 1.276 en el estrato bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta.

Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica baja en estrato bajo, en estrato medio y alto. Estos resultados se deben a que existe una riqueza baja de especies si se consideran por estrato. Por otro lado, si se consideran en su totalidad, la zona tiene una clara biodiversidad media, de 2.271, de manera que de este modo se puede decir que no es baja la diversidad dentro de la superficie solicitada, sino media.

4. En estrato bajo abundan mucho herbáceas temporales como malva rosa y Mariola, prácticamente todo el sustrato está cubierto con pasto seco.
5. De las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana 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, no se registran especies enlistadas.

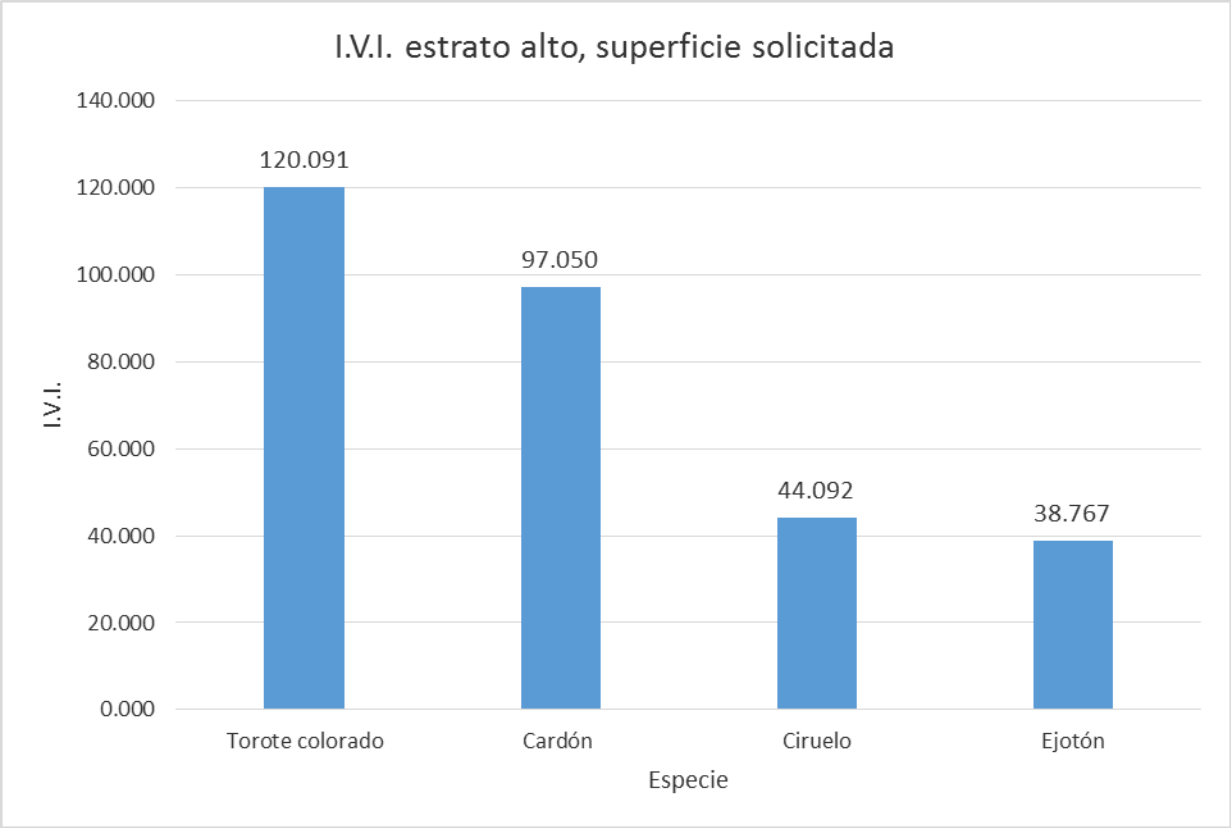
**Estrato arbóreo o alto en solicitada**

Dentro de los 2 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato alto o arbóreo se obtuvo un total de 4 especies que, en total suman 21 individuos en el área muestreada y 105 por hectárea. Es decir, son muy poco numerosos y de baja densidad. La densidad de ejemplares en estrato alto es de 105 ind/ha. Por otra parte, de las especies de estrato arbóreo observadas en la microcuenca, no hay ninguna enlistada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| No. | Especie | Densidad Absoluta (Indiv/Ha) | Densidad relativa (%) | Dominancia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) | I.V.I. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato alto** | | | | | | |
| 1 | *Bursera microphylla* | 50.000 | 47.619 | 39.139 | 33.333 | 120.091 |
| 2 | *Pachycereus pringlei* | 45.000 | 42.857 | 20.860 | 33.333 | 97.050 |
| 3 | *Cyrtocarpa edulis* | 5.000 | 4.762 | 22.663 | 16.667 | 44.092 |
| 4 | *Pithecellobium confine* | 5.000 | 4.762 | 17.338 | 16.667 | 38.767 |
| Total | | **105** | **100.001** | **100** | **100.001** | **300** |

El índice de importancia biológica nos indica que el torote colorado fue la especie más importante, con un I.V.I. de 120.0, mientras que el cardón tuvo 97.0, y hay que destacar que abundan los cardones juveniles o rebrotes de menos de medio metro o de poco de más de un metro, por ser de tallas grandes en la microcuenca representa buena importancia, las especies que siguen en importancia son el ejotón con 38.7 y el ciruelo con 44.0.

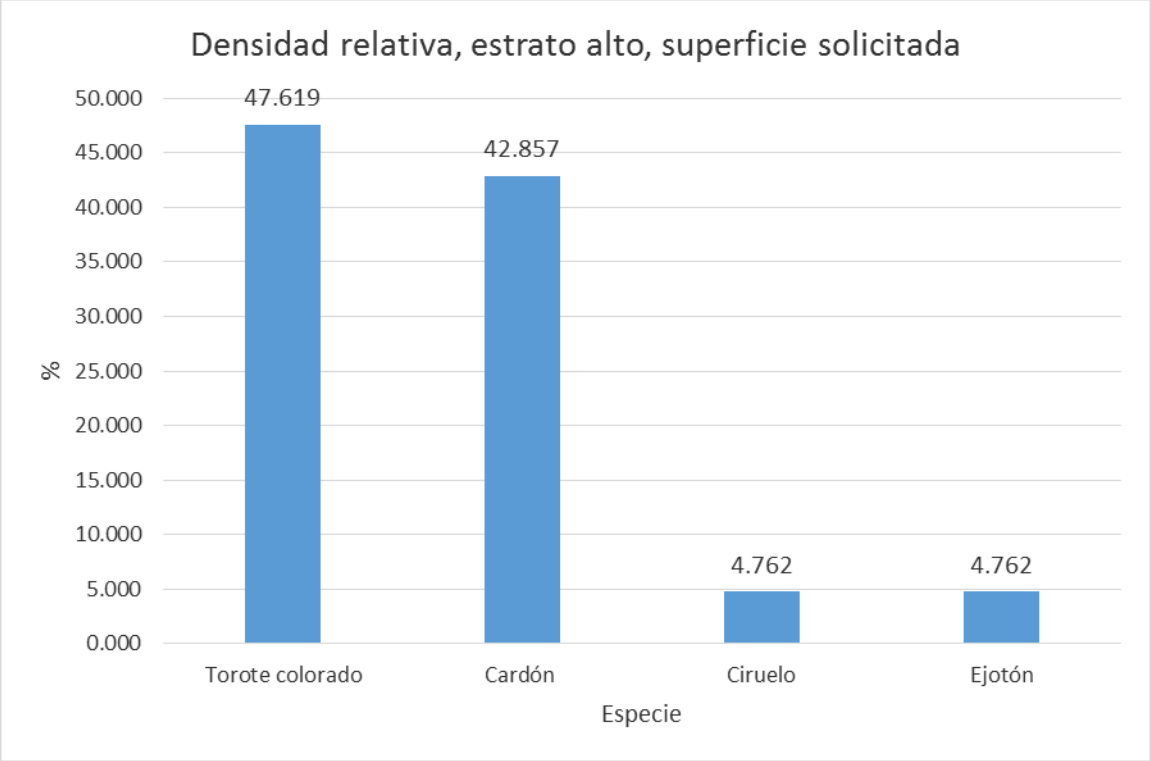
En este terreno una característica única es la presencia de cardones de tallas menores de un metro, indicativo de alteraciones anteriores, posiblemente décadas atrás.




**Densidad relativa**

En el área de muestreo dentro de la superficie solicitada en estrato arbóreo o alto se registraron un total de 4 especies con forma de vida arbórea, lo que equivale a un total de 105 individuos por hectárea en densidad absoluta. En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde al torote colorado (*Bursera microphylla*) con 47.6 y al cardón con una densidad relativa de 42.8% y 45 individuos por hectárea, seguida por las otras dos especies con valores casi iguales de 4.7, el ciruelo y el ejotón.

El cardón es en este caso el segundo en abundancia, mientras que en los muestreos de la microcuenca fue el torote colorado.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato arbóreo es de 1.006, el cual puede ser considerado como una diversidad baja debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 1.386 y correspondería a la misma categoría, media. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.726, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es media a alta, al menos hay dos pares de especies que comparten abundancia entre sí.

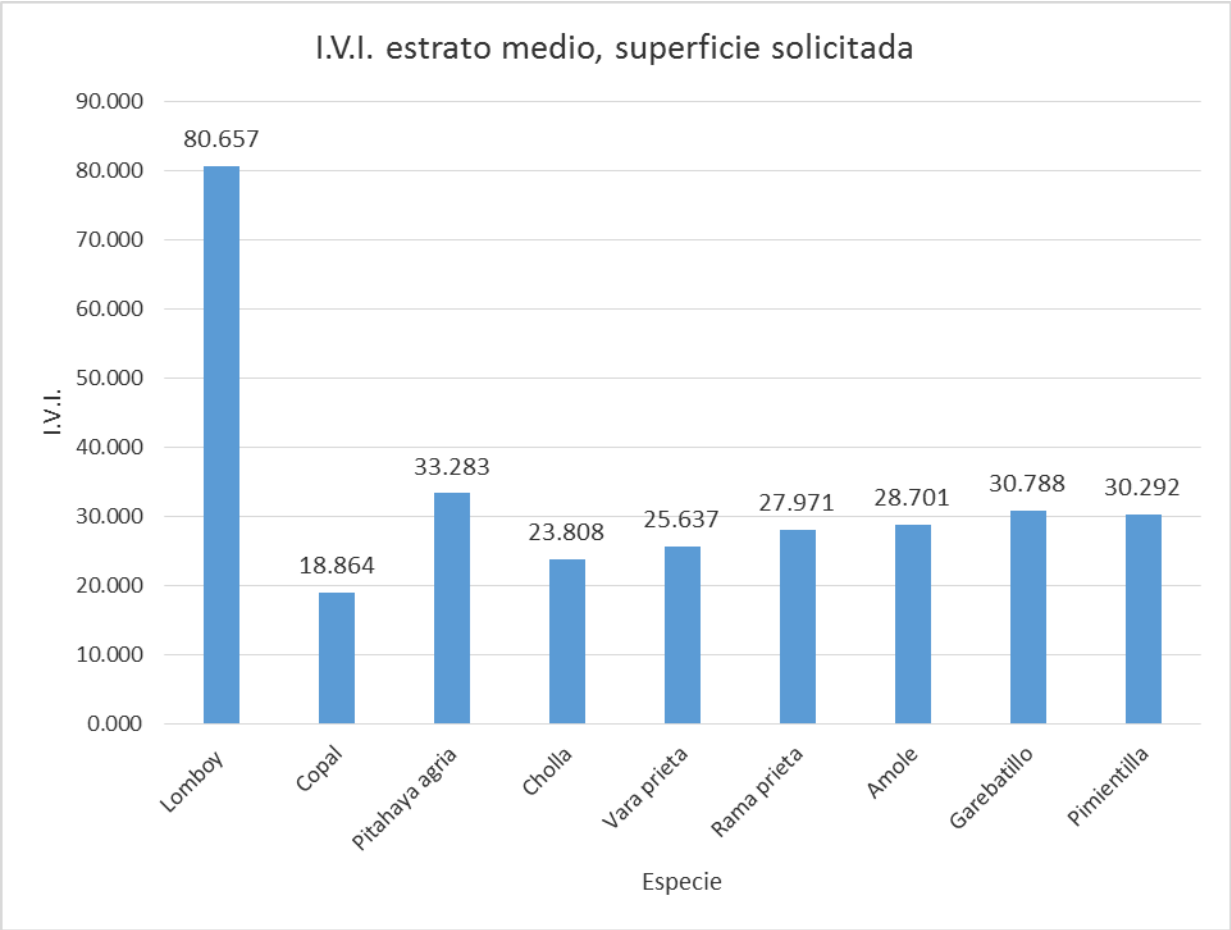
### Estrato arbustivo, solicitada

Dentro de los 2 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato arbustivo en microcuenca se obtuvo un total de 9 especies que, en total suman 137 individuos en el área muestreada y 685 individuos por hectárea. Por otra parte, de las especies de estrato arbustivo observadas en la microcuenca, no hay ninguna enlistada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Estrato medio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Especie** | **Densidad Absoluta (Indiv/Ha)** | **Densidad relativa (%)** | **Dominancia relativa (%)** | **Frecuencia relativa (%)** | **I.V.I.** |
| 1 | *Jatropha cinerea* | 385.000 | 56.204 | 11.953 | 12.500 | 80.657 |
| 2 | *Bursera hindsiana* | 10.000 | 1.460 | 11.154 | 6.250 | 18.864 |
| 3 | *Stenocereus gummosus* | 15.000 | 2.190 | 18.593 | 12.500 | 33.283 |
| 4 | *Opuntia cholla* | 60.000 | 8.759 | 8.799 | 6.250 | 23.808 |
| 5 | *Caesalpinia californica* | 35.000 | 5.109 | 8.027 | 12.500 | 25.637 |
| 6 | *Indigofera fruticosa* | 35.000 | 5.109 | 10.362 | 12.500 | 27.971 |
| 7 | *Stegnosperma halimifolium* | 40.000 | 5.839 | 10.362 | 12.500 | 28.701 |
| 8 | *Mimosa purpurascens* | 65.000 | 9.489 | 8.799 | 12.500 | 30.788 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 40.000 | 5.839 | 11.953 | 12.500 | 30.292 |
| Total | | **685** | **100** | **99.98** | **99.99** | **300.001** |

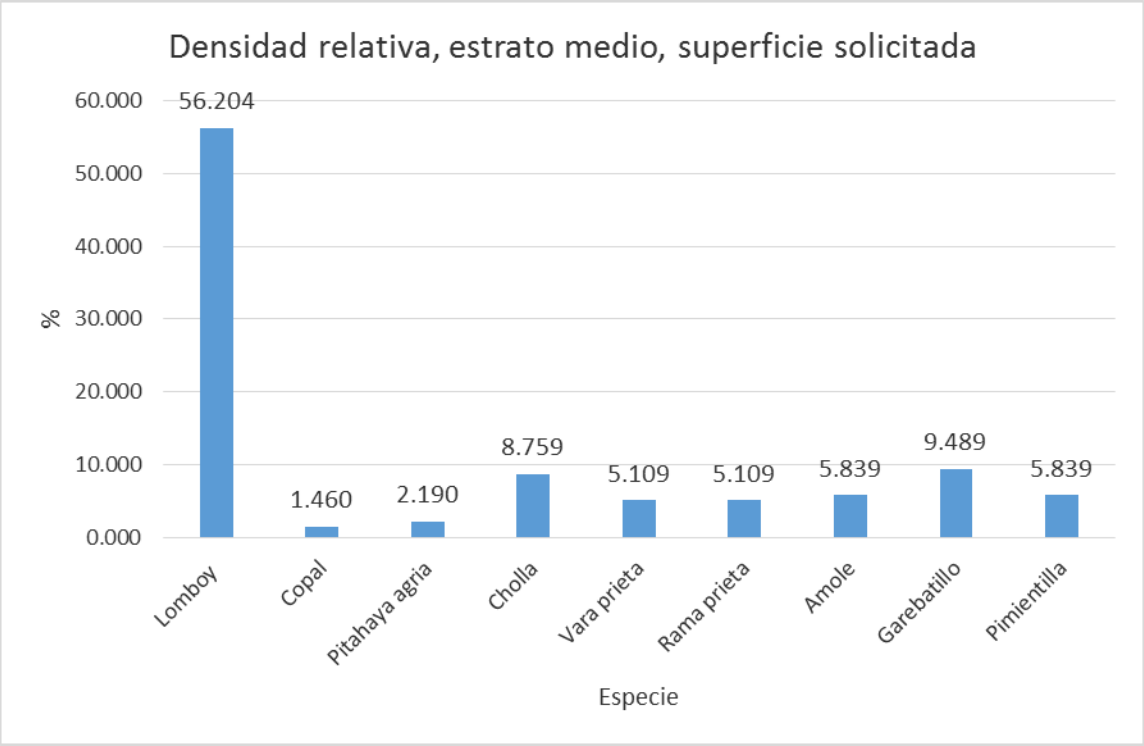
El índice de importancia biológica nos indica que el lomboy fue la especie más importante, con un IVI de 80.6, y después del lomboy, nuevamente el resto de especies comparten un índice de valor de importancia muy parecido, destaca la pitahaya agria con 33.2, el garebatillo con 30.7, la pimientilla con 30.2, la rama prieta con 27.9, sigue la vara prieta con 25.6, el copal es el de menor IVI con 18.8.




**Densidad relativa**

En el área de muestreo dentro de la microcuenca en estrato arbustivo se registraron un total de 9 especies con forma de vida herbácea, lo que equivale a un total de 685 individuos por hectárea en densidad absoluta. En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde al lomboy (*Jatropha cinerea*) con una densidad relativa de 56.2 % y 385 individuos por hectárea, mientras que el resto de las especies comparten una abundancia mucho menor, indicativo de una total dominancia del lomboy.

Se encuentran especies como garebatillo y cholla que comparten parecida abundancia de 9.4 y 8.7%, se encuentra la pimientilla con 5.8%, vara prieta y rama prieta con 5.5%, y con el copal con 1.4%.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato arbustivo es de 1.542, el cual puede ser considerado como una diversidad media debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 2.197 y correspondería a la categoría media aún, de media hacia alta alcanzada. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.702, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es media, aunque la asociación se encuentra dominada con una sola especie, las demás se encuentran muy emparejadas entre sí, con excepción del copal que en número representa apenas el 1.4%.

### Estrato bajo o herbáceo, solicitada

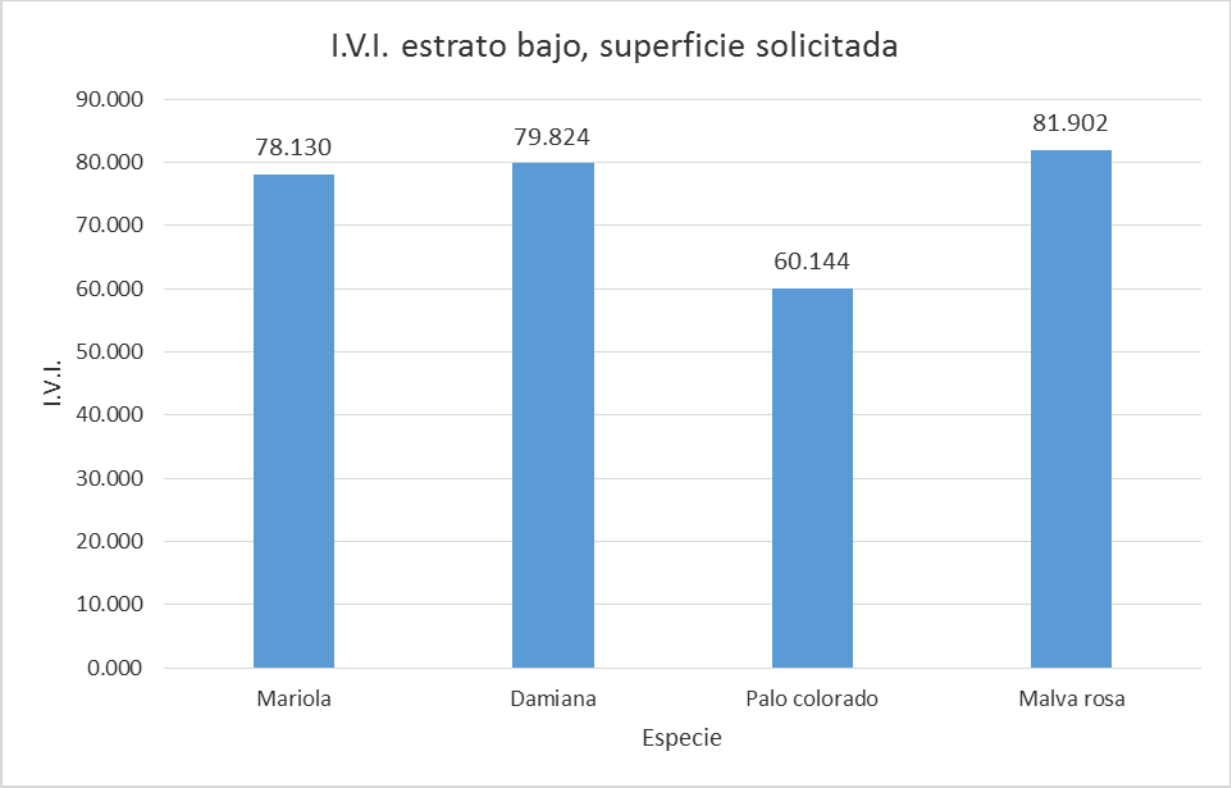
Dentro de los 2 sitios de muestreo considerados para la toma de datos para el estrato herbáceo se obtuvo un total de 4 especies que, en total suman 49 individuos en el área muestreada, así como 245 individuos por hectárea.

Por otra parte, de las especies en estrato herbáceo observadas en la microcuenca, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| **Estrato herbáceo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Especie** | **Densidad Absoluta (Indiv/Ha)** | **Densidad relativa (%)** | **Dominancia relativa (%)** | **Frecuencia relativa (%)** | **I.V.I.** |
| 1 | *Solanum hindsianum* | 60.000 | 24.490 | 28.640 | 25.000 | 78.130 |
| 2 | *Turnera diffusa* | 55.000 | 22.449 | 32.375 | 25.000 | 79.824 |
| 3 | *Colubrina californica* | 25.000 | 10.204 | 24.940 | 25.000 | 60.144 |
| 4 | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 105.000 | 42.857 | 14.045 | 25.000 | 81.902 |
| **Total** | | **245** | **99.999** | **100** | **100** | **300** |

En el estrato bajo o herbáceo la especie de mayor importancia es la malva rosa con un IVI de 81.3, y en número de individuos es de las más altas. Una herbácea de posible importancia étnica y comercial

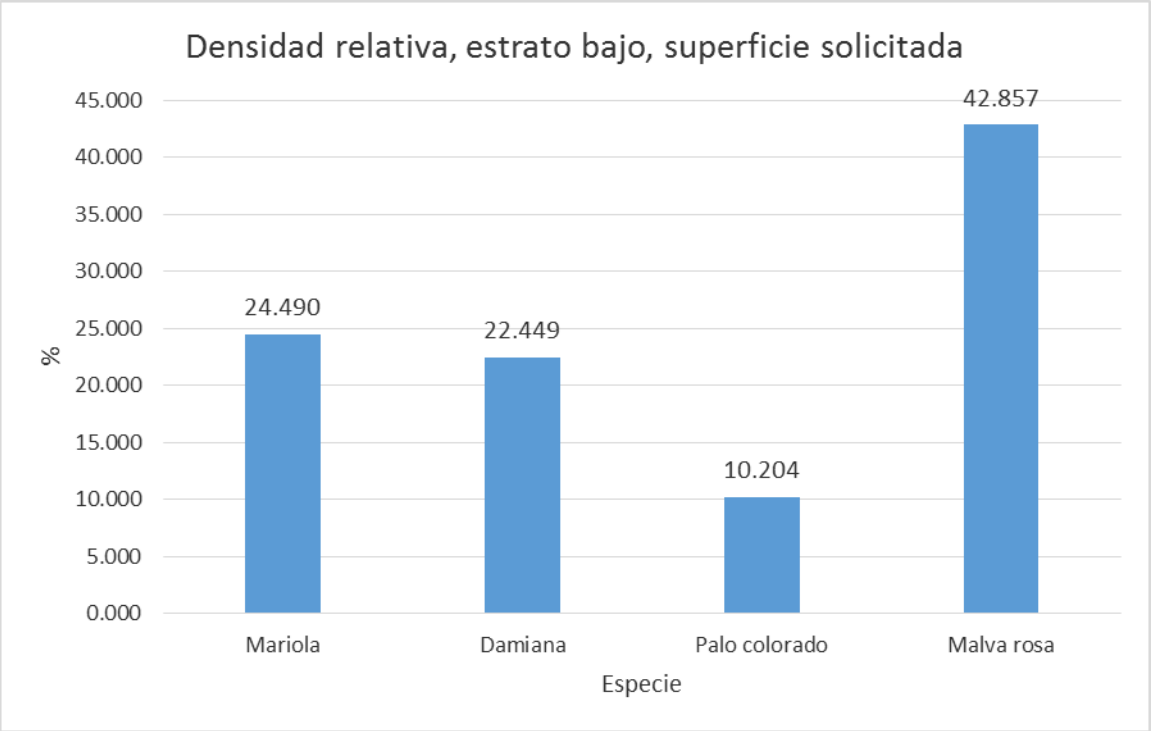
es la damiana con un IVI de 79.8, en importancia sigue la Mariola, con 78.3, herbácea que ha crecido durante las lluvias y que ahora quedan en proceso de secarse. El palo colorado presentó un IVI de 60.1.




**Densidad relativa**

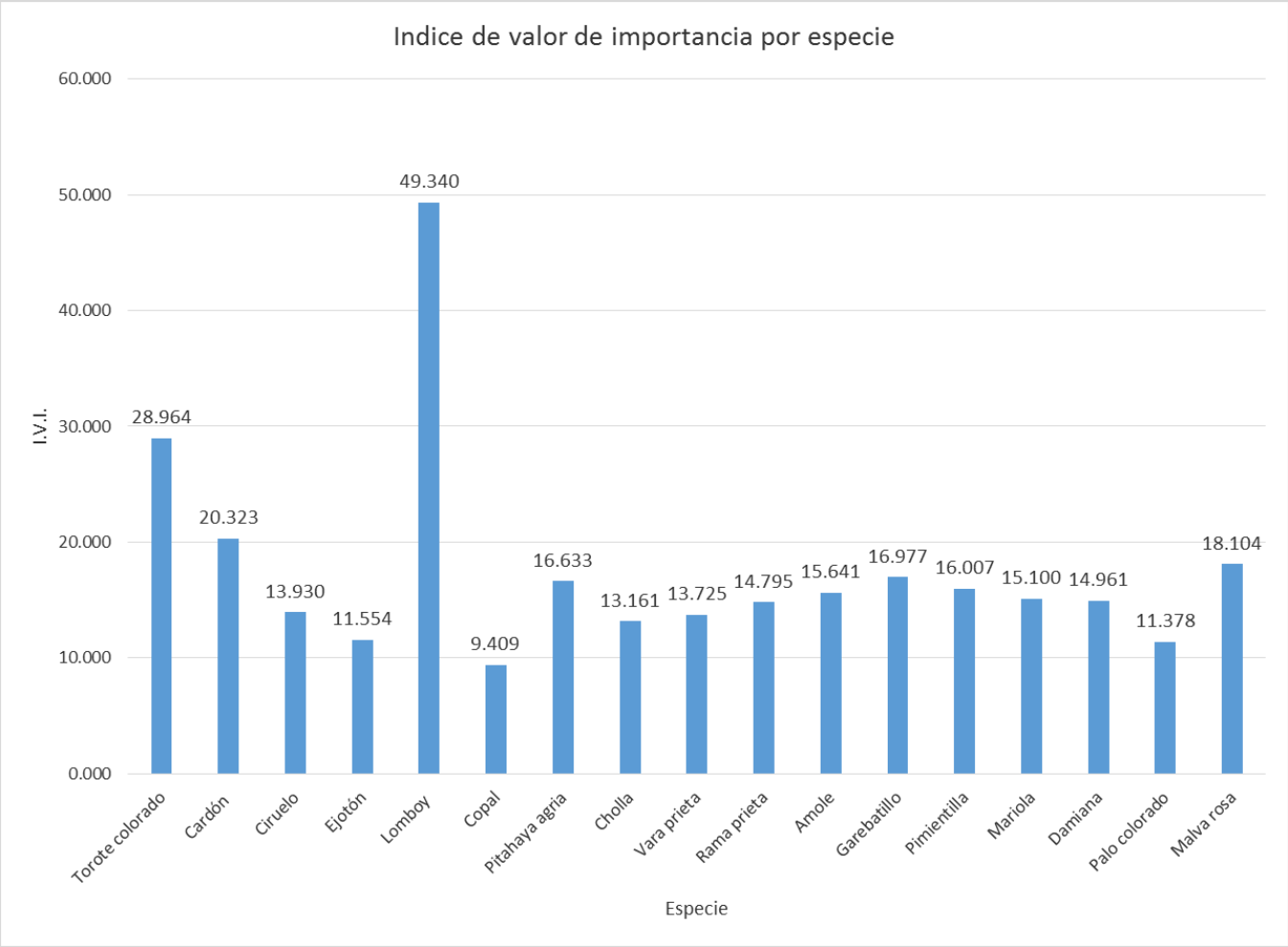
En el área de muestreo dentro de la superficie solicitada en estrato herbáceo se registraron un total de 4 especies con forma de vida herbácea, lo que equivale a un total de 245 individuos por hectárea en densidad absoluta.

En la siguiente gráfica se muestra la densidad relativa de cada una de las especies. Tal como se observa, la especie mejor representada corresponde a la malva rosa, con 42.8%, muy de cerca seguida por la Mariola (*Solanum hindsianum*) con una densidad relativa de 24.9% y 55 individuos por hectárea, seguida por la damiana (*Turnera diffusa*) que obtuvo un valor relativo de 2.5% y 55 individuos por hectárea. El palo colorado es la especie con menor representación de 10.2%.




El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo es de 1.276, el cual puede ser considerado como una diversidad baja debido a la cantidad de taxa registrados. En caso de que esta distribución fuera homogenizada y todas las especies presentaran la misma abundancia se obtendría un valor de 1.386 y correspondería a la categoría baja, de manera que su equitatividad es baja, es decir hay dominancia absoluta de dos especies que son la malva rosa y la Mariola. Por su parte, respecto la equidad se obtuvo un valor de 0.920, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es ligeramente alta, indicativo de 3 especies con abundancia parecida y una especie única con menor representación.

El I.V.I. en toda la asociación se puede observar en la siguiente gráfica, se observa la dominancia completa del lomboy, torote colorado, cardón, ciruelo, ejotón, Mariola, malva rosa, pitahaya agria, pimientilla, garebatillo y amole. El índice de diversidad de vegetación en área de la superficie solicitada es de 2.271.

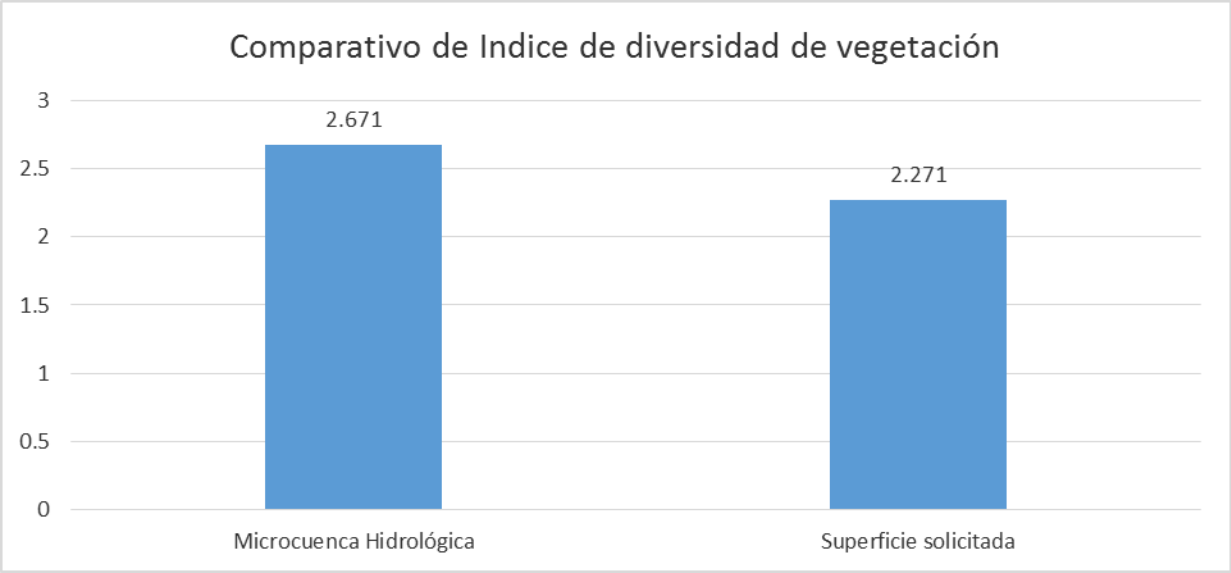



Como una primordial medida de mitigación para disminuir los efectos ocasionados a la flora silvestre, se propone la ejecución de un programa de rescate de flora silvestre que considere la mayoría de los individuos encontrados representativos como cardón, ciruelo, torote colorado, pitahaya agria y parte de los lomboy.

LXVII Comparativo de los resultados de flora a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

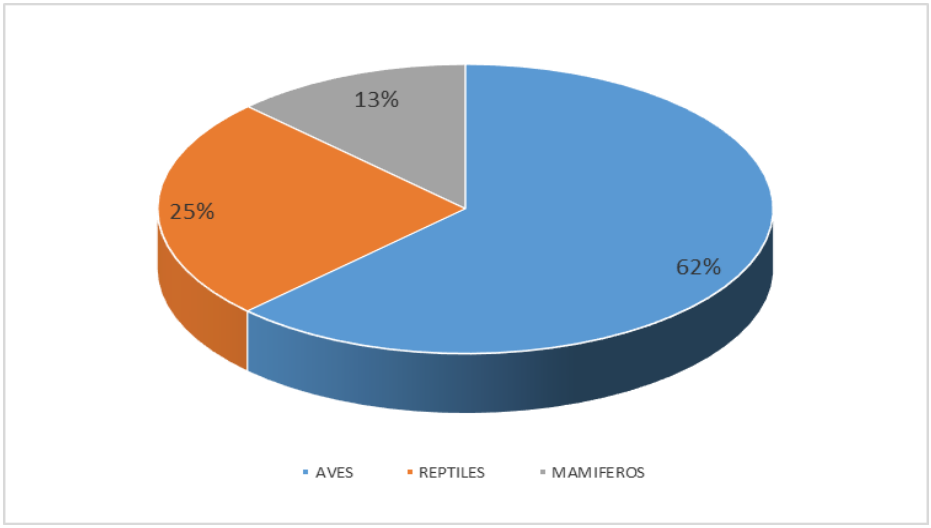
| | Microcuenca Hidrológica | | | | Superficie Solicitada | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Alto** | **Medio** | **Bajo** | **Total** | **Alto** | **Medio** | **Bajo** | **Total** |
| Riqueza | 6 | 10 | 6 | **22** | 4 | 9 | 4 | **17** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 0 | 0 | **0** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.509 | 1.794 | 1.593 | **2.671** | 1.006 | 1.542 | 1.276 | **2.271** |

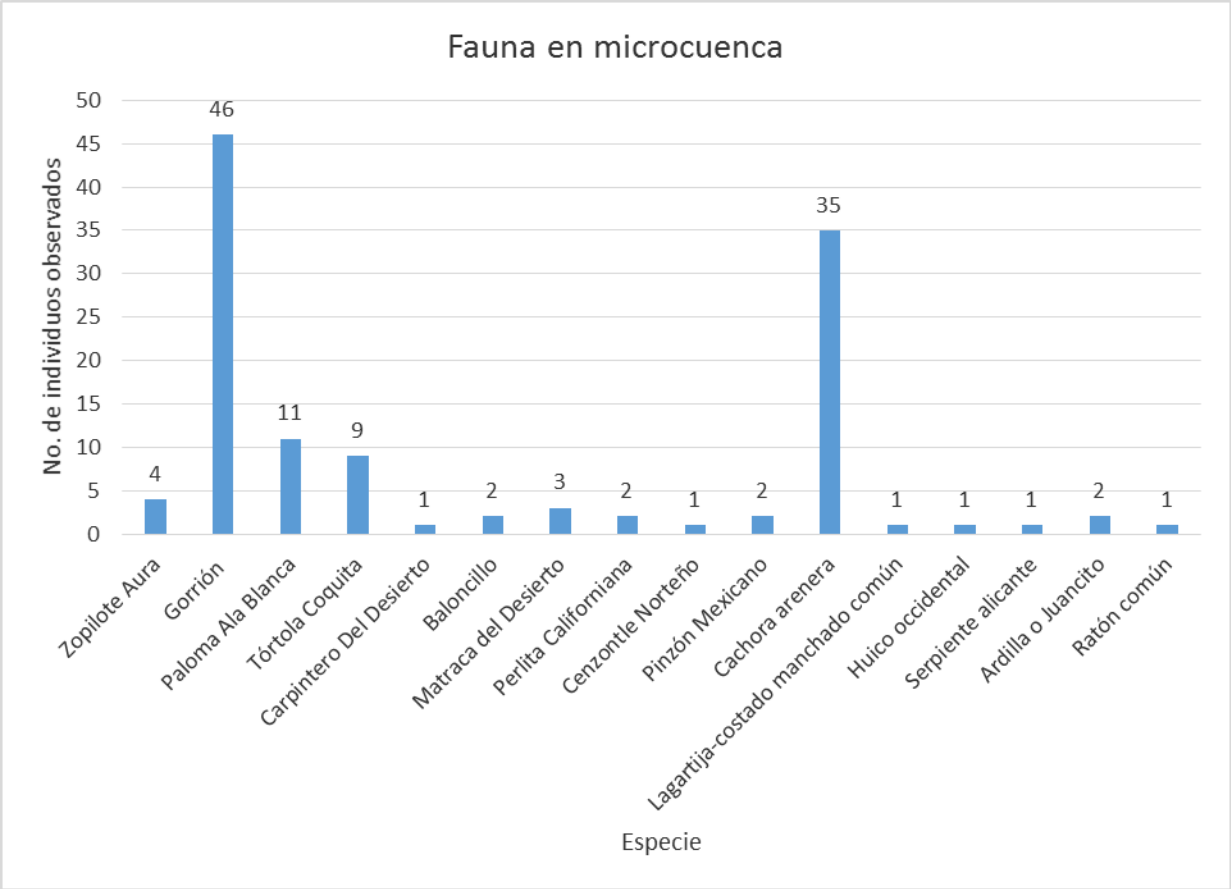
Hay que anotar que al calcular el índice de diversidad de la vegetación en todos sus estratos, como unidad, la diversidad es de 2.671 en la microcuenca y de 2.271 dentro de la superficie solicitada. La gran diferencia se debe a que el predio se localiza completamente en área de asentamientos humanos y tiene características de que hace mucho tiempo hubo afectaciones.



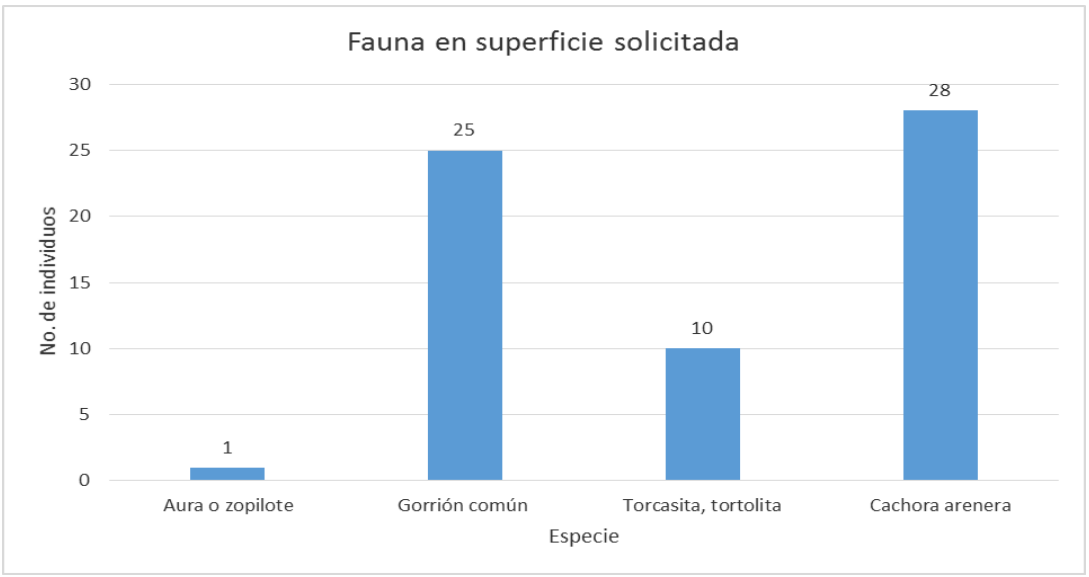

**Fauna**. Referente a fauna silvestre encontrada dentro de **la superficie solicitada**, como resultado de los recorridos de campo fue posible identificar una sola especie de reptil, la cachora, que posiblemente vive en el terreno o es residente ya que el mismo está totalmente rodeado de asentamientos humanos, sin embargo, las aves vistas en el terreno la mayoría estaban de paso, excepto las tórtolas que fueron observadas todo el tiempo posadas en los pocos cardones del terreno. En contraste, dentro de la **microcuenca hidrológica** se encontraron más especies. En términos de riqueza, en el grupo de los vertebrados se identificaron un total de 16 especies; 10 del grupo de las aves (62.5 %), 4 del grupo de los reptiles (25 %) y 2 especies del grupo de mamíferos (12.5 %). Dentro de la microcuenca hidrológica existe buena diversidad de aves y reptiles principalmente, la diversidad supera 1.4899 en aves, y 0.3629 en reptiles, mientras que para los mamíferos fue de 0.6365, en tanto que la diversidad general de fauna es de 1.8442, es decir, media.

De las especies registradas dentro de las superficies solicitadas, ninguna se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la microcuenca se encuentra *Uta stansburiana* como amenazada A.






En la superficie solicitada la fauna consistió únicamente de las cachoras, que de hecho eran de tamaño muy pequeño, de unos 5 cm, 25 gorriones comunes pasando por el terreno, 1 aura en el aire volando, torcasitas que permanecieron en el terreno mientras se hacia el inventario de flora y fauna, por lo que la fauna en el terreno es sumamente escasa.




El proyecto propone medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre que pudieran meterse en la superficie solicitada para CUSTF, tales como ejecución de un programa de rescate o

protección de fauna silvestre, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones, en caso de encontrarse cuando ocurra el cambio de uso del suelo.

LXVIII Comparativo de los resultados de fauna a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

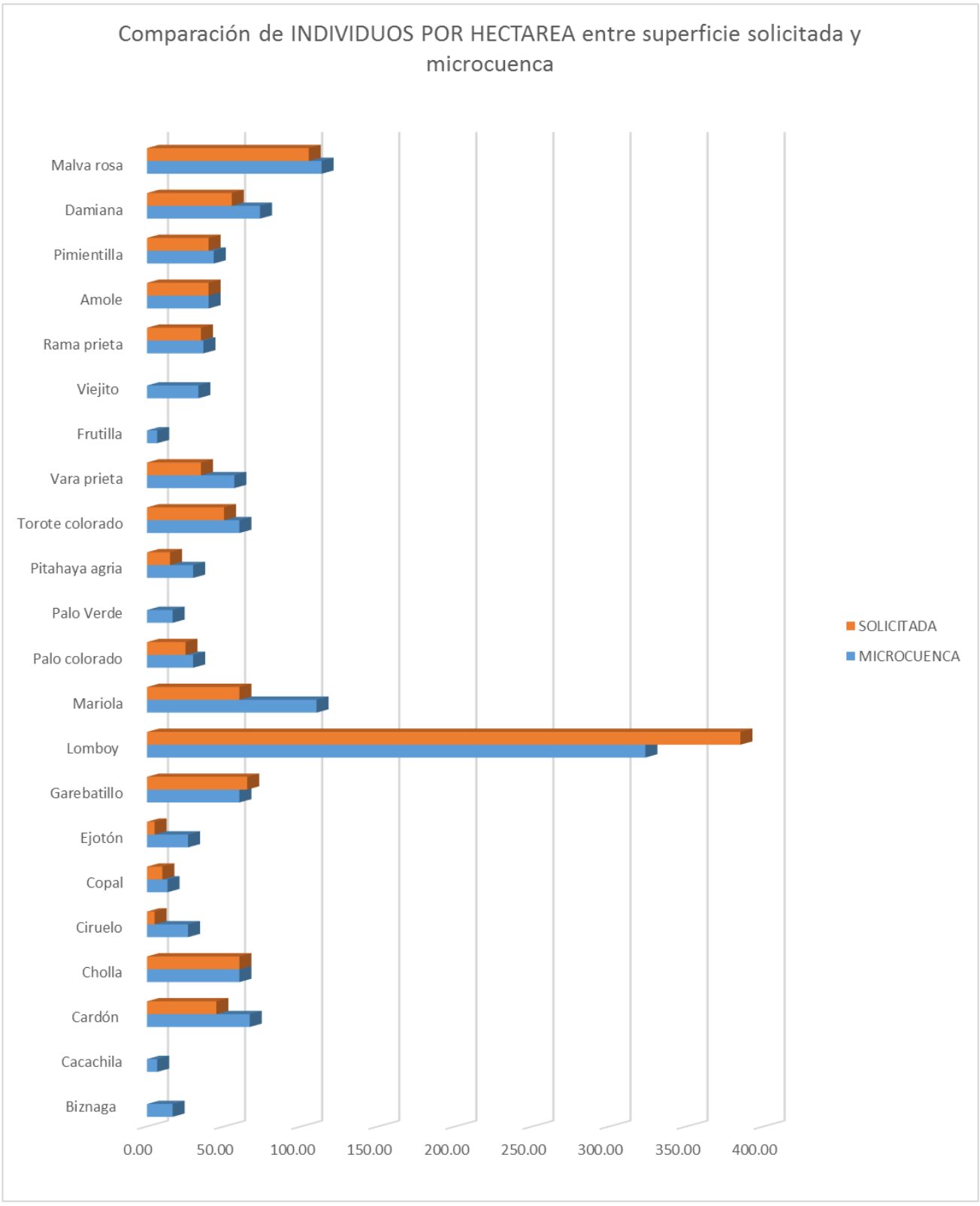
| | MICROCUENCA HIDROLÓGICA | | | | SUPERFICIE SOLICITADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VARIABLE | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total |
| Riqueza | 10 | 4 | 2 | **16** | 3 | 1 | 0 | **4** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 1 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.4899 | 0.3629 | 0.6365 | **1.8442** | 0.7086 | 0.0000 | 0.0000 | **1.0839** |

En lo referente a permanencia de los ecosistemas, derivado de los recorridos de campo se pudo constatar que, dentro de la superficie solicitada para CUSTF solamente se registra una asociación: ASENTAMIENTOS HUMANOS con influencia de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, con 17 especies y 1019.9 individuos; el hecho de la media densidad de individuos identificados en campo permite asegurar la media calidad de sitio de manera natural que tiene el ecosistema del predio; por lo tanto, el CUSTF propuesto no generará cambios que puedan resultar significativos en el ecosistema identificado ya que se ubica completamente dentro de la zona de asentamientos humanos de Cabo San Lucas.

Derivado de los análisis anteriores se puede resumir que con el proyecto propuesto durante la ejecución del CUSTF, se pretende realizar una afectación de solamente **0.985400 ha**; cubiertas por una asociación vegetal (ASENTAMIENTOS HUMANOS con influencia de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule); que al interior del predio se afectarán 17 especies de flora en total, ninguna enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La mayoría de los ejemplares pueden ser reubicados a las áreas verdes y ajardinadas del proyecto.

Como se ha visto, al interior del predio no hay fauna que pueda ser impactada excepto pocas cachoras, al menos en los recorridos y búsquedas intensivas no fue posible observar fauna de ninguna especie. Y las 17 especies de vegetación que alberga el predio, pueden reubicarse la gran mayoría a los lados del predio y a las zonas de rescate y reubicación así como zonas ajardinadas del mismo proyecto, de manera que el impacto a la vegetación es mínimo.

La mayoría de los ejemplares significativos como torote colorado, cardones, pitahaya agria, las chollas, el lomboy, el copal, pueden ser reubicados a las áreas designadas para la reubicación del proyecto.


Comparación de INDIVIDUOS POR HECTAREA entre superficie solicitada y microcuenca
Malva rosa
Damiana
Pimientilla
Amole
Rama prieta
Viejito
Frutilla
Vara prieta
Torote colorado
Pitahaya agria
Palo Verde
Palo colorado
Mariola
Lomboy
Garebatillo
Ejotón
Copal
Ciruelo
Cholla
Cardón
Cacachila
Biznaga
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
300.00
350.00
400.00
SOLICITADA
MICROCUENCA

# VI 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

## VI.1 *ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO*

Dentro de las superficies solicitadas para CUSTF, se distribuye un sólo tipo de suelo: litosol con Regosol eútrico de textura gruesa, el suelo se mantiene muy rocoso por las granodioritas que se encuentran casi expuestas en superficie con muy poca materia orgánica, con mucha influencia de zona urbana o de asentamientos humanos, con partículas muy finas en la superficie de uno de los accesos y multitud de vehículos en circulación a dos flancos.

De acuerdo con la información específica sobre el grado de erosión a nivel del área de influencia y por ende a nivel predio, no hay potencial de erosión eólica, sin embargo respecto de la erosión hídrica, y la erosión antrópica hídrica que es la que se presenta, con base en la metodología RUSLE actualmente la superficie solicitada para el CUSTF presenta riesgo de erosión de **6.3352 ton/año, y aumentaría potencialmente con el desmonte a 25.3410 ton/año, es decir el incremento es de 19.0057 ton/año**; con la intención de valorar la pérdida de suelo actual del área y la pérdida de suelo con la ejecución del CUSTF, se realizaron análisis a partir de estos escenarios, el resumen que nos permite concluir que el CUSTF propuesto no afectará la formación de suelos en la superficie solicitada; todo esto vislumbrado en un período de tiempo de 15 años:

- Peor escenario: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF sin aplicar la medida de compensación y/o mitigación propuesta ya que generaría un incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área solicitada en 19.0057 ton/año; que en un lapso de 15 años daría un incremento en la pérdida total de suelo en 285.0862177 toneladas.
- Mejor escenario: Este sería con la ejecución del CUSTF más la medida de compensación y/o mitigación propuesta, que es el rescate de vegetación que posteriormente será incorporada a sitios adecuados en el polígono de reubicación. De inicio existiría una disminución efectiva en la pérdida de suelo del área del proyecto, y en teoría se **erosionaría únicamente 0.3226** ton/año, y si lo ajustamos por hectárea nos da 1.2858 toneladas por año por hectárea; sin embargo, existiría una ganancia ambiental en la reducción de pérdida de suelo a razón de **1.290587 ton/año**. Entonces, al final de los 15 años se obtendría, con el desarrollo del proyecto y con la medida propuesta una ganancia ambiental en cuanto a reducción de pérdida de suelo por erosión hídrica debido a la reducción de ésta en 19.35880652 toneladas totales, en vez de las 95.02873923 ton/año con el escenario actual, es decir, **75.66993271 toneladas que NO se erosionarán**.

LXIX Estimación de pérdida de suelo en ton/año, en los escenarios.

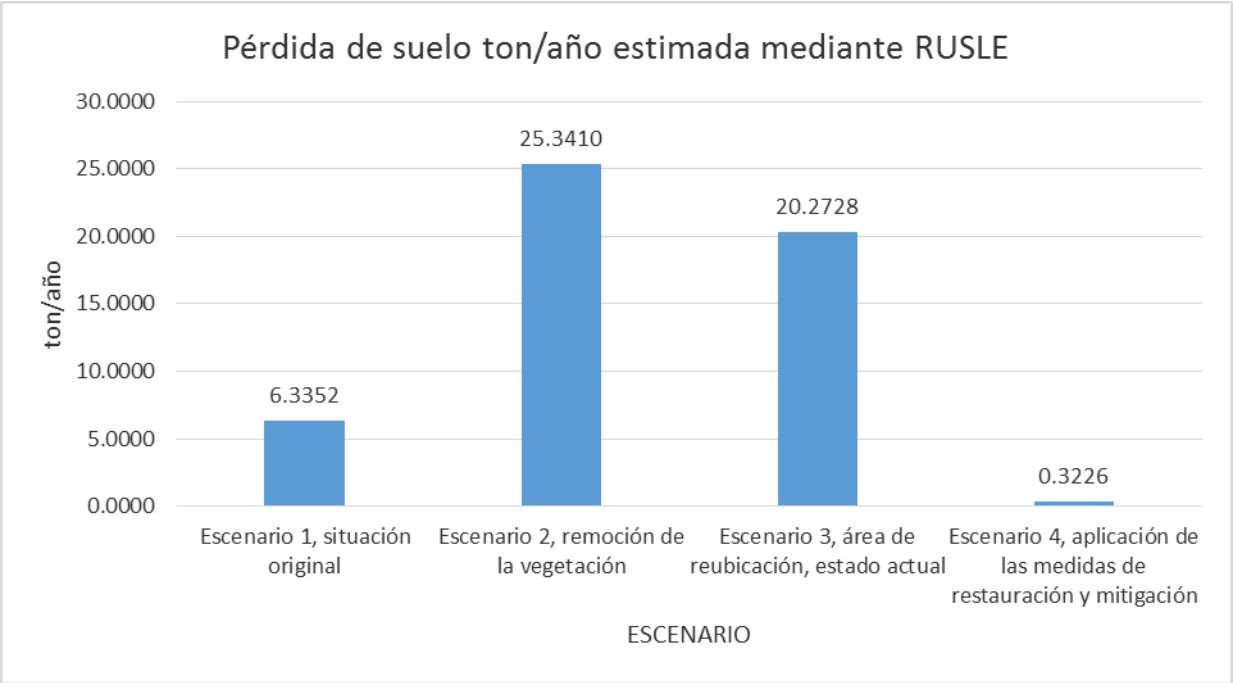
| Escenario 1, situación original | Escenario 2, remoción de la vegetación | Escenario 3, área de reubicación, estado actual | Escenario 4, aplicación de las medidas de restauración y mitigación |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6.3352 | 25.3410 | 20.2728 | 0.3226 |

Hay que recordar que la vegetación se encuentra en tallas medianas y no hay especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de que hay 17 especies, en la forma de unos 1019.9 individuos, la mayoría de lomboy, y rescatables como cardón, torote colorado, pitahaya agria, ciruelo, copal.

De cualquier forma y considerando que el principal atributo que permitirá proteger al predio contra la degradación es la presencia de vegetación, el promovente propone:

- Ejecutar el programa de rescate, colecta y reubicación de flora nativa propuesto, dentro de las áreas que queden destinadas como áreas ajardinadas.
- Solamente realizar esta remoción y despalme dentro de las áreas a construir conforme al cronograma de actividades entregado; para reducir el tiempo de exposición de estos terrenos a los factores climáticos así como reducir de la misma manera el riesgo de erosión en ellos.
- Se efectuarán riegos frecuentes con agua tratada, en aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para evitar o disminuir riesgos de erosión eólica.
- El promovente dejará con vegetación, sin desmonte una porción de unos 2,509.263 $m^2$ del predio.




La pérdida de suelo se disminuye mucho cuando se aplican las medidas de restauración y mitigación como es el rescate y reubicación así como la incorporación de vegetación adicional o del mismo rescate en las zonas localizadas dentro del polígono del proyecto.

Con la implementación del proyecto estas pérdidas de suelo disminuyen hasta el grado de convertirse en ganancias, que en este caso son calculadas en 1.290587 ton/año en las superficies de reubicación, y que al sumarse en 15 años, teóricamente existe una reducción de la pérdida del suelo de 19.35880652 ton. Esta disminución en la pérdida implica en realidad una ganancia de suelo, sin embargo al contrastarse con la realidad, nos damos cuenta que los cálculos se encuentran muy sobreestimados (a propósito con el fin de no subvalorar el suelo), puesto que en el sitio, una vez que el proyecto se implante, el suelo quedará estable todo el tiempo, sin pérdidas ni ganancias.

# VI.2 *ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN DEL RECURSO AGUA*

Se puede señalar que con el CUSTF propuesto y con la remoción de los ejemplares que hay en este predio (que serán reubicados en los ejemplares que resistan bien) se perderá una superficie con vegetación de **0.985400 ha** y por ende habrá una disminución en la captura de agua en **34.02237204 m³/año.** Esto nos indica que es necesario realizar acciones tendientes a la recuperación de agua en el subsuelo.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de **Coeficiente de Escurrimiento** desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (**Ce**) se puede estimar como sigue:

**Ce = K (P-500) /200** (cuando K es igual o menor a 0.15), y
**Ce = K (P-250) /2000 + (K-0.15) / 1.5** (cuando K es mayor que 0.15)

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la siguiente tabla, mientras que P es la precipitación promedio anual.

LXX Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto).

| Cobertura del bosque | Valor de K según tipo de suelo | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Más del 75 % | 0.07 | 0.16 | **0.24** |
| Entre 50–75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Entre 25-50 % | 0.17 | 0.26 | **0.28** |
| Menos del 25% | 0.22 | 0.28 | **0.3** |

*Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).*
*Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).*
*Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).*
*Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.*

El acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317** en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Baja California Sur, entre los paralelos 22° 52' y 23° 07' de latitud norte y los meridianos 109° 42' y 110° 05' de longitud oeste; abarcando una superficie de 515 km².

A una temperatura media de 26.9 °C, agosto es el mes más caluroso del año. A 19.4 °C en promedio, febrero es el mes más frío del año. La precipitación anual media acumulada es de 254.9 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL03005.TXT), o de 257.5 mm (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT).

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2010, el municipio Los Cabos se clasifica como zona de disponibilidad 4.

Intervalos para determinar la zona de disponibilidad que le corresponde a la cuenca.

| | |
|---|---|
| Zona de disponibilidad 1 | Menor o igual a -0.1 |
| Zona de disponibilidad 2 | Mayor a -0.1 y menor o igual a 0.1 |
| Zona de disponibilidad 3 | Mayor a 0.1 y menor o igual a 0.8 |
| Zona de disponibilidad 4 | Mayor a 0.8 |

Ahora bien, las superficies solicitadas para CUSTF se encuentran formando parte del acuífero 0317 **"Cabo San Lucas"**; de *fecha 27 de marzo del 2014* se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos; **siendo para el acuífero señalado de 1.98**, teniendo lo anterior en consideración, para valor el servicio ambiental captura de agua se le dio el valor por $m^3$ que le corresponde al acuífero señalado; al cual le corresponde la zona de **disponibilidad 4 y el precio por $m^3$ es de 1.8239 pesos**.

Con los datos anteriores se realizó la valoración Económica del Servicio Ambiental por captura de agua por hectárea en la superficie forestal solicitada, la cual es de 0.9854 ha. Para la estimación económica se realiza la siguiente multiplicación: cantidad de agua que deja de ser capturada por año en la superficie solicitada (34.02237204 $m^3$/año), por el precio por $m^3$ de agua en función de la zona de disponibilidad (zona 4, precio por $m^3$ es de $1.8239 pesos), con lo que se tiene que en este servicio ambiental se estarían perdiendo **$61.14 pesos al año** derivados del CUSTF en la superficie solicitada.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene un Ce para la zona donde se ubica el proyecto para los diversos escenarios. En el caso del escenario en el que **K tiene un valor de 0.28, Ce equivale a 0.087717 y K de 0.16 tiene un valor de 0.007267.** Además se obtuvo el dato de evapotranspiración real para la zona donde se ubican las superficies solicitadas para CUSTF, que es de **154.1 mm**. La precipitación media anual tiene un intervalo desde **257.5 mm** (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor91200_03005.TXT), (Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317**, estado de Baja California Sur, CONAGUA, 2014).

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la Norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA: 4,809,483 = 24,500,000 - 4,600,000 - 15,090,517. La cifra indica que existe volumen disponible de 4,809,483 m3 anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Santiago, en el Estado de Baja California Sur.

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios. Hay que aclarar que en realidad se debería de realizar este cálculo únicamente para la superficie de desmonte que es sumamente inferior, pero en afán de sobrevalorar el agua perdida, para efectos de no dejar pasar ningún aspecto en materia de impacto al agua que permea en estas superficies se realizan las comparaciones con la superficie solicitada y no con la de desmonte, que es mucho menor.

**Cálculo de la captura de agua**

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios.

Escenario "cero". En la situación actual que se encuentra la **superficie solicitada** para CUSTF. Para este caso el valor de K utilizado fue de **0.26**.

Escenario 1. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez ejecutadas las actividades de desmonte, para este escenario el valor de K utilizado es de **0.28**.

Escenario 2. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez implementado el nuevo uso de suelo, el valor de K se mantiene **en 0.28**.

Escenario 3 y 4. Las superficies que serán usadas para el rescate y reubicación de la vegetación sumadas con las superficies permeables correspondientes al proyecto ***CLUB DE PADEL*****,** cuya superficie es de (4,842.897 $m^2$, 0.4842897 ha), que llevarán cuidados especiales como riego y mantenimiento, el valor de K es de **0.16 al tener más del 75% de superficie con cobertura vegetal**

**una vez con vegetación de reubicación y vegetación adicional añadida,** su valor actual y su valor después de ser mejoradas con la vegetación.

Captura de agua para los diferentes escenarios del proyecto.

| Escenario | K | P (mm) | CE | Agua que escurre (mm) | Evapo-transpiración (mm) | Captura de agua (mm) | Captura de agua (m3/ha) | Superficie (ha) | Captura de agua (m3/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.9854000 | 830.3532635 |
| 1 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 2 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 3 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.4842897 | 408.0896416 |
| 4 | 0.16 | 257.5 | 0.007267 | 1.8712 | 154.1 | 101.5288 | 1015.288333 | 0.4842897 | 491.6936824 |

Para llegar a estos resultados hay que recordar que se toma en cuenta el factor K, el cual depende de la cobertura de vegetación, en este caso en el escenario actual o cero, el factor K es de 0.26 (de acuerdo con Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999), en el caso de un desmonte, la cobertura baja en magnitud y por ende el factor K aumenta, el cual ahora es 0.28, en donde hay menos de 25% de cobertura vegetal de acuerdo con la tabla de Factor K. En el caso del escenario tres, en el que ya se ha construido el desarrollo y los espacios para áreas verdes han sido ocupados al 100%, con pastos y con la vegetación reubicada, la cobertura es máxima en magnitud, por lo que el Factor K disminuye y ahora es de 0.16.

Este Factor K se debe multiplicar por la precipitación P, y por el coeficiente de escurrimiento Ce aplicando la formula arriba presentada. **Así es como se llega a la cantidad de agua que escurre**.

A la precipitación P (257.5 mm) se le resta el agua que escurre (que acabamos de calcular), y al resultado se le resta la evapotranspiración (154.1 mm), y **así se obtiene la captura de agua en $m^3$**, y se multiplica por 10 para obtener **la captura de agua en $m^3$/hectárea por año**.

Una vez obtenido este dato de captura de agua en $m^3$/hectárea, simplemente se multiplica por el número de hectáreas del terreno en cuestión para obtener la captura de agua en dicho terreno.

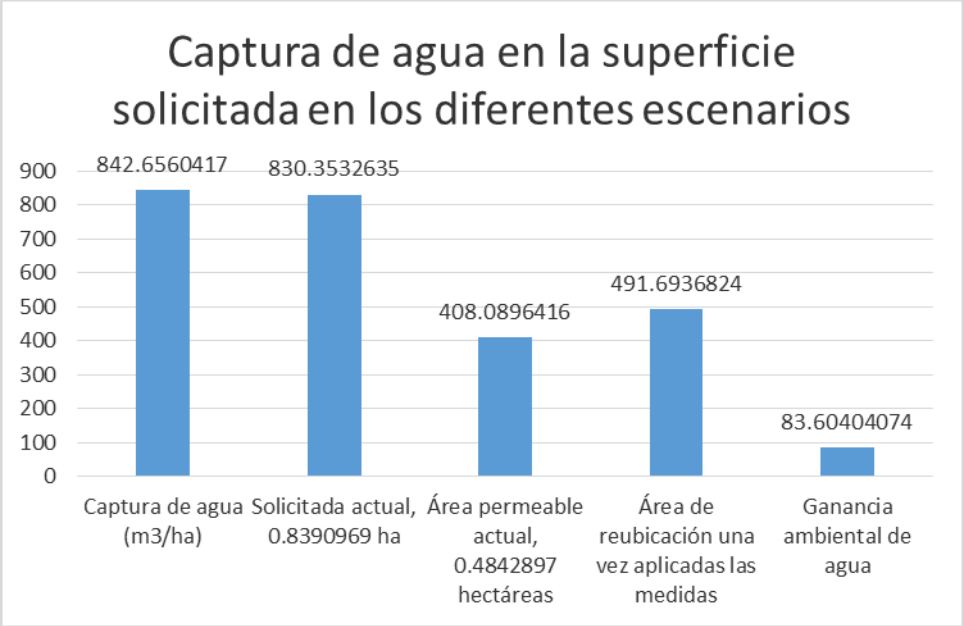
Ahora bien, estos cálculos se realizan con cada uno de los escenarios y con cada una de las superficies a comparar, es decir, tomando en cuenta diferentes coeficientes de escurrimiento para obtener diferentes factor K, o bien tomando en cuenta diferentes superficies, como lo es la superficie total solicitada, que es de 0.985400 hectáreas, o la superficie de terreno que será destinada a reubicación de vegetación junto con la superficie permeable, que es de 0.4842897 hectáreas.

5. Captura de agua ($m^3$/ha) actual: 842.656042 $m^3$/ha
6. Captura de agua ($m^3$) en la superficie **solicitada actual**: 796.3308914 $m^3$
7. Captura de agua **actual** ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable: 408.0896416 $m^3$
8. Captura de agua ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable una vez que se llene de vegetación y se apliquen las medidas preventivas y de mitigación: 491.6936824 $m^3$

Captura de agua para las diferentes escenarios y superficies del proyecto.

| Captura de agua ($m^3$/ha) | Solicitada actual, 0.985400 ha | Área permeable actual, 0.4842897 hectáreas | Área de reubicación una vez aplicadas las medidas | Ganancia ambiental de agua |
|---|---|---|---|---|
| 842.6560417 | 830.3532635 | 408.0896416 | 491.6936824 | 83.60404074 |

Mediante el cálculo anterior, se puede señalar que con el CUSTF propuesto y con el desmonte se perderá una superficie con vegetación de **0.985400 ha** y por ende habrá una disminución o pérdida en la captura de agua en **34.02237204 m³/año (escenario 0, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte),** y una vez ejecutado el proyecto e implementadas las medidas de mitigación que más que nada consisten en las áreas verdes como superficie de reubicación (**escenario 2, captura de agua sin proyecto menos la captura de agua una vez implementado el proyecto**) tendremos una captura de agua en ganancia de **83.60404074 m³/año, pero recordemos que el agua que cae se va hacia los canales de escurrimientos pluviales naturales del proyecto, de manera que el agua sigue incidiendo en la cuenca. Es decir, con el proyecto incluyendo áreas verdes, el agua que se captura es mayor en 83.60404074 m³, con áreas de reubicación y áreas permeables, el agua capturada ahora aumenta, pasa de 408.0896416 m³ a 491.6936824 m³, o sea un aumento de 83.60404074 m³en vez de tener una pérdida de 34.02237204 m³**; como podemos ver aún hay una ganancia de 49.5816687 m³, de manera que si el proyecto usa el agua de lluvia podría compensar esta pequeña pérdida en el primer año.




Derivado de lo anterior, se puede concluir cuantitativamente, que con la correcta ejecución del proyecto y de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, el proyecto garantiza que no se ponga en riesgo la captura de agua de la microcuenca por las actividades de CUSTF propuestas.

Con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el CUSTF propuesto no se compromete la provisión de agua en cantidad y calidad dentro de la microcuenca hidrográfica donde se pretende desarrollar el proyecto, a continuación se presenta una serie de elementos que permiten obtener una conclusión:

Con respecto a la superficie de la microcuenca hidrográfica en que queda inmerso el proyecto, la superficie solicitada para CUSTF **únicamente representa el 0.09475 %,** ya que la superficie total de la microcuenca **es de 1040 hectáreas en tanto que el proyecto supone una superficie de 0.985400 hectáreas**.

La superficie de áreas verdes que pasará a ser de recuperación y reubicación del proyecto, aún tiene una captura de agua de **491.6936824** m³/año, con aumento de 83.60404074 m³/año (desde 408.0896416 m³ a 491.6936824 m³), lo que mitiga la cantidad de agua que deja de ser capturada por la superficie de este proyecto.

Se plantean medidas de prevención y compensación:

- Mantenimiento a los vehículos, equipo y maquinaria utilizados en el proyecto, en talleres fuera del área del proyecto, para evitar posibles riesgos de vertidos de hidrocarburos dentro del proyecto y en la superficie solicitada para CUSTF.
- Se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que intervenga en la obra.
- No se permitirá el vertimiento de aguas residuales en los escurrimientos superficiales intermitentes cercanos, ni directamente en el suelo.

Como podemos observar, la captura de agua es mayor una vez que las medidas adecuadas de revegetación de las superficies se hayan aplicado, sobre todo la aplicación del plan de reubicación de flora, esto con el objetivo final de que las superficies quedarán completamente aumentadas en cobertura de vegetación.

En el curso de 15 años el agua capturada por estas superficies de reubicación sería de 1254.060611 $m^3$, tomando en cuenta que dicha superficie se conservará con la vegetación de reubicación. Hay que tomar en cuenta también que la superficie de reubicación completa es de al menos 2,509.263 $m^2$. Estos números se encuentran subestimados, se espera que en la realidad la captura de agua en estas superficies de reubicación sea aún mayor.

También hay que tomar en cuenta que se tomaron únicamente 2,509.263 $m^2$ de reubicación porque en la práctica es muy difícil dejar establecida la superficie exacta, y que realmente hay hasta 4,842.897 $m^2$ de superficie permeable, de manera que la captura de agua bien podría ser el doble de la calculada.

Con este proyecto la mayoría de la superficie quedará cubierta, pero hay una superficie de al menos 4,842.897 m2 permeables, con esta superficie, que excede lo establecido por el PDU2040 bajo el uso del suelo H2, el agua que puede permear es de más de 83.60404074 $m^3$, con lo que se mitiga la pérdida de agua estimada de 34.02237204 $m^3$ que deja de ser capturada.

# VII MEDIO SOCIOECONÓMICO

## VII.1 *NIVEL MUNICIPAL (MUNICIPIO DE LOS CABOS)*

En este proyecto las afectaciones ambientales recaen casi exclusivamente en el área de asentamientos humanos de Cabo San Lucas en la zona de Fraccionamiento Lomas del Cabo y Libertad, no obstante, es necesario un recuento esencial del comportamiento de la ciudad grande más cercana que es Cabo san Lucas, así como del Municipio de Los Cabos y a nivel estatal, Baja California Sur.

### **VII.1.1.1** Estructura poblacional

La densidad en el **municipio** de Los Cabos es de 88 habitantes por kilómetro cuadrado, existen 17,357 viviendas que casi en su totalidad cuentan con luz eléctrica y agua potable; siendo el promedio de personas por habitación de 4.1 (INEGI, 2005). En San José del Cabo hay 35,290 viviendas con 90,579 habitantes (INEGI 2020). En Baja California Sur hay 11 habitantes por km², muy por debajo del promedio nacional: 65 habitantes por km². En sus municipios fluctúa entre 2.1 habitantes por km² en Mulegé y 88.1 habitantes por km² en Los Cabos.

De las 798 447 personas que residen en Baja California Sur, 49.2% corresponden a mujeres y 50.8% a hombres. La población total en Baja California Sur es de 798 447 habitantes. De ellos, 392,568 son mujeres (49.2%) y 405,879 son hombres (50.8%).

Se estima que la población total del estado a mediados de 2020 será de 804,708 habitantes, de los cuales 409,022 (50.8%) corresponde a la población masculina y 395,686 (49.2%) a la femenina.

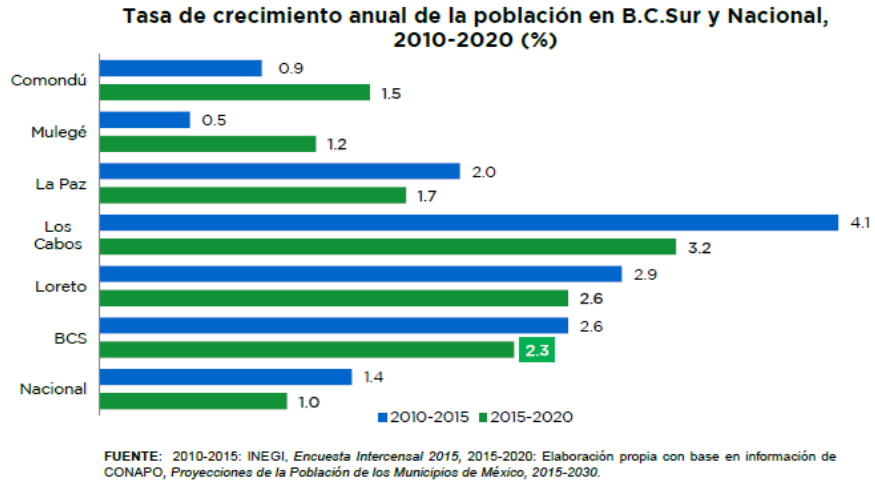
Para el Centro de Población de San José del Cabo el número de hombres asciende a 46,569, lo que significa el 52.2%, de la población mientras que las mujeres representan el 47.8% del total de habitantes. En lo que se refiere a las edades, el 64.8% corresponde a población de 15 años y más. La importancia de conocer la estructura por edad de la población radica en su utilidad para la planeación de las políticas y acciones a instrumentarse.

Se estima que para mediados de 2014 y 2015 serán 741,037 y 763,929 habitantes, respectivamente.

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación el salario mínimo vigente para el área geográfica única (en la que se incluye Baja California Sur) es de 76.04 pesos (enero de 2016).

La zona en la que se desarrollará el proyecto pertenece a uno de los estados con mayor tasa de crecimiento poblacional últimamente y aún con menor población por unidad de área (Baja California Sur). De acuerdo con el XII Censo General de Población y Vivienda en el año 2010, en Baja California Sur existe una población de 637,026 habitantes, lo que representa el 0.5 por ciento de la población total nacional.

LXXI Población total de B.C.S., crecimiento por municipio




**FUENTE**: 2010-2015: INEGI, *Encuesta Intercensal 2015*, 2015-2020: Elaboración propia con base en información de CONAPO, *Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030*.

Figura 65. Tasa de crecimiento poblacional en el estado de Baja California Sur.

Baja California Sur es la entidad menos poblada del país, tanto en términos de número de habitantes como en términos de densidad de población, con 6 habitantes por kilómetro cuadrado, aunque es la tercera entidad del país con la mayor tasa de crecimiento, sólo superada, según datos del último censo, por los estados de Quintana Roo y Baja California, que presentan tasas del 5.2 y 3.9 por ciento respectivamente.

El crecimiento de la población a nivel municipal muestra diferencias contrastantes entre los municipios.

El municipio de Los Cabos experimenta una acelerada expansión demográfica a partir de los años 80's, con tasas de crecimiento de 8.9 y 9.7 % en los periodos de 1990-1995 y 1995-2000. Esto implica la duplicación de la población en siete años, mientras que en el municipio de La Paz la población lo haría en 37 años a la misma tasa de crecimiento.

El municipio de Los Cabos presenta una población de 268,671 habitantes según el conteo 2015 de INEGI, **pero de acuerdo con las autoridades municipales hay 304,073 habitantes**, y en **Cabo San Lucas hay 81,111 habitantes** de acuerdo con dicho conteo en 2015.

El sitio del proyecto se encuentra altamente influenciado por la dinámica poblacional de las principales localidades (Cabo San Lucas y San José del Cabo), es decir, prácticamente a nivel municipal. En el caso del municipio de Los Cabos, el ritmo de crecimiento poblacional referido en términos de tasas de crecimiento se traduce en montos crecientes de población que año con año se suman a la demografía del municipio, siendo estos montos muy superiores a los registrados para el municipio de La Paz en los periodos 1990 – 1995 y 1995 – 2000.

### **VII.1.1.2** Distribución de la población

La población del centro turístico del municipio de Los Cabos se concentra principalmente en la cabecera municipal de San José del Cabo y su conurbación en la ciudad lineal, así como en la delegación de Cabo San Lucas.

La población se distribuye de manera desigual en Cabo San Lucas. En la proporción de sexos, los hombres son ligeramente más numerosos, como puede verse en la figura siguiente, el 53% de la población está compuesta por hombres, y el 47% por mujeres.

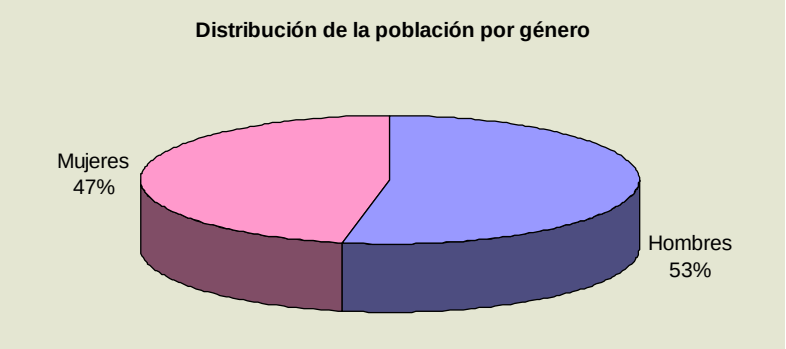



**Figura 66. Distribución de la población por género en el municipio de Los Cabos.**

Con estos datos podemos resumir que el municipio de Los Cabos y específicamente el centro de población de San Lucas experimentan un crecimiento continuo relacionado principalmente con las actividades de servicios dentro del sector turístico. El incremento poblacional reciente se refleja en la estructura de edades, donde puede verse que casi la mitad de la población tiene menos de 15 años de edad.

La densidad poblacional del municipio es de 21 h/km$^2$, existen 17,357 viviendas que casi en su totalidad cuentan con luz eléctrica y agua potable; siendo el promedio de personas por habitación de 4.1.

Este tipo de dinámica poblacional necesita que los servicios básicos se incrementen al menos en la misma medida para solventar los problemas generados sin que disminuya el nivel de la calidad de vida.

Del análisis de este fenómeno a nivel municipal se obtiene las siguientes consideraciones:

- La población infantil comprendida en el rango de 0 a 14 años, el 41% del total de la población, demandante de servicios educativos de educación básica.
- El 56% de la población estaba en edades comprendidas de 15 a 64 años pueden considerarse como productivas, por lo que esta población requiere básicamente de empleo, vivienda, servicios de salud y seguridad social.
- En cuanto a la población que tienen de 65 a 100 años y más (3%) requieren el apoyo con servicios de salud y de tipo asistenciales.

### VII.1.1.3 Natalidad y mortalidad

La natalidad es uno de los parámetros que más influyen en la determinación del crecimiento poblacional, en este sentido podemos decir que del 3.4% que crece el estado de Baja California Sur, un 10% (es decir, el 0.34%) se explica por movimientos migratorios, el resto se explica por el equilibrio entre las tasas de mortalidad y natalidad de la entidad.

LXXII Nacimientos y defunciones en B.C.S., 2010 - 2011

| Municipio | Nacimientos | | Defunciones | |
|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2011 1/ | 2010 | 2011 1/ |
| Comondú | 1,490 | 1,421 | 257 | 186 |
| Mulegé | 1,140 | 1,136 | 238 | 159 |
| La Paz | 4,744 | 4,795 | 1,356 | 1,140 |
| Los Cabos | 5,165 | 5,051 | 491 | 434 |
| Loreto | 48 | 67 | 49 | 28 |
| B.C.Sur | 12,578 | 12,470 | 2,391 | 1,947 |

Fuente: Secretaría de Salud en el Estado de B.C.Sur, Subdirección de Estadística. Subsistema de Información Sobre Nacimientos (SINAC).
1/Información preliminar.

### VII.1.1.4 Migración

El fenómeno migratorio es intrínseco al desarrollo turístico, así el 29.6 % de la población no es nativa de la entidad, proviniendo la mayoría de los estados de Guerrero, Baja California, Sinaloa y del Distrito Federal.

De las 18,350 personas que llegaron a vivir a la entidad procedentes de Sinaloa, Guerrero y Veracruz, más del 80% lo hicieron a los municipios de Los Cabos (58%) y La Paz (21.8%), de los que el 54.7% fueron hombres y el 45.3% fueron mujeres (conteo de población INEGI, 2010).

A Los Cabos arriban flujos migratorios de Sinaloa, Guerrero y del Estado de México principalmente.

En los últimos cinco años, solo el 9.8% de los residentes se califican como inmigrantes recientes.

### VII.1.1.5 Población económicamente activa

La población económicamente activa en el municipio de Los Cabos asciende a 18,036 habitantes, de acuerdo con el conteo de población del 2010, en tanto que los que se consideraron como población económicamente inactiva fueron 9,322 habitantes, tomando en cuenta hombres y mujeres mayores de 15 años.

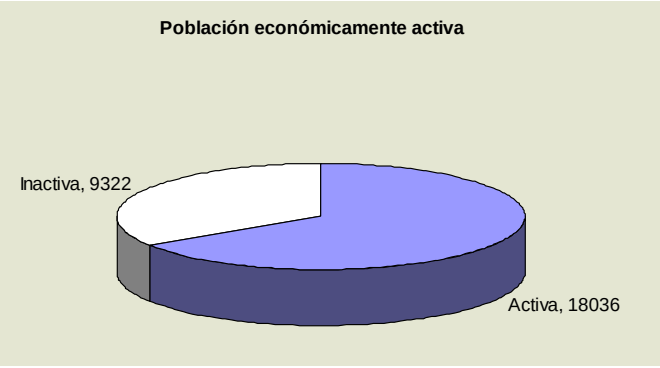



Figura 67. Población económicamente activa en el municipio de Los Cabos.

## VII.1.1.6 Factores socioculturales

Entre los factores socioculturales más importantes es el que se refiere al derecho que tiene la población de recibir servicios médicos. En este aspecto la población de Baja California Sur que se considera como derechohabiente se incrementó de 58% al 63%, mientras que el indicador a nivel nacional es de 46%.

La presencia de habitantes con capacidad de habla de lenguas indígenas dentro de la entidad es muy reducida, solo 7,095 personas mayores de 5 años se registraron como hablantes de alguna lengua indígena, y de ellos, más del 90% hablan español.

El perfil educativo de la población en el estado, en el año 2000 unas 30,847 personas contaba con algún grado de licenciatura, maestría o doctorado, mientras que para el 2005 esta cifra asciende a 47,644 individuos, lo que en porcentaje equivale al aumento de 11.9 a 15.2%, mientras que a nivel nacional el porcentaje es de 11.6 a 14.1%.

LXXIII Cobertura del seguro popular de salud en la SSA en B.C.S., 2010 - 2011

| Municipio | Familias | |
|---|---|---|
| | 2010 | 2011 1/ |
| Comondú | 11,232 | 13,555 |
| Mulegé | 6,516 | 7,981 |
| La Paz | 19,781 | 25,762 |
| Los Cabos | 19,710 | 25,563 |
| Loreto | 2,007 | 2,958 |
| B.C.Sur | 59,246 | 75,819 |

**Fuente**: Secretaría de Salud en el Estado de B.C.Sur, Subdirección de Estadística.
1/ Información preliminar.

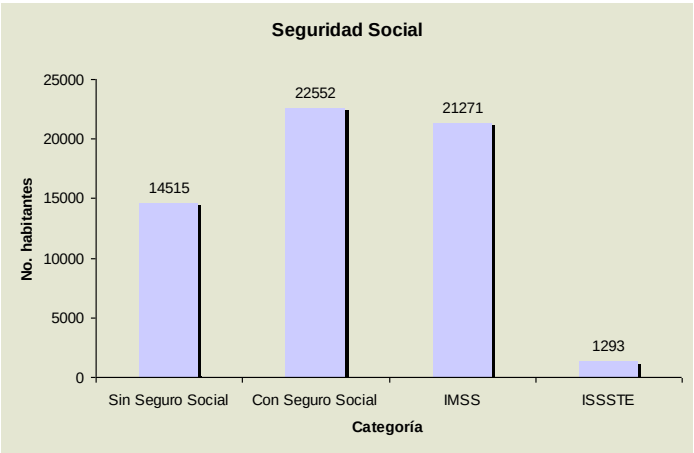



**Figura 68. Habitantes con seguridad social en el municipio de Los Cabos, B.C.S.**

La población ocupada económicamente se agrupa principalmente en el sector terciario (78%) o de servicios, mientras que el 20% se encuentra ocupado en el sector secundario. Los datos siguientes se

toman del censo de INEGI del 2010 ya que pueden desglosarse bien, no así con los datos de 2010 ni con los de 2020.

LXXIV Tasa de desocupación por trimestre nacional y para B.C.S., 2010-2011 (porcentaje de la PEA)

| Trimestre | Tasa de desempleo | |
|---|---|---|
| | B.C.Sur | Nacional |
| 2010-I | 6.4 | 5.3 |
| 2010-II | 5.1 | 5.2 |
| 2010-III | 6.4 | 5.6 |
| 2010-IV | 5.9 | 5.3 |
| 2011-I | 6.2 | 5.2 |
| 2011-II | 5.6 | 5.2 |
| 2011-III | 7.6 | 5.6 |
| 2011-IV | 4.6 | 4.8 |

**Fuente**: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). www.inegi.org.mx.

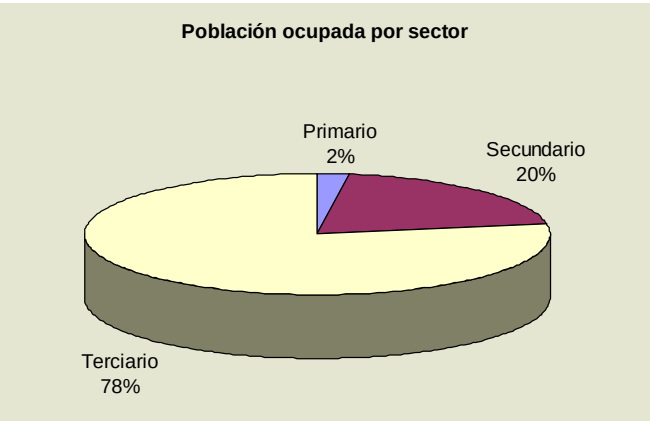



Figura 69. Población ocupada por sector económico en el municipio de Los Cabos, B.C.S.

En el municipio de Los Cabos la principal religión es la católica (el 80% de la población con más de 5 años de edad), en tanto que la población cuya religión no es la católica alcanza el 8%. Hay que destacar que el 12% de la población de este municipio se declaró sin religión alguna (conteo de población 2005).

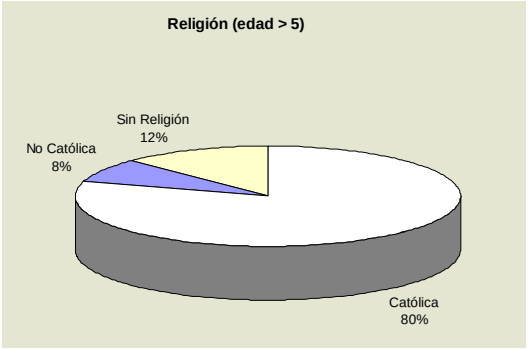



Figura 70. Religión practicada por la población del municipio de Los Cabos, B.C.S.

Más de la mitad de la población mayor de 12 años en el municipio de Los Cabos se encuentran casados (63%) de acuerdo con la información del conteo de población del 2015.

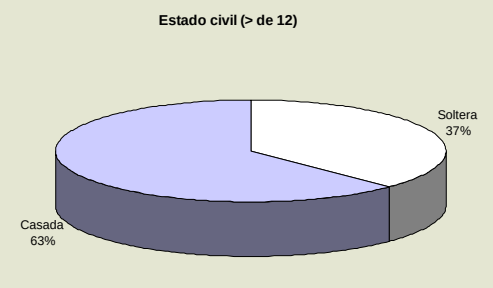



Figura 71. Estado civil en población mayor de 12 años en el municipio de Los Cabos, B.C.S.

El municipio de Los Cabos se encuentra entre los mayores alfabetizados del país, el 97% de la población mayor de 15 años sabe leer y escribir un recado.

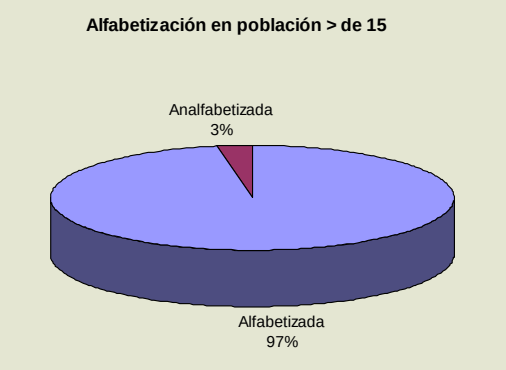



Figura 72. Nivel de alfabetización en población mayor de 15 años, en el municipio de Los Cabos, B.C.S.

El grado escolar en el centro de población de Los Cabos es de 9.75, del que la población femenina representa el 9.78 y la población masculina un promedio de 9.72.

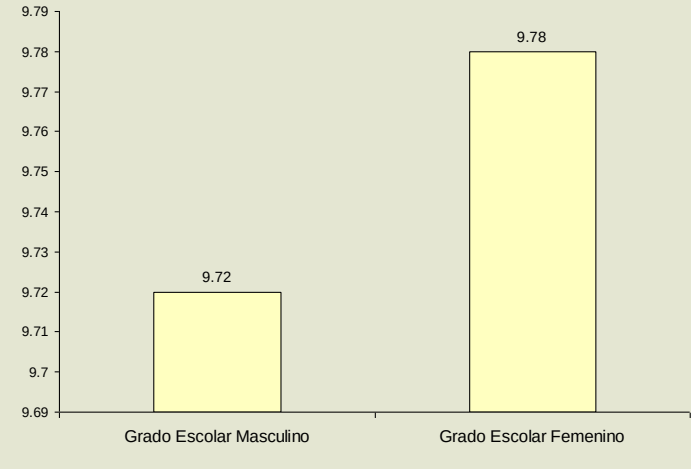



Figura 73. Grado escolar promedio por sexo en el Municipio de Los Cabos.

El nivel de ingreso en salarios mínimos en el municipio de Los Cabos puede ilustrarse en la figura siguiente, en la que podemos ver que entre 2 a 5 salarios mínimos es la categoría que aglutina mayor cantidad de población.

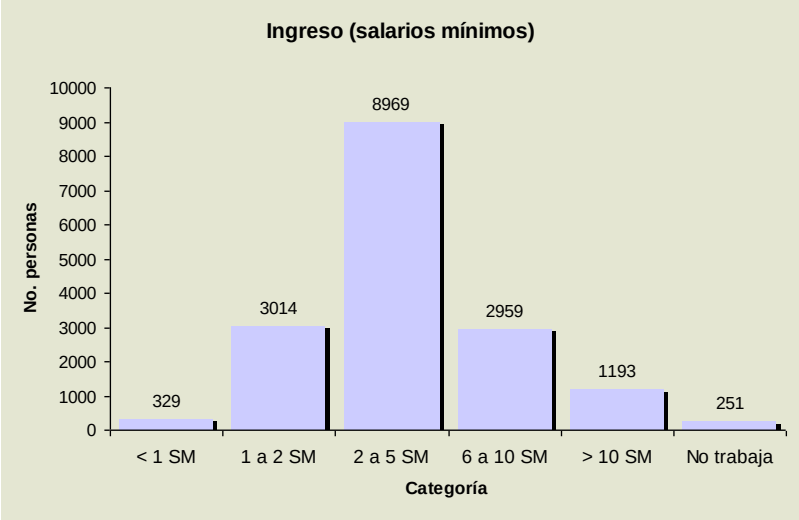



**Figura 74. Nivel de ingreso en salarios mínimos en el Municipio de Los Cabos, B.C.S.**

Del análisis de este fenómeno a nivel municipal se obtiene las siguientes conclusiones:

- La población infantil comprendida en el rango de 0 a 14 años, el 28% del total de la población, demandante de servicios educativos de educación básica.
- El 61% de la población estaba en edades comprendidas de 15 a 59 años pueden considerarse como productivas, por lo que esta población requiere básicamente de empleo, vivienda, servicios de salud y seguridad social.
- En cuanto a la población que tiene más de 60 (2.8%) requieren el apoyo con servicios de salud y de tipo asistenciales.
- Los servicios turísticos son la principal fuente de ingresos en todos los niveles y es la industria de mayor importancia para Cabo San Lucas, la gran mayoría de los empleos en este puerto se relacionan con el turismo.

Con estos datos podemos resumir que el municipio de Los Cabos experimenta un crecimiento continuo relacionado principalmente con las actividades de servicios dentro del sector turístico. El incremento poblacional reciente se refleja en la estructura de edades, donde puede verse que el 10 % de la población es menor de 4 años, el 18 % representa entre 15 a 24 años y casi la mitad de la población tiene menos de 15 años de edad.

Este tipo de dinámica poblacional necesita que los servicios básicos se incrementen al menos en la misma medida para solventar los problemas generados y que no se disminuya el nivel de la calidad de vida.

**Del análisis de este fenómeno a nivel municipal se obtiene las siguientes conclusiones:**

- La población infantil comprendida en el rango de 0 a 14 años, el 28% del total de la población, demandante de servicios educativos de educación básica.
- El 61% de la población estaba en edades comprendidas de 15 a 59 años pueden considerarse como productivas, por lo que esta población requiere básicamente de empleo, vivienda, servicios de salud y seguridad social.

- En cuanto a la población que tiene más de 60 (2.8%) requieren el apoyo con servicios de salud y de tipo asistenciales.

Con estos datos podemos resumir que el municipio de Los Cabos y específicamente el centro de población de San Lucas experimentan un crecimiento continuo relacionado principalmente con las actividades de servicios dentro del sector turístico. El incremento poblacional reciente se refleja en la estructura de edades, donde puede verse que el 10 % de la población es menor de 4 años, el 18 % representa entre 15 a 24 años y casi la mitad de la población tiene menos de 15 años de edad.

Este tipo de dinámica poblacional necesita que los servicios básicos se incrementen al menos en la misma medida para solventar los problemas generados y que no se disminuya el nivel de la calidad de vida.

En Los Cabos existen 17 centros de salud, 61 consultorios, 2 quirófanos, 11 ambulancias.

Si consideramos el área urbana de Cabo San Lucas con una superficie de 52.36 km$^2$, y un perímetro de 31.48 km$^2$, encontramos que en dicha área de Cabo San Lucas se presenta una población de 128,364 habitantes, con 66,047 pobladores del género masculino y 62,317 habitantes del género femenino, los habitantes menores a 12 años de edad son 36,736, en tanto que los mayores a 60 años son 3,630.




**Figura 75. Datos básicos en la zona urbana de Cabo San Lucas polígono rojo, INEGI, 2018.**

Dentro de esta área urbana se encuentran 45,887 viviendas, 273 supermercados, 199 escuelas, 86 bancos, 28 gasolineras, todo esto dividido en 84 colonias. Hay que mencionar que en este centro poblacional existen 17 establecimientos de salud, los más importantes son el Hospital General Cabo San Lucas, el Hospital de Especialidades, el Centro Médico Cabo San Lucas, el American Medical Center Hospital, la Central Quirúrgica, el AMC Walk in Clinic, Hospital Trinidad de Los Cabos, el Centro de Salud, Pacific, Medical & Dental Gorup, Hospital Civil de Culiacán, el Seguro Popular, el IMSS Centro, el ISSSTE Clínica, Medicentro Cabo Sur, Cerlab, Grupo quirúrgico San Lucas, Hospital de Sagrado Corazón.

Si tomamos en cuenta los datos más recientes, entre 1994 y 2006 el nivel de atención en salud es en términos generales se consideraba aceptable, su ubicación también resultaba equilibrada, 5 elementos en San José del Cabo, cinco en Cabo San Lucas y dos en la Ciudad Lineal, además de las dos unidades de atención de la Cruz Roja, una en cada centro. Actualmente el elemento de mayor capacidad es el Hospital General de 23 camas del Instituto de Salud del Estado que depende de la Secretaría de Salud y Asistencia Pública Federal.

Sin embargo, el crecimiento poblacional que ha experimentado esa zona es mayor que el crecimiento sostenido de las fuentes de empleo, casas habitación, y por supuesto el equipamiento en materia de salud, que no han podido crecer al ritmo del crecimiento demográfico acelerado. La cobertura de equipamiento que se ha presentado en la Ciudad de Cabo San Lucas en materia de salud ha sido completamente rebasada por el crecimiento poblacional que se ha experimentado en la última década, y en consecuencia ha generado una baja calidad en la prestación de servicios médicos y de asistencia social que requiere la población en general. La desarticulación de la mancha urbana de la ciudad ha generado el reto para que la población dispersa pueda tener acceso a las unidades médicas y que éstas a su vez no estén lejos de sus centros habitacionales, esfuerzo que se observa disminuido por la carencia de elementos que no alcanza a obtener la cobertura deseada para la ciudad.

En Cabo San Lucas existen tres centros de Salud Urbano (SSA) ubicados en las colonias de El Caribe, que cuentan con tres consultorios generales, una plantilla de cinco doctores y en promedio atienden a 130 consultas diarias, el Centro de Salud de Lomas del Sol cuenta con dos consultorios generales y dos doctores, atendiendo en promedio 45 consultas diarias, y el Centro de Salud en la colonia Los Cangrejos, cuenta con dos consultorios generales, tres médicos y atiende 70 consultas diarias.

El tema de la salud es fundamental para la calidad de vida de los habitantes de Los Cabos, de acuerdo con INEGI 2010, el 28.4% de la población no tenía acceso a servicios de salud. Esta carencia impacta a mayor número de ciudadanos en el centro de población, donde el 31.1% de la población de Cabo San Lucas y el 26% de San José del Cabo refirió falta de acceso a los sistemas de salud por falta de algún tipo de derechohabiencia, esto se debe principalmente a las altas tasas de trabajadores que se hallan en la informalidad.

Como lo señalan algunos estudios, Los Cabos y Baja California Sur ocupan los primeros lugares en el contexto nacional en obesidad, siendo de acuerdo a la Secretaría de Salud las principales causas de mortalidad enfermedades del corazón, tumores malignos y diabetes, dos de las cuales están asociadas con esta enfermedad, lo cual requiere estrategias de concientización y activación física para mitigar la incidencia de estas enfermedades en la población.

Otros problemas en materia de salud pública son las enfermedades de VIH y de transmisión sexual donde el Observatorio Ciudadano Integral de Los Cabos señala que el gobierno local no cuenta con un programa para la prevención de estas enfermedades, ni realiza actividades aisladas al respecto, además de los embarazos no deseados en adolescentes, adicciones en menores y la falta de planificación familiar que requieren un fortalecimiento en la cultura de la prevención, Además, siendo quizá uno de los temas más sensibles por su alta tasa de mortalidad es el cáncer de mama, enfermedad que es tratable si se detecta a tiempo.

El déficit en materia hospitales generales, atención de especialidades médicas y de atención de urgencias, (2010) así como la falta de ambulancias en las zonas urbanas y rurales ha sido identificado como un gran reto que enfrenta el municipio para mejorar sus tiempos de atención y por lo tanto la calidad en el servicio.

Por último, también se identifica un déficit de la infraestructura de salud en espacios de rehabilitación y atención para el desarrollo integral de las personas con alguna discapacidad, de acuerdo a INEGI 2010, en el municipio habitaban 7,342 personas con alguna discapacidad, los cuales 2,023 no contaban con derechohabiencia a servicios de salud.

# VII.2 *ACTIVIDADES ECONÓMICAS*

El tipo de economía predominante en Cabo San Lucas es la de servicios, el turismo y el comercio. No hay economía de transformación o producción, la gran mayoría de bienes llegan de fuera.

De acuerdo a información de un diagnóstico perceptual generado por el municipio de Los Cabos, en cuanto al sector económico el sentir de la población es que existe desempleo, escasa planeación en la apertura de negocios, improvisación en la dirección de las empresas, baja productividad de las empresas locales, reducida competitividad de las empresas, así como capital insuficiente en los emprendedores locales para iniciar sus negocios en muchos de los casos.

Es notable mencionar que actualmente en las zonas rurales se carece de infraestructura productiva que permita mayor escala en la producción agropecuaria y pesquera influyendo en la diversificación de las actividades económicas. En cuanto a economías verdes el PDU 2040 señala: "… habrá nuevas oportunidades de desarrollo en el marco de la llamada economía verde, muchas de las características que nos hacen más vulnerables a los efectos del cambio climático también son una oportunidad; una larga línea de costa, mareas, altos niveles de radiación solar, vientos, etc., son elementos naturales que pueden ser explotados para el desarrollo de nuevas tecnologías de producción de energías limpias. Igualmente las mismas condiciones de escasez de agua pueden impulsar el desarrollo de tecnologías de punta en el manejo, uso, reúso y tratamiento de agua".

Las principales problemáticas de Los Cabos son el deterioro de la mayoría de la infraestructura o los espacios para la práctica deportiva que limitan la oferta y diversidad de alternativas para la práctica del deporte, además la falta de esquemas de financiamiento para eventos deportivos o de promoción del deporte y el reconocimiento para los resultados obtenidos por los atletas locales. Aunado a esto, la falta de apoyo para los deportistas destacados para que puedan participar en competencias fuera del municipio, estado o país, desincentiva la práctica deportiva profesional y minimiza la importancia del deporte como integrador social y de la familia, elemento para mejorar la salud tanto física como emocional, reduciendo los grados de obesidad, sedentarismo y vandalismo, entre otros.

Adicionalmente, se identificó que existe una falta de previsiones para facilitar el acceso a espacios y programas de actividades deportivas para las personas con discapacidad, registrando solo un 2% de la población con discapacidad practicando alguna disciplina. De igual manera, se identifica una escasa participación de adultos mayores en actividades físicas, lo que contribuye a su exclusión de la vida comunitaria, de la ciudad y al deterioro de su salud.

La cultura es un elemento fundamental para la cohesión del tejido social, es esencial para la preservación y el enriquecimiento de la identidad municipal, así como para el desarrollo integral de los cabeños. Actualmente se atienden a solo 250 niños en las casas de la cultura de San José del Cabo, Cabo San Lucas, Miraflores, La Ribera y en la escuela de música de San José del Cabo, lo que representa el 0.5% de la población de niños y jóvenes de entre 5 y 19 años, siendo las principales artes impartidas la danza folklórica, pintura, escultura y música, requiriendo ampliar las actividades como el teatro, fotografía, cinematografía, variedades de la danza, entre otras, así como el arte de las letras fortaleciendo la cultura de la lectura y la escritura. Las problemáticas existentes se deben principalmente a la falta de recursos aplicados a este sector, lo que dificulta el buen funcionamiento y mantenimiento de este equipamiento para poder abastecer las necesidades no solo de la comunidad, sino también para llevar a cabo los distintos eventos culturales de talla internacional que se realizan en nuestro municipio.

# VII.3 *DINÁMICA DE LA POBLACIÓN*

La densidad den el municipio de Los Cabos es de 21 habitantes por kilómetro cuadrado, existen 17,357 viviendas que casi en su totalidad cuentan con luz eléctrica y agua potable; siendo el promedio de personas por habitación de 4.1.

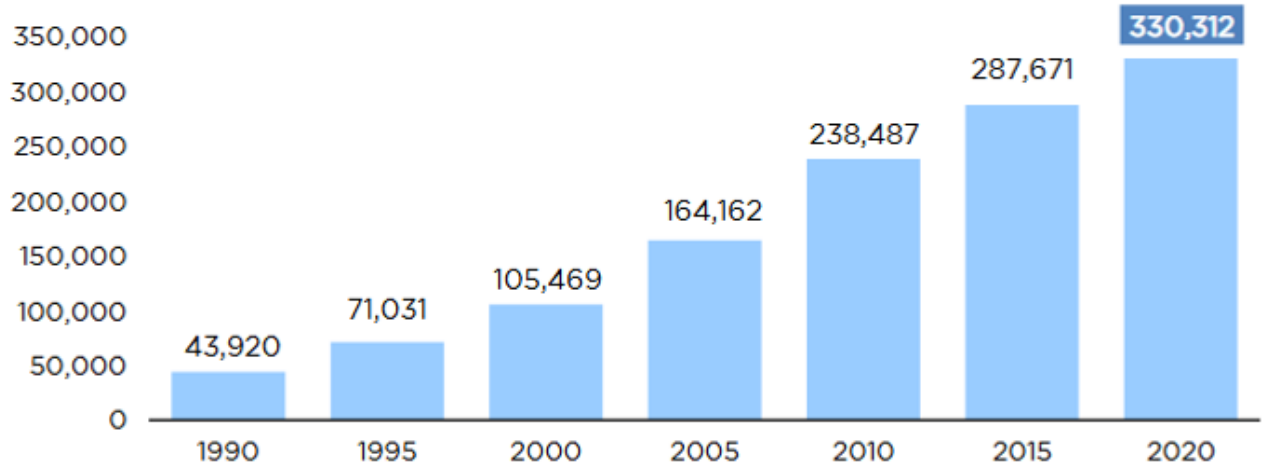
La población del centro turístico de los Cabos se concentra principalmente en la cabecera municipal de San José del Cabo y su conurbación en la ciudad lineal, así como en la delegación de Cabo San Lucas.

El fenómeno migratorio es intrínseco al desarrollo turístico, así el 29.6 % de la población no es nativa de la entidad, proviniendo la mayoría de los estados de Guerrero, Baja California, Sinaloa y del Distrito Federal.

En lo que se refiere a la composición por sexo, del total de la población estatal, el 50.8% (191,013) son hombres y el 49.2% son mujeres (184,481). A nivel municipal el 52.3% son hombres y 33,852 son mujeres (47.7%).

Para el Centro de Población de San Lucas el número de hombres asciende a 30,826, lo que significa el 52.2%, de la población mientras que las mujeres representan el 47.8% del total de habitantes. En lo que se refiere a las edades, el 64.8% corresponde a población de 15 años y más. La importancia de conocer la estructura por edad de la población radica en su utilidad para la planeación de las políticas y acciones a instrumentarse.

**Población total en el municipio de Los Cabos, 1990-2020 (habitantes)**




**FUENTE**: 1990-2010: INEGI, *Censos y Conteos de Población y Vivienda*; 2015: *Encuesta Intercensal 2015*; 2020: CONAPO, *Proyecciones de la Población de los Municipios de México 2015-2030.*

En el aspecto demográfico, Los Cabos ha destacado a nivel nacional por sus altas tasas de crecimiento anual. Mientras que la tasa de crecimiento estatal se estima en 2.3%, en Los Cabos ésta se perfila en un 3.2%, que refleja una inmigración importante de personas en busca de mejores opciones de trabajo, detonadas por el dinamismo de este municipio en materia de turismo. Es el municipio que mayor proporción de población no nativa registra, debido a la migración que la actividad turística demanda. En

el 2000, el porcentaje de población no nacida en el municipio fue de 48.1%, mientras que en 2015 fue de 56.7%.

## VII.4 *DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN*

El estado de Baja California Sur (B. C. S.), de acuerdo con el Censo de Población del 2020, cuenta con una población de 798,447 habitantes. De ellos, 392,568 son mujeres (49.2%) y 405 879 son hombres (50.8%). Baja California Sur ocupa el lugar 31 a nivel nacional por número de habitantes y sube un lugar con respecto a 2010), por lo que Baja California Sur es la entidad federativa menos poblada del país, tanto en términos de número de habitantes, como en términos de densidad de población con tan sólo 9 habitantes por kilómetro cuadrado (a nivel nacional hay 57 personas/km$^2$), se posiciona en el lugar número 32 a nivel nacional. Sin embargo, es una de las entidades del país que presenta una de las mayores tasas de crecimiento poblacional (de 4.00).

**De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación el salario mínimo vigente para el área geográfica única (en la que se incluye Baja California Sur) es de 419.88 pesos (enero de 2025).**

La zona en la que se desarrollará el proyecto pertenece a uno de los estados con menor tasa de crecimiento poblacional y con menor población por unidad de área (Baja California Sur). **El municipio de Los Cabos presenta una población de 351,111 habitantes según el censo 2020**.

La zona en la que se desarrollará el proyecto pertenece a uno de los estados con menor tasa de crecimiento poblacional y con menor población por unidad de área (Baja California Sur). De acuerdo con el XII Censo General de Población y Vivienda en el año 2010, en Baja California Sur existe una población de **637,026 habitantes**, lo que representa el 0.5 por ciento de la población total nacional.

Baja California Sur es la entidad menos poblada del país, tanto en términos de número de habitantes como en términos de densidad de población, con 6 habitantes por kilómetro cuadrado, aunque es la tercera entidad del país con la mayor tasa de crecimiento, sólo superada, según datos del último censo, por los estados de Quintana Roo y Baja California, que presentan tasas del 5.2 y 3.9 por ciento respectivamente.

El área poblada de San José del Cabo incluyendo la Zona Este, tiene una población estimada actual de 90,155 habitantes, de los que 46,365 son masculinos y 43,790 son femeninos. Se estiman 34,740 viviendas distribuidas en 44 colonias, 18 establecimientos de salud, 158 escuelas, 220 supermercados, 40 bancos, 19 gasolineras, 40 hoteles.

El sitio del proyecto se encuentra altamente influenciado por la dinámica poblacional de las principales localidades (Cabo San Lucas y San José del Cabo), es decir, prácticamente a nivel municipal. En el caso del municipio de Los Cabos, el ritmo de crecimiento poblacional referido en términos de tasas de crecimiento se traduce en montos crecientes de población que año con año se suman a la demografía del municipio, siendo estos montos muy superiores a los registrados para el municipio de La Paz en los periodos 1990 – 1995 y 1995 – 2000.

LXXV Población total de B.C.S., por municipio 1990 – 2015 (habitantes)

| Municipio | 1990 | 2000 | 2010 | 2015 |
|---|---|---|---|---|
| Comondú | 74,346 | 63,864 | 70,816 | 74,502 |
| Mulegé | 38,528 | 45,989 | 59,114 | 67,669 |
| La Paz | 160,970 | 196,907 | 251,871 | 291,704 |
| Los Cabos | 43,920 | 105,469 | 238,487 | 304,073 |
| Loreto[1/] | | 11,812 | 16,738 | 19,918 |
| B.C.Sur | 317,764 | 424,041 | 637,026 | 757,866 |

**Fuente**: 1990-2010: INEGI, Censos Generales de Población y Vivienda. 2015: Proyección de la Secretaría de Promoción y Desarrollo Económico.
1/ En 1990 la información de Loreto se incluye en el municipio de Comondú.

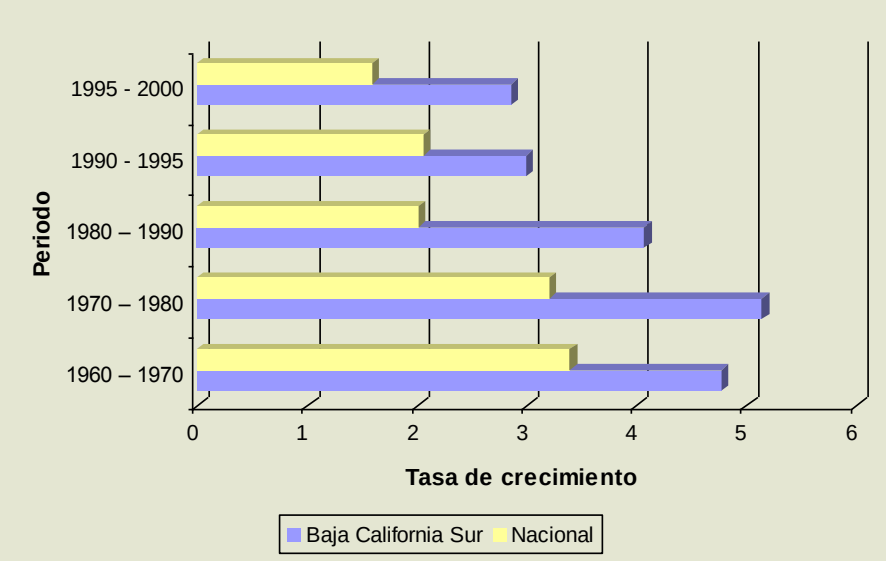



**Figura 76. Tasa de crecimiento poblacional en el estado de Baja California Sur, respecto de la tasa de crecimiento nacional.**

El municipio de Loreto conjuntamente con el de **Los Cabos**, es una región de atracción migratoria. Para el periodo 1995-2000 casi la mitad de su crecimiento demográfico es explicado por la migración, como se puede apreciar al comparar entre los municipios del Estado.

LXXVI Componentes del crecimiento demográfico por municipio en B. C. S.

| *Municipio* | *Tasa crec.* | *Natalidad* | *Mortalidad* | *Crec. Nat.* | *Migración* |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Los Cabos*** | | | | | |
| 1990-1995 | 89.0 | 32.1 | 3.7 | 28.4 | 60.6 |
| 1995-2000 | 96.3 | 29.8 | 3.3 | 26.5 | 69.8 |
| ***Comondú*** | | | | | |
| 1990-1995 | -0.4 | 28.9 | 3.7 | 25.2 | -25.6 |
| 1995-2000 | -8.0 | 27.1 | 3.9 | 23.2 | -31.2 |
| ***La Paz*** | | | | | |
| 1990-1995 | 22.4 | 25.1 | 4.0 | 21.1 | 1.3 |
| 1995-2000 | 18.1 | 22.0 | 4.1 | 17.9 | 0.2 |

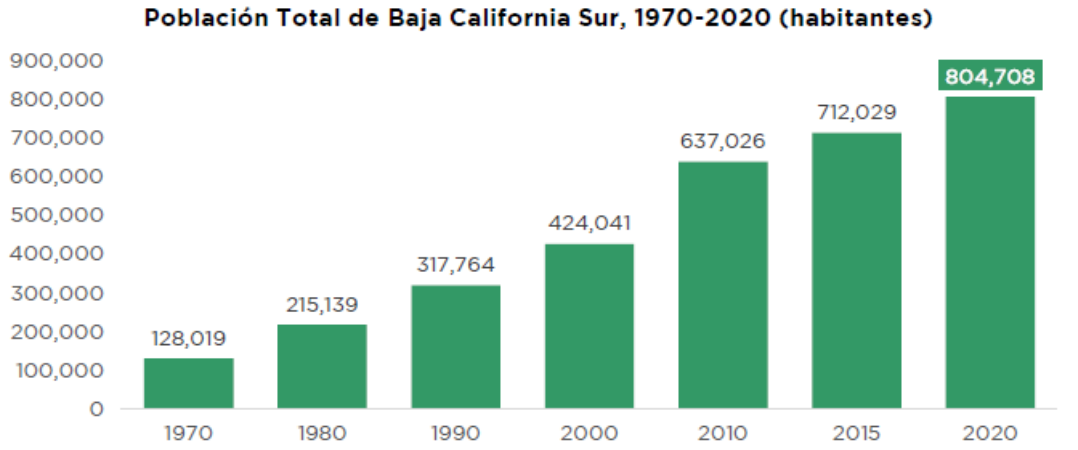
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Mulegé*** | | | | | |
| 1990-1995 | 31.8 | 27.7 | 4.8 | 22.9 | 8.9 |
| 1995-2000 | 0.13 | 28.3 | 4.9 | 23.4 | -23.27 |
| ***Loreto*** | | | | | |
| 1995-2000 | 40.1 | 24.6 | 4.3 | 20.3 | 19.8 |

Fuente: Sistema de Base de Datos Municipal (SIMBAD), INEGI

El 15% de la población estatal reside en localidades de menos de 2500 habitantes, 14% en localidades de 2500 habitantes a menos de 15 mil, 33% en localidades de entre 15 mil a menos de 100 mil y el 37% en la ciudad de La Paz, con más de 100 mil personas.

Se observa, que para 1980 el municipio de La Paz concentraba el 51.7 por ciento, seguido de Comondú con el 24.3 por ciento y Los Cabos contaba, para esas fechas, con tan solo el 8.9 por ciento del total de la población de la entidad. Para el año 2000 La Paz reduce su participación porcentual al 46.4 por ciento, Comondú lo hace notoriamente al 15.1 por ciento y Los Cabos incrementa su participación al 24.8 por ciento, colocándose ya como el segundo municipio más poblado después de La Paz.

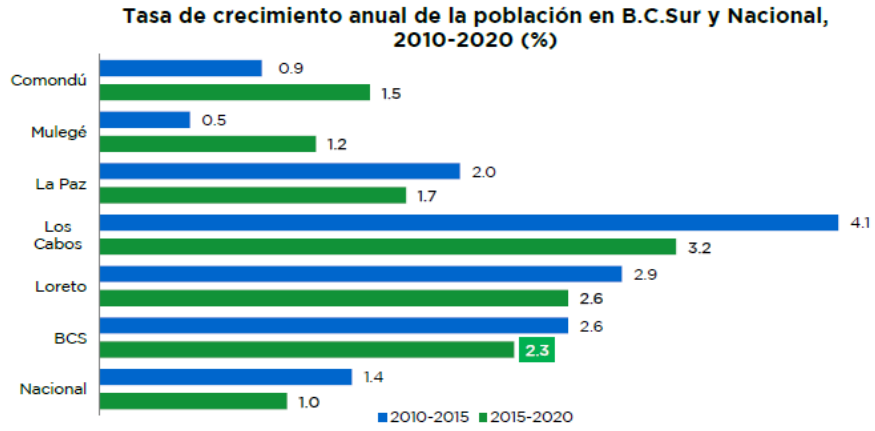
El fenómeno de la distribución de la población adquiere una mayor relevancia si la observamos en términos de densidad de población. Se señaló al principio del documento que el estado de Baja California Sur es, para el año 2000, la entidad federativa con menor densidad poblacional del país, con tan sólo 6 habitantes por kilómetro cuadrado.




**FUENTE**: 1970-2010: INEGI, Censos Generales de Población y Vivienda. 2015: INEGI, *Encuesta Intercensal 2015*. Tabulados Básicos. 2020: CONAPO, Proyecciones de la Población de México y Entidades Federativas 2016-2050.

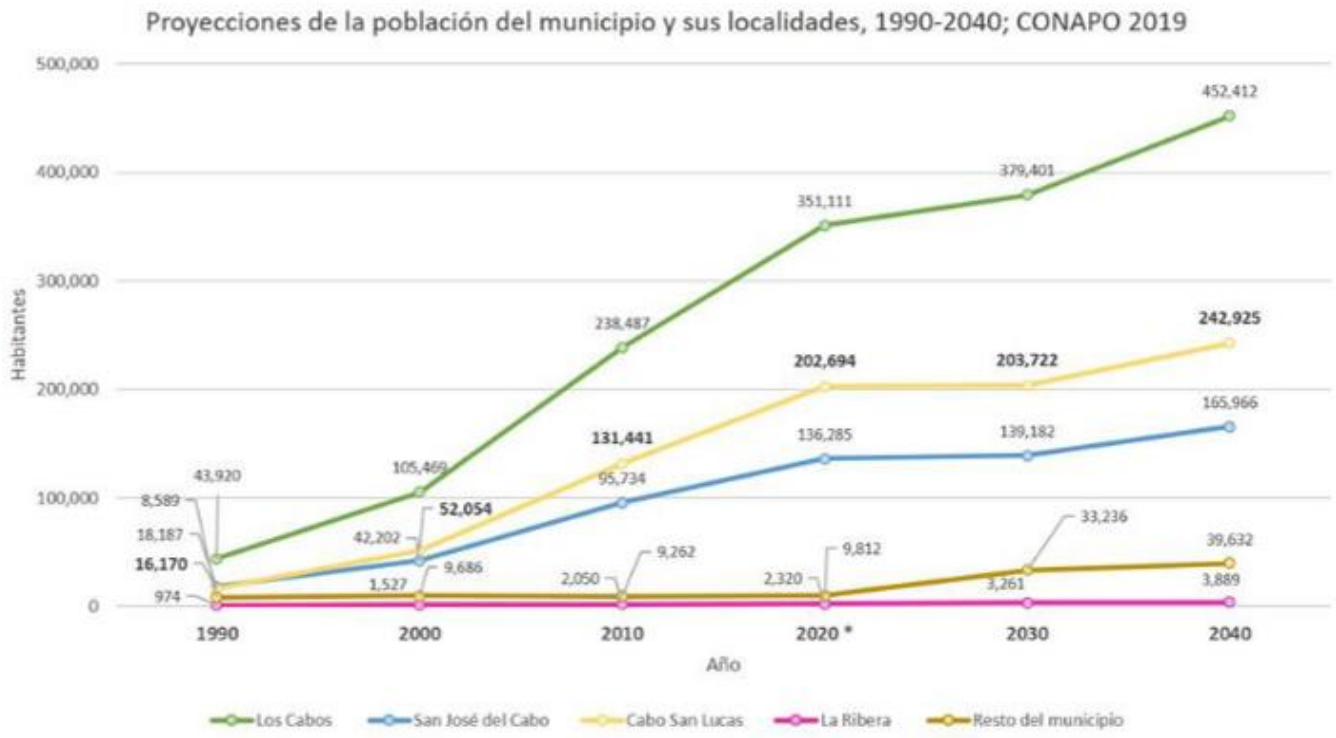
Sin embargo, al observar las densidades de población en cada uno de los municipios que conforman estado, se pone de manifiesto la desigualdad en esta distribución y por consiguiente el mal aprovechamiento que del espacio se tiene en este sentido en B.C.S. Así se aprecian municipios como Mulegé, Loreto y Comondú con una densidad de población de 1.4, 2.4 y 5.3 habitantes por kilómetro cuadrado respectivamente. Mientras que los municipios de La Paz y Los Cabos tienen una densidad de 9.7 y 29.8 habitantes por kilómetro cuadrado respectivamente.

LXXVII Población total de B.C.S., crecimiento por municipio




**FUENTE**: 2010-2015: INEGI, *Encuesta Intercensal 2015*, 2015-2020: Elaboración propia con base en información de CONAPO, *Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030*.

El municipio de Los Cabos presenta una población de 351,111 habitantes según el censo 2020. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), el municipio de Los Cabos cuenta con una población total de 351,111 habitantes. En los últimos 30 años la población total se ha incrementado en 307,191 habitantes; el periodo de mayor crecimiento demográfico fue de 2000 a 2010 cuando la población se incrementó en 133,018 habitantes. Así mismo, de 2010 a 2020 la población incrementó en 112,624 habitantes.




** Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.*

LXXVIII Tasas de Crecimiento Demográfico por Municipio en B.C.S.

| Ámbito territorial | Censo INEGI | | | | Proyección | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 | 2000 | 2010 | 2020* | 2030 | 2040 |
| Los Cabos | 43,920 | 105,469 | 238,487 | 351,111 | 379,401 | 452,412 |
| San José del Cabo | 18,187 | 42,202 | 95,734 | 136,285 | 139,182 | 165,966 |
| **Cabo San Lucas** | **16,170** | **52,054** | **131,441** | **202,694** | **203,722** | **242,925** |
| La Ribera | 974 | 1,527 | 2,050 | 2,320 | 3,261 | 3,889 |
| Resto del municipio | 8,589 | 9,686 | 9,262 | 28,936 | 33,236 | 39,632 |

Crecimiento demográfico 1990-2020 y proyecciones al 2040, Fuente: Censos de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010, 2020 de INEGI y Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030, CONAPO 2019.

## VII.5 *ESTRUCTURA POR SEXO Y EDAD*

En los momentos en los que prevalece una mortalidad en continuo descenso y una natalidad elevada y prácticamente constante, el peso relativo de la población de los menores de 15 años tiende a aumentar con respecto al resto de los grupos de edad.

Conforme se profundiza este proceso, se advierte un estrechamiento gradual de la base de la pirámide de población, como el desplazamiento hacia las edades centrales de generaciones numerosas que nacieron en la época de muy alta fecundidad.

A partir de los años ochenta, al tomar impulso el descenso de la natalidad y fecundidad, la estructura de la población del estado empezó a transformarse gradualmente. La proporción del grupo de menores de 15 años se ha venido reduciendo al pasar del 47.1 por ciento en 1970 al 32.1 por ciento en el año 2000. Por otra parte se puede apreciar, como el grupo de 15 a 64 años de edad va incrementando su proporción a partir de los años ochenta, al pasar de representar el 49.3 por ciento en 1970 al 63.9 por ciento en el 2000. Por su parte el grupo de 65 años y más, manifiesta un todavía tímido incremento en su participación porcentual al pasar del 3.3 por ciento en 1980 a un 3.9 por ciento en el 2000.

LXXIX Población por Grandes Grupos de Edad. B.C.S. (estructura porcentual)

| Grupo de edad | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 1995 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Menores 15 | 45.2 | 47.1 | 43.2 | 36.8 | 33.9 | 32.1 |
| 15 a 64 | 51.0 | 49.3 | 53.6 | 59.7 | 62.4 | 63.9 |
| 65 y mas | 3.8 | 3.6 | 3.3 | 3.4 | 3.7 | 3.9 |
| Dep. juvenil | 0.9 | 0.95 | 0.8 | 0.62 | 0.54 | 0.5 |
| Dep. tercera edad | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Edad Mediana | 17 | 16 | 17 | 20.4 | 22 | 23.4 |

Fuente: VIII, IX, X, XI y XII Censo General de Población y Vivienda y Conteo 95 de Población y Vivienda, INEGI.

## VII.6 *NATALIDAD Y MORTALIDAD*

Se aprecia como a partir de los años sesenta se da un pronunciado descenso en la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) con respecto a los años anteriores donde los niveles de mortalidad general de la

población eran relativamente altos. Por otra parte, también se aprecia como los niveles de natalidad inician su descenso durante la década de los años ochenta.

LXXX Nacimientos y defunciones en B.C.S., tendencias.

| Año | Nacimientos | Defunciones | Pobl. Media | TBN | TBM |
|---|---|---|---|---|---|
| 1930 | 2289 | 847 | 47142 | 48.56 | 17.97 |
| 1940 | 2159 | 666 | 51738 | 41.73 | 12.87 |
| 1950 | 2727 | 697 | 60983 | 44.72 | 11.43 |
| 1960 | 3469 | 641 | 81830 | 42.39 | 7.83 |
| 1970 | 5800 | 626 | 130793 | 44.34 | 4.79 |
| 1980 | 8659 | 1211 | 215765 | 40.13 | 5.61 |
| 1990 | 9375 | 1324 | 320601 | 29.24 | 4.13 |
| 1991 | 9348 | 1312 | 330378 | 28.29 | 3.97 |
| 1992 | 9323 | 1342 | 340454 | 27.38 | 3.94 |
| 1993 | 9542 | 1426 | 350836 | 27.20 | 4.06 |
| 1994 | 9577 | 1403 | 361535 | 26.49 | 3.88 |
| 1995 | 9735 | 1463 | 372561 | 26.13 | 3.93 |
| 1996 | 9677 | 1499 | 382592 | 25.29 | 3.92 |
| 1997 | 9780 | 1630 | 393753 | 24.84 | 4.14 |
| 1998 | 10085 | 1553 | 405292 | 24.88 | 3.83 |
| 1999 | 10477 | 1665 | 419486 | 24.98 | 3.97 |
| 2000 | 11930 | 1697 | 431779 | 27.63 | 3.93 |

Fuente: Anuarios Estadísticos de B.C.S. INEGI, varios años y Sistema Municipal de Base de Datos (SIMBAD), INEGI.

El desfase en el tiempo entre el descenso de la mortalidad primeramente y la natalidad posteriormente, fueron la base de un crecimiento demográfico con tasas elevadas en el estado (inicio de la transición demográfica).

Posteriormente, a partir de la década de los años ochenta con la caída en la tasa de natalidad y la fecundidad la brecha con respecto a la mortalidad empieza a estrecharse, presentándose a partir de ese momento una disminución en las tasas de crecimiento poblacional, principalmente porque el ritmo de disminución de la natalidad es ligeramente superior al ritmo decreciente de la mortalidad.

La natalidad es uno de los parámetros que más influyen en la determinación del crecimiento poblacional, en este sentido podemos decir que del 3.4% que crece el estado de Baja California Sur, un 10% (es decir, el 0.34%) se explica por movimientos migratorios, el resto se explica por el equilibrio entre las tasas de mortalidad y natalidad de la entidad.

En los últimos cinco años, solo el 9.8% de los residentes se califican como inmigrantes recientes.

## VII.7 *MIGRACIÓN*

Para el año 2010, el Estado de Baja California Sur tiene un flujo migratorio positivo de 98,827 habitantes, esto significa que arriban a esta región una gran cantidad de personas, muchas de ellas lo hacen para residir de manera definitiva, mientras otras lo hacen en plan de turistas, negocios o simplemente visitas.

Para la ciudad de La Paz, el saldo neto migratorio fue de 38,886 personas representando el 89% del Municipio de La Paz (43,545 personas), aunque la tendencia sea tomarlo como punto de partida (entrada) al Estado, para luego trasladarse hacia otras localidades o municipios cercanos que tienen lo que realmente buscan desde su inmigración a la ciudad de La Paz.

Entre el 2000 y el 2005 llegaron a vivir a la entidad poco más de 43 mil personas, procedentes principalmente de Sinaloa, Guerrero y Veracruz, más del 80% lo hizo a Los Cabos (58%) y La Paz (21%), el 54% de estos inmigrantes son hombres y el 45% son mujeres.

Por municipio los estados que más población aportan a cada uno de ellos son: Sinaloa, Baja California y Veracruz en el caso de Comondú, en tanto que a La Paz llegan contingentes primordialmente de Sinaloa, Veracruz y Baja California.

El fenómeno migratorio es intrínseco al desarrollo turístico, así el 29.6 % de la población no es nativa de la entidad, proviniendo la mayoría de los estados de Guerrero, Baja California, Sinaloa y del Distrito Federal.

De las 18,350 personas que llegaron a vivir a la entidad procedentes de Sinaloa, Guerrero y Veracruz, más del 80% lo hicieron a los municipios de Los Cabos (58%) y La Paz (21.8%), de los que el 54.7% fueron hombres y el 45.3% fueron mujeres (conteo de población INEGI, 2005).

A Los Cabos arriban flujos migratorios de Sinaloa, Guerrero y del Estado de México principalmente.

## VII.8 *Población económicamente activa*

La población que se encuentra laborando es de 435,675 personas, de los cuales 258,497 son hombres y 177,178 mujeres.

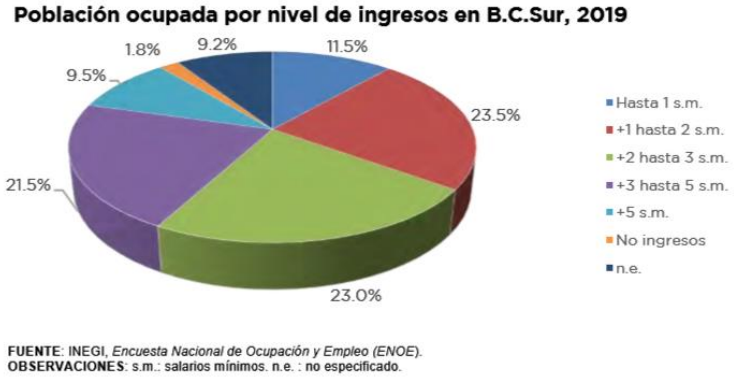
A partir de la coyuntura de crisis económica de 2008-2009, el desempleo en Baja California Sur se ha incrementado, mostrando tasas mayores a la media nacional. Al cuarto trimestre de 2019 se ubicó en 3.9% contra un 3.4% a nivel nacional.

La desocupación se manifestó de manera más evidente en el sector femenino, que representó un 4.8%, mientras que en el sector masculino fue del 3.3%.

La distribución de la población ocupada, por sector económico fue como sigue: 6.8% laboran en el sector primario (actividades agropecuarias), el 18.8% en el secundario (industria extractiva y de transformación), y el 74.1% en el terciario (sector servicios).




De acuerdo al estatus que desempeñan en la fuente de trabajo, el 75.8% corresponden a trabajadores subordinados, 15.7% trabajadores por cuenta propia, 6.7% empleadores, y 1.8% trabajadores no remunerados.




La creación de fuentes de empleo en Baja California Sur ha sido un factor económico de suma importancia, por su dinamismo en el entorno nacional. De acuerdo a cifras de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), la población en edad de trabajar (de 15 años y más) al cierre de 2019 fue de 653,410 habitantes. De éstos, la Población Económicamente Activa (PEA) fue 453,332 habitantes, de los cuales el 59.0% es masculina, y el 41.0% femenina.

Entre la población ocupada, en Baja California Sur el 12.8% corresponde a un nivel de subocupación. Asimismo, el 17.7% de la misma representa a aquella ocupada en el sector informal.

Los trabajadores asegurados del IMSS en el estado, muestran una recuperación, luego del descenso registrado entre los años 2008 y 2010. Los puestos de trabajo alcanzan la cifra de 193,253.

La edad promedio de la población económicamente activa es de 39 años y su promedio de escolaridad 10.7 años de estudio (2do año de preparatoria).

Las horas trabajadas a la semana de la población ocupada en promedio es de 42.7, con un ingreso estimado en 61.8 pesos por hora trabajada.

# VII.9 *EDUCACIÓN*

En Baja California Sur el 2.5% de la población de 15 años y más es analfabeta. La disminución de la misma fue de menos de un punto porcentual en 5 años.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.9 años, es decir, primer año de educación media superior. Lo anterior coloca a la entidad por arriba del promedio nacional que es de 9.2 años.

En educación media superior, cuenta con 167 escuelas, 124 de bachillerato general y 43 de bachillerato tecnológico.

En el nivel superior, se cuenta con una amplia oferta de carreras profesionales de todas las áreas, tanto en instituciones públicas como privadas.

En cuanto a la preferencia o costumbres regionales, la población del municipio de La Paz, se considera mayoritariamente católica, debido a la existencia de grupos católicos ya que de 176,157 habitantes de la población de 5 años en adelante, 159,448 la práctica, lo que representa el 90.51, por su parte una población de 6,531 habitantes que es el 3.7% son protestantes y evangélicos.

**Alumnos por nivel educativo en B.C.Sur, 2018-2019**

| Tipo y Nivel Educativo | Alumnos |
|---|---|
| Inicial | 5,578 |
| Especial | 943 |
| Básica | 151,195 |
| Preescolar | 28,649 |
| Primaria | 84,030 |
| Secundaria | 38,516 |
| Capacitación Trabajo | 17,737 |
| Media Superior | 36,511 |
| Bachillerato General | 14,997 |
| Bachillerato Tecnológico | 19,526 |
| Bachillerato No Escolarizado | 1,989 |
| Superior | 25,428 |
| B.C.Sur. | 237,392 |

**FUENTE**: Secretaría de Educación Pública (SEP) en B.C.Sur.
**OBSERVACIONES**: Información de inicio de curso.

Para brindar una formación más especializada en el ámbito superior, se tienen ubicadas 25 instituciones de educación superior, principalmente en la capital del estado, y en la zona de Los Cabos. El resto de los municipios tienen acceso a ella a través de campus ubicados en las cabeceras municipales.

La población estudiantil de nivel superior es de 25,428 alumnos, que representan un egreso de más de 3,600 estudiantes al año.

**Cambios sociales y económicos**

El principal problema es el crecimiento desmedido de la ciudad y de su población y el rezago en infraestructura y vivienda debido a la dinámica turística y la inmigración además de la natalidad propia (demanda de más servicios por una mayor inmigración). Además, 10 por ciento de la zona urbana está integrada por asentamientos irregulares. Para el periodo 2000-2005, la tasa de crecimiento de Los Cabos fue del orden del 8.11 por ciento, muy por arriba del promedio nacional. El 6.90 por ciento de la población está en situación precaria.

En la periferia existen zonas marginadas donde predomina la vivienda laminada, sin agua, sin pavimentación, sin energía eléctrica. El déficit anual de vivienda asciende a 15 mil casas, aproximadamente, de acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (Canadevi).

Adicionalmente a esta problemática demográfica y de vivienda existe la problemática de una alta contaminación, existen constructoras de ladrillo y bancos de materiales que generan tolvaneras con mucho polvo. Algunos desarrollos nuevos plantean exigencias contrapuestas a la normatividad urbana (solicitan Coeficientes de Ocupación y de Utilización del Suelo más altos).

Agua: hay problemas de insuficiencia de agua e infraestructura sanitaria obsoleta. En promedio, el consumo doméstico por día por habitante es de 250 litros, mientras que en los hoteles de Gran Turismo es de 2 mil litros. En los hoteles de 4 a 5 estrellas es de mil 500 litros y en los hoteles de 1 a 3 estrellas es de mil litros. El 33 por ciento del municipio no cuenta con red de drenaje y el principal problema en el alcantarillado sanitario es la obsolescencia de las redes y la carencia de drenaje pluvial. La Dirección de Ecología estatal ha detectado descargas clandestinas al mar, pero hace poco por resolver el problema. Las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales en el municipio están fuera de la Norma (3) y generan malos olores, principalmente por materiales usados por los restaurantes. El acuífero de San José del Cabo tiene un déficit de 5.24 millones de metros cúbicos de agua al año y no se cubre la demanda con la oferta de agua.

Desechos: se generan 150 toneladas de basura diarias, 3.12 Kg por habitante y 46.8 Kg por la actividad turística, por arriba del parámetro establecido por la Agenda 21, lo que requiere atención prioritaria. No hay un sitio de disposición final de residuos sólidos bajo norma, existen dos tiraderos controlados, uno en San José del Cabo (de 22 hectáreas) y otro en Cabo San Lucas (de 30 ha). Existen tiraderos clandestinos en arroyos y caminos vecinales.

- Los turistas se quejan de problemas con los taxistas-transportistas y de malos olores por las plantas de tratamiento.

- Los principales atractivos en este destino son el Arco de Cabo San Lucas, La Bahía y el Estero de San José del Cabo, éste último en malas condiciones por descuido de la población.

La seguridad pública y la protección de la integridad de las personas y sus posesiones es una de las tareas fundamentales del Estado, recayendo sobre el Gobierno Municipal las funciones de seguridad pública preventiva, resguardo del orden público y protección de civiles en situaciones de emergencia. Los más recientes reportes en esta materia señalan que, en el rubro de faltas administrativas que se presentan en el municipio, se destacan las relacionadas con el consumo de alcohol, alteración del orden público y tránsito bajo los efectos de sustancias psicotrópicas, cuyo origen primordial se encuentra en la actividad turística que se desarrolla en la región. Es por ello que resulta indispensable reforzar la Policía Turística no sólo con el fin de ofrecer un mejor servicio a los turistas que visitan el municipio, sino que también para realizar las tareas de vigilancia y resguardo del orden público que garanticen un ambiente amigable y familiar para el turista y para la población del municipio.

**Con estos datos podemos resumir que el municipio de Los Cabos y específicamente el centro de población de San Lucas experimentan un crecimiento continuo relacionado principalmente con las actividades de servicios dentro del sector turístico, las actividades deportivas comienzan a surgir como una comodidad necesaria poco a poco, y con la falta de parques y espacios deportivos, un club deportivo aunque de dimensiones pequeñas siempre es bienvenido.**

# VIII SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO

Los servicios ambientales a considerar y analizar en esta sección, son los que establece el artículo 7° de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en su fracción LXI indica que:

LXI. **Servicios ambientales**: *Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono*;

Atendiendo a esta definición a continuación se presenta la caracterización de los principales servicios ambientales que presta la fracción de terreno donde se pretende cambiar el uso de suelo, así como la justificación de que estos no se pongan en riesgo con el desarrollo del proyecto.

### Importancia de los servicios ambientales dentro de la cuenca hidrológica Playa El Faro

De acuerdo con Constanza et al. 1998 (Constanza, R, d Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., Van den Belt., 1998. The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. Ecol. Econom. 25 (1), 67-72), los servicios ambientales pueden clasificarse hasta en 17 categorías, dependiendo del ecosistema de que se trate y de los elementos que lo componen.

Estos servicios ambientales en todas las categorías presentan una gran importancia que depende mucho del grupo de población que a nivel cuenca resulta beneficiado por el servicio ambiental que presta el área que se vería afectada por el cambio de uso de suelo, de manera que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y absorción del dióxido de carbono) o solo se beneficia a grupos reducidos, como en el caso de ofrecimiento de usos no comerciales o porción extraíble como comida.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso de suelo solicitado en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en la Cuenca y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

Los servicios más importantes en este caso resultan ser la modulación climática, el paisaje y recreación, la protección de los suelos, el agua y su provisión y captación en la cuenca y en la superficie solicitada y la captura de carbono en los estratos vegetales, así como la protección de la biodiversidad de especies en el sitio.

## VIII.1 *MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA*

El clima dentro de la microcuenca Playa El Faro es regulado por varios factores, su ubicación geográfica es la principal, seguida por su geomorfología y topografía ya que dentro de ésta se presentan al menos cuatro unidades geomorfológicas, con comunicación de vientos, humedad y temperatura procedentes del Golfo de California, son elementos mayores de gran importancia en las características climáticas que prevalecen en la microcuenca. Su localización en la zona de

asentamientos humanos es una característica muy importante para este proyecto, ya que la microcuenca Playa El Faro abarca parte importante de la zona oeste y sur de Cabo San Lucas, asi como áreas sumamente importantes de las playas de Cabo San Lucas como es la Playa El Faro y la zona hotelera de esa misma playa. Esto implica que hay vientos constantes del Pacífico, pero hay una salvedad, el polígono del proyecto se encuentra por detrás del cerro de la Z también conocido como Cerro Prieto y por el sur del Cerro de La Cruz, esto implica que el sitio del proyecto se encuentra dentro del microclima entre ambos cerros y menos expuesto a la influencia costera de la zona de Playa El Faro.

El terreno se encuentra actualmente rodeado de asentamientos humanos, por el lado este se encuentra la Vía de Lerry, por el oeste unos terrenos particulares con estructuras construidas, por el lado norte hay un edificio de departamentos y del lado sur una terracería y viviendas residenciales, de manera que actualmente el microclima no se va a alterar con este proyecto, prácticamente está rodeado de asentamientos humanos y cerros, y dado que el proyecto es de baja altura, únicamente dos niveles, además de los espacios abiertos de las canchas y de los jardines, no es propicio a cambiar el microclima.

Por otro lado, una vez que el club deportivo quede establecido, habrá más áreas con sombra, la vegetación aportará humedad al aire circundante, y la vegetación rescatada junto con la vegetación de ornato, aportará sombras importantes.

Es posible señalar que las oscilaciones diurnas y nocturnas persisten por mayor tiempo en áreas provistas con vegetación, por consecuencia del cambio de uso de suelo del proyecto, este servicio se verá de hecho aumentado con la vegetación de ornato.

## VIII.2 *El paisaje y la recreación*

El paisaje es la extensión de terreno que puede apreciarse desde un sitio. Puede decirse que es todo aquello que ingresa en el campo visual desde un determinado lugar.

El paisaje en el área del proyecto es totalmente urbano. De manera general la zona se encuentra dentro de una zona de lomeríos y partes con piedemonte, al sur se encuentra el cerro Prieto y el resto del paisaje está dominado por lomeríos.

La zona en general exceptuando el cerro prieto es plana, y aunque son lomeríos en realidad se ve bastante plana la zona con pendiente hacia la zona costera. Al norte se alcanza a ver un poco la loma llamada Cerro de La Cruz.

De manera general la zona es urbana y el paisaje inmediato es de alrededor de la avenida Vía de Lerry, en las inmediaciones de las colonias habitadas de Bugambilias y Libertad.

Las comunidades de la flora y fauna ya se encuentran totalmente modificadas por ser una zona urbana, específicamente una de las avenidas más importantes de Cabo San Lucas, que es Vía de Lerry, y las colonias Bugambilia y Libertad así como 4 de Marzo, con calles y casas habitación, algunas residenciales, otros son departamentos. Únicamente la zona del terreno no presenta edificaciones, de manera que aún puede ser usada por algunos animales urbanos o por gorriones y palomas como su hábitat, sin embargo, referente a la fauna silvestre que se observa en las zonas de los cerros y lomas cercanas, este tipo de flora y fauna no se encuentra presente en el sitio del proyecto, por lo que el mismo no modifica en manera alguna la dinámica natural de comunidades de flora y fauna.

El paisaje del sitio puede conservarse o su modificación minimizarse al máximo si el proyecto que se lleva a cabo es al final reacondicionado con suficiente vegetación, no únicamente en la zona de frente

del terreno sino porque la zona sur del terreno quedará muy verde con la nueva vegetación, ya que la actual se encuentra muy seca realmente.

La calidad paisajística incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m, en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc., y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.

Actualmente ya existen barreras que limitan el desplazamiento de la fauna entre los cerros Prieto y Colorado, así como toda la zona urbanizada que ya existe entre ambos, como las colonias Bugambilias, Libertad, 4 de Marzo. En la zona urbana de Cabo San Lucas y el sitio del proyecto ya no funciona el corredor biológico, puesto que la zona urbana en sí misma es la que sirve de barrera, de manera que este proyecto no creará más barreras físicas que limiten el desplazamiento.

Las propiedades emergentes derivadas del proyecto de hecho aumentan la capacidad de recreación de la población local.

## VIII.3 *LA PROTECCIÓN DE SUELOS*

En el caso de los suelos característicos de las superficies solicitadas para CUSTF, hay procesos dentro del paisaje que no permiten su completo desarrollo, estos son el tipo de roca de granodiorita que se encuentra en el subsuelo, el suelo muy delgado y casi arenoso, y el clima seco y con altas temperaturas. Por consiguiente, su recuperación así como incremento en su calidad son difíciles de dar. En la superficie solicitada para CUSTF se presenta un solo tipo de suelo, litosol con Regosol eútrico textura gruesa, suelos con muy poca cantidad de materia orgánica y característicos de zonas desérticas.

Actualmente el suelo se encuentra con poca cobertura de vegetación y presenta una profundidad de apenas unos 5 a 10 cm, y se encuentra sobre rocas tipo granodioritas y granitos. Realmente este suelo no tiene protección ya que la vegetación no es muy densa y esa es la causa por la que se encuentra tan delgado y con poca materia orgánica. Se estima que con el club deportivo el suelo quedará mucho más estable, y con la vegetación de ornato le dará más estabilidad y humedad. No obstante, es necesario estimar de manera objetiva cuanto suelo se está perdiendo actualmente, así como cuanto suelo se perdería al concluir con la vivienda, ya que se nota la estabilidad del terreno a simple vista.

Con la intención de obtener un dato cuantitativo de la pérdida de suelo y degradación del mismo, dentro de las superficies solicitadas para CUSTF; con el cálculo de la pérdida de suelo por la erosión hídrica con la metodología RUSLE, se estimó la pérdida de suelo dentro de las superficies solicitadas para CUSTF bajo los escenarios en los que se calcula la situación actual, la situación sin vegetación, la situación con superficies de reubicación y rescate, esta superficie es de al menos 2,509.263 metros cuadrados. La metodología completa utilizada para esta estimación se presenta en el apartado correspondiente del presente documento, los resultados de estos análisis se presentan a continuación:

### Escenario “1” (Situación actual de las superficies solicitadas para CUSTF)

Con los resultados de cada uno de los factores necesarios para estimar pérdida de suelo por el factor hídrico y teniendo las superficies solicitadas para CUSTF en planos georeferenciados, se realizó una sobreposición de estas últimas sobre cada uno de los factores, con lo que se obtuvo el cálculo de la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, la cual resultó en **6.3352 ton/año** (BAJA).

LXXXI Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.25 | 6.4291 | 0.9854 | 6.3352 |

## Escenario 2 (Con la remoción de la vegetación)

La metodología que se utilizó para determinar la pérdida de suelo actual en las **superficies solicitadas** para CUSTF es producto de la interacción de 4 factores (erodabilidad, erosividad, pendiente y uso de suelo y/o vegetación). Al efectuar la remoción de la vegetación 3 de estos factores continúan igual y solamente cambia el factor C, que aumenta hasta la unidad (1) en caso imaginario de que sea desmontada la superficie, sin comenzar el uso habitacional, en la siguiente tabla se muestra el cálculo de la erosión hídrica en este escenario, la cual se incrementaría hasta **25.3410 ton/año**, es decir, MODERADA.

LXXXII Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, una vez efectuada la remoción de la vegetación.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 1 | 25.7165 | 0.9854 | 25.3410 |

## Escenario 3 (Con la implementación del proyecto)

Como se constató en el ejercicio anterior, la metodología para determinar la pérdida de suelo por erosión hídrica actual en las superficies solicitadas para CUSTF es producto de la interacción de 4 factores (erodabilidad, erosividad, pendiente y uso de suelo y/o vegetación), por lo tanto, si cualquiera de ellos (al menos uno) se convierte en cero automáticamente la tasa de degradación se convierte en cero.

Entonces, la implementación del proyecto implicará que: uno de los factores, específicamente el de uso de suelo y/o vegetación pasará a ser uso habitacional (aunque es un club deportivo, se le considera habitacional H2), por lo tanto, su valor en el Factor C se convertirá en 0.8 por lo máximo, ya que realmente aunque no hay vegetación, hay estructuras como la vivienda, aunque hay también unos 2,509.263 $m^2$ de vegetación reubicada o de áreas verdes. Lo anterior conlleva que a su vez la pérdida de suelo por erosión hídrica con el desarrollo del proyecto en estas superficies se convierta en valor menor al actual. Esta estimación del Factor C hacia el valor de 0.8, se debe a que la erosión del suelo en cualquier zona con uso habitacional es 0, pero no es viable desde el punto de vista ecológico cubrir el suelo con cemento, de manera que se toma en cuenta la superficie de reubicación de 2,509.26 $m^2$ y la superficie restante como cubierta. **Hay que mencionar que la implementación del proyecto debe considerarse en la superficie completa del proyecto, es decir 0.9854 ha**.

LXXXIII Pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie solicitada para CUSTF, **con uso del suelo habitacional**.

| R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.8 | 20.5732 | 0.9854 | 20.2728 |

## Escenario 4 (Desarrollo del proyecto con la implementación de las medidas de mitigación)

El proyecto propone diferentes medidas para mitigar las afectaciones sobre el componente ambiental suelo durante las diferentes fases del proyecto, en esta ocasión con la implementación de espacios habitacionales, de hecho disminuye mucho la erosión del sitio.

Con la intención de conocer la ganancia ambiental que se obtendría con el aumento en cobertura vegetal en la superficie de recuperación que de hecho es la superficie en la que se reubicará la vegetación, más de 2,509.263 $m^2$ (0.2509263 ha), es necesario conocer primeramente la pérdida de suelo actual en esta superficie, para lo cual se realizó una estimación de pérdida de suelo utilizando la misma metodología RUSLE, y considerando como Factor C el indicado en estimaciones anteriores para zona con vegetación, 0.15. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

LXXXIV Riesgo de pérdida de suelo **actual** en las 0.2509263 ha donde se propone el aumento de la cobertura vegetal para disminuir la tasa de pérdida de suelo.

| Uso de Suelo y vegetación | R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Áreas de reubicación | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.25 | 6.4291 | 0.2509263 | 1.6132 |

Posteriormente, se realizó el mismo cálculo para esta superficie de 2,509.263 $m^2$, considerando que el único factor que cambiaría será la cobertura vegetal, en una parte se desmontará y en otra será reubicada. La pérdida de suelo ACTUALMENTE en esta superficie es de **1.6132 ton/año**, y cuando se implemente el nuevo uso del suelo (C = 0.0475) será de **0.3226 ton/año**, es decir, habrá una **reducción de pérdida de suelo de 1.290587 ton/año** con el nuevo uso del suelo en la superficie solicitada y en las superficies de reubicación. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

LXXXV Riesgo de pérdida de suelo una vez ejecutadas las actividades de aumento de cobertura vegetal en 0.2509263 ha.

| Nuevo uso propuesto | R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Áreas de reubicación | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.0475 | 1.2858 | 0.2509263 | 0.3226 |

Actualmente existe una pérdida neta de suelo, y con la implementación del proyecto estas pérdidas de Actualmente existe una pérdida neta de suelo, y con la implementación del proyecto estas pérdidas de suelo disminuyen hasta el grado de convertirse en ganancias, que en este caso son calculadas de **1.290587 ton/año**. Y que al sumarse en 15 años, teóricamente existe una reducción de la pérdida del suelo de 19.35880652 ton. Esta disminución en la pérdida implica en realidad una ganancia de suelo, sin embargo al contrastarse con la realidad, nos damos cuenta que los cálculos se encuentran muy sobreestimados (a propósito con el fin de no subvalorar el suelo), puesto que en el sitio, una vez que el proyecto se implante, el suelo quedará estable todo el tiempo, sin pérdidas ni ganancias.

Con los resultados anteriores, se pueden realizar las siguientes conclusiones, todo esto vislumbrado en un período de tiempo de 15 años:

- Peor escenario: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF sin aplicar la medida de compensación y/o mitigación propuesta ya que generaría un incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área solicitada en 19.0057 ton/año; que en un lapso de 15 años daría un incremento en la pérdida total de suelo en 285.0862177 toneladas.

Mejor escenario: Este sería con la ejecución del CUSTF más la medida de compensación y/o mitigación propuesta, que es el rescate de vegetación que posteriormente será incorporada a sitios adecuados en el polígono de reubicación. De inicio existiría una disminución efectiva en la pérdida de suelo del área del proyecto, y en teoría se **erosionaría únicamente 0.3226** ton/año, y si lo ajustamos por hectárea nos da 1.2858 toneladas por año por hectárea; sin embargo, existiría una ganancia ambiental en la reducción de pérdida de suelo a razón de **1.290587 ton/año**. Entonces, al final de los 15 años se obtendría, con el desarrollo del proyecto y con la medida propuesta una ganancia ambiental en cuanto a reducción de pérdida de suelo por erosión hídrica debido a la reducción de ésta en 19.35880652 toneladas totales, en

vez de las 95.02873923 ton/año con el escenario actual, es decir, **75.66993271 toneladas que NO se erosionarán**.

Por tal motivo recurrimos y nos apegamos al Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación publicado en el diario oficial de la federación el jueves 31 de julio de 2014.

Que entre otras cosas establece "Que el objetivo de la compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales es la generación de un nuevo ecosistema forestal que compense la vegetación y los servicios ambientales que se perdieron por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por lo que se considera un costo total por hectárea que comprenden las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento".

Lo anterior se desprende y pretende dar cumplimiento a los siguientes artículos

De la *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable*….

**ARTÍCULO 98.** Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Del *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* que dice….

**Artículo 152.** El monto económico de la Compensación ambiental relativa al Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría o la ASEA considerando lo siguiente:

*I. Los costos de referencia para Reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y*

*II. El nivel de equivalencia para la Compensación ambiental por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría, en los que se considerará la importancia y características del ecosistema donde se realizará el Cambio de uso del suelo. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.*

*Los recursos que se obtengan serán destinados a actividades de Compensación ambiental; preferentemente en la Cuenca hidrográfica en donde se haya autorizado el Cambio de uso del suelo o, cuando esto no fuera técnicamente posible, donde la Comisión determine como área prioritaria para la Reforestación. Estas actividades serán realizadas por la Comisión o por terceros con quienes esta convenga.*

En tal sentido y considerando que el promovente está dispuesto al pago de la compensación ambiental que se estime y establezca, en función del monto económico que se determine de acuerdo a normas y lineamientos, para la superficie solicitada para el CUSTF, motivo del presente estudio.

Para que este monto sea utilizado en la aplicación de proyectos y actividades tendientes a la restauración de ecosistemas forestales y en la proporción que generalmente aplica que es de 3 ha por 1 ha de CUSTF o las que se considere por esa Secretaría.

# VIII.4 *PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD*

De acuerdo con Torres y Guevara, 2002, la captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua.

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. Por su parte, el agua infiltrada o percolada corresponde la cantidad de agua que en realidad está capturando la vegetación y que representa la oferta de agua producida por ésta.

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse para áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas.

Con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en el área forestal propuesta para CUSTF, se estimó la cantidad de agua que captura la superficie solicitada para CUSTF con base en la siguiente fórmula:

***Captura de agua = Agua que precipita - Agua que escurre – Evapotranspiración***

Ahora bien, las superficies solicitadas para CUSTF se encuentran formando parte del acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317** en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción sur del estado de Baja California Sur, entre los paralelos 22° 52’ y 23° 07’ de latitud norte y los meridianos 109° 42’ y 110° 05’ de longitud oeste; abarcando una superficie de 515 km$^2$.

Para el cálculo de escurrimiento se retomó el modelo de **Coeficiente de Escurrimiento** desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar como sigue:

**Ce = K (P-500) /200** (cuando K es igual o menor a 0.15), y **Ce = K (P-250) /2000 + (K-0.15) / 1.5** (cuando K es mayor que 0.15). K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la siguiente tabla, mientras que P es la precipitación promedio anual.

LXXXVI Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto).

| Cobertura del bosque | Valor de K según tipo de suelo | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Más del 75 % | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Entre 50–75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Entre 25-50 % | 0.17 | 0.26 | **0.28** |
| Menos del 25% | 0.22 | 0.28 | **0.3** |

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

*Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.*

Aplicando la fórmula anterior se obtiene un Ce para la zona donde se ubica el proyecto para los diversos escenarios. En el caso del escenario en el que **K tiene un valor de 0.28, Ce equivale a 0.087717 y K de 0.16 tiene un valor de 0.007267.** Además se obtuvo el dato de evapotranspiración real para la zona donde se ubican las superficies solicitadas para CUSTF, que es de **154.1 mm**. La precipitación media anual tiene un intervalo desde **257.5 mm** (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor91200_03005.TXT), (Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317**, estado de Baja California Sur, CONAGUA, 2014).

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la Norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA: 4,809,483 = 24,500,000 - 4,600,000 - 15,090,517. La cifra indica que existe volumen disponible de 4,809,483 m3 anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Santiago, en el Estado de Baja California Sur.

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios. Hay que aclarar que en realidad se debería de realizar este cálculo únicamente para la superficie de desmonte que es sumamente inferior, pero en afán de sobrevalorar el agua perdida, para efectos de no dejar pasar ningún aspecto en materia de impacto al agua que permea en estas superficies se realizan las comparaciones con la superficie solicitada y no con la de desmonte, que es mucho menor.

## Cálculo de la captura de agua

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios.

Escenario “cero”. En la situación actual que se encuentra la **superficie solicitada** para CUSTF. Para este caso el valor de K utilizado fue de **0.26**.

Escenario 1. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez ejecutadas las actividades de desmonte, para este escenario el valor de K utilizado es de **0.28**.

Escenario 2. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez implementado el nuevo uso de suelo, el valor de K se mantiene **en 0.28**.

Escenario 3 y 4. Las superficies que serán usadas para el rescate y reubicación de la vegetación sumadas con las superficies permeables correspondientes al proyecto ***CLUB DE PADEL*****,** cuya superficie es de (4,842.897 m$^2$, 0.4842897 ha), que llevarán cuidados especiales como riego y mantenimiento, el valor de K es de **0.16 al tener más del 75% de superficie con cobertura vegetal una vez con vegetación de reubicación y vegetación adicional añadida,** su valor actual y su valor después de ser mejoradas con la vegetación.

Captura de agua para los diferentes escenarios del proyecto.

| Escenario | K | P (mm) | CE | Agua que escurre (mm) | Evapo-transpiración (mm) | Captura de agua (mm) | Captura de agua (m3/ha) | Superficie (ha) | Captura de agua (m3/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.9854000 | 830.3532635 |
| 1 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 2 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 3 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.4842897 | 408.0896416 |
| 4 | 0.16 | 257.5 | 0.007267 | 1.8712 | 154.1 | 101.5288 | 1015.288333 | 0.4842897 | 491.6936824 |

Para llegar a estos resultados hay que recordar que se toma en cuenta el factor K, el cual depende de la cobertura de vegetación, en este caso en el escenario actual o cero, el factor K es de 0.26 (de acuerdo con Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999), en el caso de un desmonte, la cobertura baja en magnitud y por ende el factor K aumenta, el cual ahora es 0.28, en donde hay menos de 25% de cobertura vegetal de acuerdo con la tabla de Factor K. En el caso del escenario tres, en el que ya se ha construido el desarrollo y los espacios para áreas verdes han sido ocupados al 100%, con pastos y con la vegetación reubicada, la cobertura es máxima en magnitud, por lo que el Factor K disminuye y ahora es de 0.16.

Este Factor K se debe multiplicar por la precipitación P, y por el coeficiente de escurrimiento Ce aplicando la formula arriba presentada. **Así es como se llega a la cantidad de agua que escurre**.

A la precipitación P (257.5 mm) se le resta el agua que escurre (que acabamos de calcular), y al resultado se le resta la evapotranspiración (154.1 mm), y **así se obtiene la captura de agua en $m^3$**, y se multiplica por 10 para obtener **la captura de agua en $m^3$/hectárea por año**.

Una vez obtenido este dato de captura de agua en $m^3$/hectárea, simplemente se multiplica por el número de hectáreas del terreno en cuestión para obtener la captura de agua en dicho terreno.

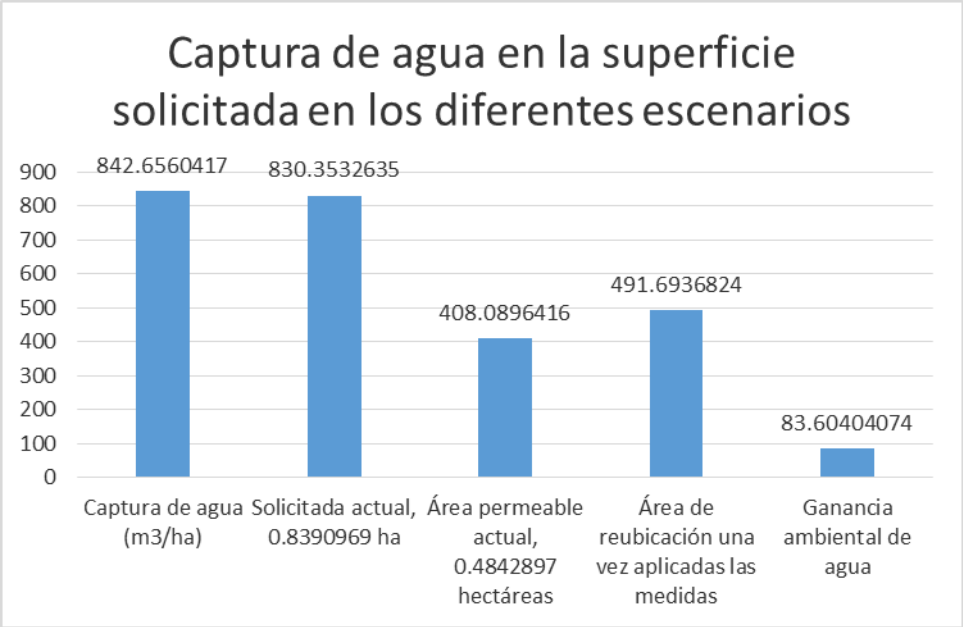
Ahora bien, estos cálculos se realizan con cada uno de los escenarios y con cada una de las superficies a comparar, es decir, tomando en cuenta diferentes coeficientes de escurrimiento para obtener diferentes factor K, o bien tomando en cuenta diferentes superficies, como lo es la superficie total solicitada, que es de 0.985400 hectáreas, o la superficie de terreno que será destinada a reubicación de vegetación junto con la superficie permeable, que es de 0.4842897 hectáreas.

1. Captura de agua ($m^3$/ha) actual: 842.656042 $m^3$/ha
2. Captura de agua ($m^3$) en la superficie **solicitada actual**: 796.3308914 $m^3$
3. Captura de agua **actual** ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable: 408.0896416 $m^3$
4. Captura de agua ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable una vez que se llene de vegetación y se apliquen las medidas preventivas y de mitigación: 491.6936824 $m^3$

Captura de agua para las diferentes escenarios y superficies del proyecto.

| Captura de agua ($m^3$/ha) | Solicitada actual, 0.985400 ha | Área permeable actual, 0.4842897 hectáreas | Área de reubicación una vez aplicadas las medidas | Ganancia ambiental de agua |
|---|---|---|---|---|
| 842.6560417 | 830.3532635 | 408.0896416 | 491.6936824 | 83.60404074 |

Mediante el cálculo anterior, se puede señalar que con el CUSTF propuesto y con el desmonte se perderá una superficie con vegetación de **0.985400 ha** y por ende habrá una disminución o pérdida en la captura de agua en **34.02237204 $m^3$/año (escenario 0, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte),** y una vez ejecutado el proyecto e implementadas las medidas de mitigación que más que nada consisten en las áreas verdes como superficie de reubicación (**escenario 2, captura de agua sin proyecto menos la captura de agua una vez implementado el proyecto**) tendremos una captura de agua en ganancia de **83.60404074 $m^3$/año, pero recordemos que el agua que cae se va hacia los canales de escurrimientos pluviales naturales del proyecto, de manera que el agua sigue incidiendo en la cuenca. Es decir, con el proyecto incluyendo áreas verdes, el agua que se captura es mayor en 83.60404074 $m^3$, con áreas de reubicación y áreas permeables, el agua capturada ahora aumenta, pasa de 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$, o sea un aumento de 83.60404074 $m^3$en vez de tener una pérdida de 34.02237204 $m^3$**; como podemos ver aún hay una ganancia de 49.5816687 $m^3$, de manera que si el proyecto usa el agua de lluvia podría compensar esta pequeña pérdida en el primer año.




Derivado de lo anterior, se puede concluir cuantitativamente, que con la correcta ejecución del proyecto y de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, el proyecto garantiza que no se ponga en riesgo la captura de agua de la microcuenca por las actividades de CUSTF propuestas.

Con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el CUSTF propuesto no se compromete la provisión de agua en cantidad y calidad dentro de la microcuenca hidrográfica donde se pretende desarrollar el proyecto, a continuación se presenta una serie de elementos que permiten obtener una conclusión:

Con respecto a la superficie de la microcuenca hidrográfica en que queda inmerso el proyecto, la superficie solicitada para CUSTF **únicamente representa el 0.09475 %,** ya que la superficie total de la microcuenca **es de 1040 hectáreas en tanto que el proyecto supone una superficie de 0.985400 hectáreas**.

La superficie de áreas verdes que pasará a ser de recuperación y reubicación del proyecto, aún tiene una captura de agua de **491.6936824** $m^3$/año, con aumento de 83.60404074 $m^3$/año (desde 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$), lo que mitiga la cantidad de agua que deja de ser capturada por la superficie de este proyecto.

# VIII.5 *LA CAPTURA DE CARBONO, DE CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES*

Marco teórico

El $CO_2$, es el GEI más abundante en la atmósfera y el responsable de 71.5% del efecto invernadero (Lashof y Ahuja, 1990; citado por Ordóñez, 1999). Este importante componente de la atmósfera se originó hace millones de años, gracias a la acción de la actividad volcánica que lo emitía a la atmósfera (Jaramillo, 1994).

La concentración de los gases de efecto invernadero ha tenido un importante incremento en la concentración de 365 ppmv del $CO_2$ en 1998, siendo 25% mayor que en la etapa preindustrial (1750), donde el valor era de alrededor de 280 ppvm; Goudie, 1990; Masera, 1991 citado por Ordóñez, 1999), principalmente como reacción de las actividades antrópicas (IPCC, 2007).

Uno de los principales sumideros de carbono son los bosques junto con los océanos, el suelo y los pastizales y fue hasta 1976 que se les reconoció como almacenadores de las emisiones de combustibles fósiles (WRI12 2001, citado por Mena, 2004). Actualmente están siendo amenazados por el cambio de uso de suelo, la deforestación y la quema de combustibles fósiles, siendo éstas las principales causas a nivel mundial, de la liberación de $CO_2$ a la atmósfera (Mintzer, 1992 citado por Ordóñez 1999).

Históricamente, en una escala global, los cambios en la cobertura forestal han sido aportadores de dióxido de carbono a la atmósfera (Houghton, 1999; Houghton y Hackler, 2001 citado por Brown, 2001). Es por esta razón que en la actualidad se considera a los bosques como una opción para mitigar las emisiones de GEI, ya que secuestran y mantienen más $CO_2$ que otro ecosistema terrestre, aparte de participar con 90% del flujo anual de carbono en el sistema atmósfera-tierra (Masera, 1995; Montoya, 1995; Ordóñez et al., 2001).

Los procesos de captura-emisión son parte de un sistema con cuatro tipos generales de reservorios de carbono (vegetación aérea y subterránea, materia en descomposición, suelos y productos forestales), con tiempos de residencia y flujos asociados muy diferentes (Ordóñez, 1999).

Actualmente va creciendo una atención global sobre el estimar con mayor certeza y precisión la dinámica del carbono secuestrado y emitido (balance emisión-captura) entre el bosque y la atmósfera. Reconocer el papel que juegan los bosques en el ciclo global del carbono, particularmente en la mitigación de los GEI, es una prioridad (Brown et al., 1996; Kauppi y Sedjo, 2001 citado por Brown, 2001).

La estimación de la captura de carbono, es el punto de partida para hacer efectivo las opciones de mitigación de los GEI en el marco del Protocolo de Kyoto, además de permitir establecer un criterio de base de cálculo de la dinámica de este gas cuando no se ejecuta una medida de mitigación (Masera et al., 2000 citado por Fragoso, 2003). Es decir, generar un caso de referencia con el cual se pueda comparar el cambio en las emisiones de los GEI y verificar los beneficios adicionales posteriores (IPCC, 1995; Tipper y De Jong, 2000).

El mercado de captura de carbono es un mercado internacional, aunque potencialmente también puede localizarse dentro del país. En él participan una parte compradora que es generalmente un país desarrollado y una parte vendedora que comúnmente es un país en desarrollo, mismo que vende captura adicional de carbono (aditividad de los proyectos). Lo anterior no implica que los depósitos de carbono tengan algún valor ya que tal valor existe; sin embargo, regularmente se negocian aditividades (capturas adicionales; Torres, 2002).

Según Merino (2003), si bien los mercados pueden compensar algunas de las fallas de los esquemas regulatorios y generar beneficios para distintos actores sociales (como los prestadores de Servicios Ambientales), muchas veces presentan fallas y riesgos, que pueden causar también deterioro ambiental e inequidades sociales. La eficiencia (social, económica, ambiental) de los mercados depende de una serie de factores, muchos de los cuales son de naturaleza extraeconómica (las relaciones de poder, el nivel de los costos de transacción, la concentración de la oferta y la demanda, la oferta de información sobre las condiciones de los mercados, etc.). De ahí la necesidad de intervención, junto con los agentes de mercado, de otros actores, instancias y mecanismos.

El mercado de carbono capturado en bosques y selvas se define en dólares por tonelada de carbono capturado. El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos. Nordhaus (1992) sugiere un costo marginal de US $5 t/C, mientras que Frankhauser (1995) estima este costo en US $20 t/C debido a los riesgos derivados del cambio climático, tasas de descuento y otros. Empresas consultoras sobre el tema normalmente usan un estándar de US $10 t/C (Torres, 2002).

Para conocer el contenido de carbono, en una muestra de biomasa, se procede a multiplicar la biomasa por la concentración de carbono obtenida experimentalmente o por un factor de contenido de carbono por especie forestal (IPCC, 2007).

De acuerdo con un estudios reportados por Masera et al (2001); Ordóñez (2004); INE-SEMARNAT (2005) en Matorral xerófilo y vegetación semiárida, tomando como promedio con base a las curvas de crecimiento y por lo tanto a la biomasa generada en vegetación aérea, de suelo y raíces, estimaron una captura total de carbono de 80 toneladas por hectárea.

LXXXVII Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México.

| ($tCO_2e$ / hectárea) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Diferentes ecosistemas terrestres** | **Vegetación aérea** | **Suelo** | **Raíces** | **Total** |
| Bosque de coníferas | 118 | 120 | 19 | 257 |
| Bosque de *Quercus* | 105 | 126 | 5 | 236 |
| Bosque tropical perennifolio | 186 | 115 | 4 | 305 |
| Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso | 54 | 100 | 0 | 154 |
| Bosque mesófilo de montaña | 189 | 205 | 36 | 430 |
| **Matorral xerófilo y vegetación semi árida** | **19** | **60** | **1** | **80** |
| Pastizal natural, halófilo y gipsófilo | 16 | 81 | 0 | 97 |
| Vegetación acuática y subacuática | 223 | 59 | 0 | 282 |
| Promedio 8 ecosistemas terrestres | 113,7 | 108,2 | 8,1 | 230,1 |

Fuente: Masera et al (2001); Ordóñez (2004); INE-SEMARNAT (2005).
Nota: tCO2e = toneladas de bióxido de carbono equivalente.

Cálculo de la captura de carbono en las superficies solicitadas para CUSTF y estimación económica de la misma.

Teniendo en consideración que obtener una cuantificación en lo referente a la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; representa un alto grado de complejidad y que en México aún no existen suficientes estudios sobre captura de carbono específicos, para tener un dato aproximado de la captura de carbono dentro de las superficies solicitadas para CUSTF se optó por retomar la información publicada en este sentido; específicamente el trabajo de Masera et al (2001); Ordóñez (2004); los resultados se presentan en la siguiente Tabla.

LXXXVIII Costo económico por la reducción en captura de carbono en la superficie forestal solicitada para CUSTF.

| Asociación vegetal | Existencias de carbono (toneladas/ha) | Valor de los depósitos de carbono (USD/ton de carbono) | Superficie solicitada para Cambio de Uso de Suelo (ha) | Existencias de carbono en la superficie solicitada para CUSTF (Toneladas) | Costo económico por la reducción en captura de carbono por el CUSTF propuesto (20 Pesos/dólar) |
|---|---|---|---|---|---|
| Área sin vegetación aparente | 80 | 10 | 0.985400 | 78.832 | $15,766.4 |
| Superficie de reubicación | 80 | 10 | 0.2509263 | 20.074104 | $4014.8208 |

El costo económico que se reflejaría por la captura de carbono que se presenta en la superficie solicitada para CUSTF no es muy alto, es de $15,766.4. Además, considerando el costo económico que representa el matorral en el área de influencia, este no es representativo en cuanto a reducción, ya que sólo representa el **0.09475** % de la vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se registra en la microcuenca, con lo que se minimiza aún más el impacto sobre este servicio ambiental generado por el CUSTF.

Hay que matizar un poco más, el carbono que se va a recuperar puede estimarse en cuanto a la vegetación a reubicar. Como se vio en los primeros capítulos, la vegetación a remover ocupa un volumen de 37.9 m3. Si realizamos exactamente los mismos cálculos pero para la vegetación a reubicar, se obtiene un total de 16.219 m3, ya que la vegetación a reubicar está formada por 290 individuos y principalmente son grandes, como cardón, torote colorado, pitahaya agria, copal, ciruelo. Esto implica que al menos la mitad de la existencia de carbono que sustenta la vegetación en este polígono, puede reubicarse en las áreas verdes de este proyecto.

## VIII.6 *La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida*

**Flora:** Durante el levantamiento en campo de la información necesaria para realizar las estimaciones de riqueza y abundancia de la vegetación a afectar en la superficie solicitada, no hay especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en la superficie solicitada ni en las superficies de influencia. Algunas de las especies que aunque no se encuentran enlistadas en la referida norma, pero que pueden ser importantes para realizar actividades de conservación dentro del proyecto son el cardón, el torote colorado, el copal que hay muy pocos, las pitahayas agrias, las chollas y una parte sustancial de lomboy, que por su tamaño sea susceptible de rescatar. Afortunadamente no hay especies de tipo biznaga o viejitos y tampoco especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En términos de riqueza, la asociación presenta dentro de la superficie solicitada para el CUSTF una riqueza total de 17 (R = 17); siendo el estrato con riqueza mayor el medio con 9 y el bajo con 4 especies, en tanto que hay 4 en estrato alto, y hay numerosos cardones pequeños en estrato medio.

De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación en cuestión presenta un *H* de 1.006 en el estrato alto, 1.542 en el estrato medio y 1.276 en el estrato bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica baja en estrato bajo, en estrato medio y alto. Estos resultados se deben a que existe una riqueza baja de especies si se consideran por estrato. Por otro lado, si se consideran en su totalidad, la zona tiene una clara biodiversidad media, de

2.271, de manera que de este modo se puede decir que no es baja la diversidad dentro de la superficie solicitada, sino media.

Atendiendo a los anteriores resultados, la forma principal de asegurar la protección de la flora aún con el desarrollo del proyecto dentro de las medidas de mitigación de impactos ambientales generados por el mismo, se propone la ejecución de un programa de rescate, colecta y reubicación de especies de flora nativa, para su posterior reubicación.

Hay que anotar que dentro del polígono general se han designado superficies para la reubicación de la flora, designadas específicamente para las áreas verdes y ajardinadas del proyecto, consistente en una séptima parte de la superficie, es decir, 2,509.263 $m^2$.

**Fauna:** Puesto que la superficie propuesta para el CUSTF se encuentra en zona con asentamientos humanos alrededor, la riqueza de herpetofauna fue muy baja, solamente una especie; no se encuentra catalogadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, dentro de las medidas de mitigación se consideran propuestas específicas sobre este grupo de fauna, dadas sus características de lento desplazamiento.

En lo que respecta a mamíferos, no hay existencia de los mismos en este terreno, la ausencia de especies de mamíferos mayores es natural dada la cercanía del proyecto con la zona urbana lo que fomenta el desplazamiento de estos hacia lugares más alejados.

En cuanto a las aves, este grupo presenta gran habilidad para desplazarse, así como de utilizar, principalmente las zonas aéreas del hábitat, por consiguiente es el grupo de fauna mejor representado en el terreno, se registraron 4 especies, ninguna de ellas se encuentra catalogada en alguna situación de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Atendiendo a estos resultados, se propone la ejecución de actividades de ahuyentamiento (principalmente) y cuando sea requerido, la captura, colecta y reubicación de especies de fauna nativa como la principal forma de asegurar la protección de la fauna aún con el desarrollo del proyecto; dentro de estas actividades se deberá dar vital importancia a los siguientes rubros:

- Especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (entendiendo que durante la fase de campo realizada para caracterizar la fauna silvestre no se identificó ninguna pero que es posible la ocurrencia de estas especies, ya que para el área de influencia se reporta una gran cantidad de estas especies en la citada lista).
- Especies de lento desplazamiento, pertenecientes al grupo de herpetofauna principalmente.

Por otro lado, la ejecución de manera paulatina del proyecto, permitirá fortalecer estas actividades de desplazamiento de las especies de fauna, además, mediante la integración de reportes semestrales o anuales (según lo determine la propia SEMARNAT), será posible tener un control de estas actividades así como un monitoreo constante de los resultados.

Con vista en los resultados de la riqueza, abundancia e índices de diversidad, es posible concluir que con el CUSTF requerido para el desarrollo del proyecto no se verá comprometida la biodiversidad de vertebrados, toda vez que las especies registradas en los inventarios de campo están ampliamente representadas en el área de influencia del proyecto. En este sentido e independientemente de que se implementarán actividades de manejo y rescate tendientes a la conservación de la fauna silvestre, es posible concluir que no habrá una afectación a la diversidad gamma (regional), ya que el pool genético, los individuos y las especies de vertebrados terrestres registradas durante los muestreos de campo en la superficie solicitada para CUSTF continuarán existiendo en el área de influencia en que se ubica el proyecto.

Dentro de las superficies solicitadas para CUSTF se registró la presencia de vegetación clasificada como ASENTAMIENTOS HUMANOS, pero con algunos ejemplares típicos de vegetación secundaria

arbustiva de matorral sarcocaule, a nivel área de influencia o microcuenca hidrológica este ecosistema representa el 0.09475 % de la misma, porcentaje que corresponde a la reducción de esta asociación con el desarrollo del proyecto, una reducción que no se considera significativa en cuanto a poner en riesgo la existencia del ecosistema en el área de influencia con el desarrollo del proyecto.

En lo que a riqueza de flora silvestre se refiere, para el matorral sarcocaule **a nivel de microcuenca**, se registraron **22 especies**. **Dentro de la superficie solicitada para CUSTF se registraron 17 especies**, todas las especies registradas dentro de esta última superficie se encuentran representadas en el área de influencia, además de que la zona se encuentra completamente embebida en asentamientos humanos, por lo tanto con el CUSTF propuesto no se pretende afectar especies exclusivas del terreno del proyecto.

LXXXIX Comparativo de los resultados de **flora** a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

| | MICROCUENCA HIDROLÓGICA | | | | SUPERFICIE SOLICITADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VARIABLE | Alto | Medio | Bajo | Total | Alto | Medio | Bajo | Total |
| Riqueza | 6 | 10 | 6 | **22** | 4 | 9 | 4 | **17** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 0 | 0 | **0** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.509 | 1.794 | 1.593 | **2.671** | 1.006 | 1.542 | 1.276 | **2.271** |

Como podemos ver, la diversidad fue mayor en general para la microcuenca que para la superficie solicitada, la presencia de más especies y en mayor número es indiscutible en la zona de la microcuenca hidrológica. Esto indica también que la microcuenca presenta un mayor número de hábitat y terreno para el desarrollo de muchas más especies de flora.

XC Comparativo de los resultados de **fauna** a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

| | MICROCUENCA HIDROLÓGICA | | | | SUPERFICIE SOLICITADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VARIABLE | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total |
| Riqueza | 10 | 4 | 2 | **16** | 3 | 1 | 0 | **4** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 1 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.4899 | 0.3629 | 0.6365 | **1.8442** | 0.7086 | 0.0000 | 0.0000 | **1.0839** |

Por supuesto que durante una caminata en una superficie mayor es posible observar más fauna, sobre todo en número de individuos, aunque también aumenta en especies. Hay que señalar que los reptiles se observaron muy difícilmente por la fecha del muestreo, en noviembre, y ocurrió durante una semana en la cual particularmente se sintieron bajas temperaturas, de 18 °C por la mañana hasta 34 °C por la tarde, con algo de viento, de manera que los reptiles se encontraban realizando poca actividad.

Para paliar las actividades destructivas del proyecto se realizarán medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre identificadas en la superficie solicitada para CUSTF, tales como ejecución del programa de rescate y/o protección de fauna silvestre, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones.

En conclusión, con los resultados en cuanto a flora y fauna silvestre, así como a los ecosistemas presentes en el área de influencia y en la superficie solicitada para CUSTF así como en las medidas de mitigación propuestas en este sentido, se puede asegurar que con el CUSTF propuesto difícilmente se pondrá en riesgo la biodiversidad del área de influencia, sus ecosistemas o formas de vida. Con vista en los resultados de la riqueza, abundancia e índices de diversidad, es posible concluir que con el CUSTF requerido para el desarrollo del proyecto no se verá comprometida la biodiversidad de vertebrados, toda vez que no hay especies registradas en los inventarios del terreno, y por otro lado, en las zonas fuera del mismo, en la microcuenca, en el área de influencia del proyecto, están ampliamente representadas. En este sentido e independientemente de que se implementarán actividades de manejo

y rescate tendientes a la conservación de la fauna silvestre, es posible concluir que no habrá una afectación a la diversidad gamma (regional), ya que al interior del predio no hay fauna alguna.

Ecosistemas: En este rubro, dentro de las superficies solicitadas para CUSTF aunque se localiza en área considerada como asentamientos humanos, hay presencia de vegetación forestal, con características de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, esta vegetación presenta afectaciones antiguas exhibidas en la topografía del terreno, en donde se puede observar que anteriormente este terreno fue intervenido longitudinalmente, posteriormente la vegetación se recuperó y ahora es posible observar cardones y lomboy en forma de rebrotes jóvenes, de menos de medio metro de altura, por lo que lleva unas 3 décadas por lo menos desarrollándose.

A nivel área de influencia este ecosistema representa el **0.09475%,** ya que la superficie total de la microcuenca **es de 1006 hectáreas en tanto que el proyecto supone una superficie de 0.985400 hectáreas**, porcentaje que corresponde a la reducción de esta asociación con el desarrollo del proyecto, una reducción que no se considera significativa en cuanto a poner en riesgo la existencia del ecosistema en el área de influencia con el desarrollo del proyecto.

Hay que destacar que porcentajes altos de la vegetación que se encuentra al interior de la superficie solicitada puede y va a reubicarse. El proyecto ya trae como diseño dos espacios laterales para áreas verdes tipo matorrales como los originales, es decir, se va a colocar la vegetación rescatada en estos polígonos, la superficie de estos polígonos es de más de 2,509.263 m2. Se ha calculado de manera preliminar que hay un total de 1020 ejemplares de vegetación, y de estas se van a reubicar un total de 260 ejemplares en la forma de lomboy, cardón, chollas, torote colorado, copal, pitahaya agria, aunque también hay unos ejemplares de damiana que pueden rescatarse.

En el proyecto se ha designado una superficie de 2,509.263 $m^2$ para la reubicación, espacio suficiente para que los ejemplares sean reubicados, y pueden tener todo tipo de vegetación ornamental, de manera que el servicio de captura de carbono queda subsanado en estas circunstancias. Podemos ver las especies y el número de ejemplares a reubicar en la siguiente tabla, y el diseño y localización de los jardines y sitios de reubicación que se encuentran al interior del proyecto.

XCI Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación.

| Nombre Común | Nombre científico | Abundancia absoluta o número de individuos en 0.985400 ha. | % a rescatar | Individuos a reubicar |
|---|---|---|---|---|
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 49.27 | 50 | 25 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 44.34 | 50 | 22 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 4.93 | 60 | 3 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 4.93 | 0 | 0 |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 379.38 | 40 | 152 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 9.85 | 50 | 5 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 14.78 | 50 | 7 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 59.12 | 50 | 30 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 34.49 | 0 | 0 |
| Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 34.49 | 0 | 0 |
| Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 39.42 | 0 | 0 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 64.05 | 0 | 0 |
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A.* | 39.42 | 0 | 0 |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 59.12 | 0 | 0 |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 54.20 | 30 | 16 |
| Palo colorado | *Colubrina californica* | 24.64 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Malva rosa | *Melochia tomentosa var.* | 103.47 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | | **1019.9** | | **260** |

Asimismo, es importante destacar que la totalidad de especies presentes en el área de la microcuenca se encuentran representadas al interior de la superficie solicitada. Por lo tanto, se puede concluir que, para la totalidad de la vegetación que hay al interior del predio, comparado con la vegetación que hay en las zonas de alrededor, especialmente más alejadas de la costa, la diversidad es mayor en la microcuenca que en el área solicitada y, en consecuencia, con la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mantendrá la diversidad.

# VIII.7 *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL*

Una de las características más importantes del sitio del proyecto es que existe un periodo de precipitaciones pluviales muy intensas en el que pueden presentarse huracanes, tormentas y fuertes eventos atmosféricos que pueden ser promotores de la erosión y destrucción de cualquier estructura. El clima de esta región está asociado a temporada de huracanes en la estación de verano. También se presentan lluvias escasas durante el invierno. Sabemos que la precipitación media anual es 262.7 mm y que los meses más lluviosos son agosto, septiembre y octubre. La temperatura media anual registrada para las principales localidades del área de estudio es para Cabo San Lucas de 23.9°C y en San José del Cabo de 23.5° C.

El importante crecimiento poblacional que ha presentado el municipio de Los Cabos se debe fundamentalmente al gran desarrollo que ha experimentado la industria del turismo en la última década. Esto ha sido un importante apoyo económico para la región y al producto interno bruto del estado. Dado el crecimiento poblacional de este municipio y en especial de Cabo San Lucas y San José del Cabo, la necesidad de vivienda se hace notar y crece junto con la población. Sin embargo, el sitio de este proyecto, no obstante que se localiza en el municipio de Los Cabos, se encuentra en un área de muy lento crecimiento poblacional, en donde las principales actividades son pesqueras, turismo y en último lugar agrícolas, y en donde puede apenas notarse el crecimiento desde 20 años atrás.

El sitio en estudio se localiza en una comunidad residencial, rodeada de cerros por el norte y sur, en una microcuenca que drena al Océano Pacífico en Playa El Faro, sin embargo el sitio del proyecto no tiene vista al mar ni comunicación al mar, tiene asentamientos humanos por los cuatro flancos.

La vegetación de este terreno se presenta de una forma especial, como primer característica, se relaciona completamente con vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, esto de un inicio ya es determinante de que no se presentan todas las especies de un matorral sarcocaule típico.

En segundo lugar, esta vegetación presenta algunas alteraciones cuyo origen es indeterminado, pero se puede asumir que ocurrieron hace más de 30 años, ya que en la topografía se pueden ver alteraciones realizadas probablemente para delimitar terrenos o parcelas, y estas actividades ejercieron afectaciones en la flora, mismas que pueden detectarse en la presencia de cardones pequeños, rebrotes de cardón y lomboy en la zona afectada que se sitúa a lo largo del terreno, asi como lomboy y torotes colorados pequeños, indicativo de que hubo un tiempo en el que comenzaron a colonizar de nuevo estos terrenos.

Por lo menos desde 2003 se puede observar que este terreno ya había sido desmontado casi en su totalidad.




Otra característica de este terreno es que dado que se encuentra rodeado de asentamientos humanos, es objeto de tiraderos de basura, como se pudieron encontrar en los días de los muestreos.

Actualmente hay algunos nidos de aves en los torotes altos, y se pueden ver torcasitas viviendo en las cercanías, ya que permanecen posadas en los cardones. Hay gorriones, torcasitas, cachoras, pero no se observaron mamíferos ni reptiles de otras especies.

Respecto del proyecto y sus características, hay que mencionar que un club deportivo no es demasiado impactante al ambiente, si se considera que el 25% de la superficie será para áreas verdes y reubicación, y el 49% de la superficie sea considerada como permeable. Adicionalmente ya se cuenta con todos los servicios en este lugar, actualmente se está tramitando ya el servicio de suministro de agua potable y de energía eléctrica. Se cuenta con Dictamen Técnico Favorable de uso del suelo, para este lote 10 de la manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con superficie de 9,854.00 m2, para un uso del suelo Habitacional H2, mediante Oficio SEPUIMM.OS.1229.2025, del 22 de agosto de 2025, otorgado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Baja California Sur.

Los principales indicadores ambientales que nos proporcionan información de algún impacto ambiental son los siguientes:

- Calidad del suelo. - Actualmente se encuentra con una muy baja erosión de **6.3352 ton/año**, mostrada con el terreno con moderada pendiente y suelo delgado, sosteniendo malezas recientes y ejemplares de lomboy, cardón, torote colorado, cholla, pitahaya agria, aunque también hay copal de pequeño tamaño.
- Calidad del aire. - Se puede ver afectada parcialmente ya que se espera que en la etapa de la construcción y en la puesta en marcha la operación y el mantenimiento, se generarán gases de combustión y partículas en suspensión que tengan efectos directos sobre el aire.
- Ruidos y Vibraciones. - Se generarán ruidos y vibraciones al desarrollar el proyecto, no así durante su operación y mantenimiento. Se procurará que esta variable tenga un efecto mínimo.

- Medio Socioeconómico. - El aspecto socioeconómico se verá beneficiado, generando algunos empleos temporales la etapa de construcción y una derrama económica importante en la operación y mantenimiento, lo que supone la presencia de un club deportivo de deportes de los que actualmente se está generando interés social.

# IX IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## IX.1 *IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS*

### IX.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Con base en los factores ambientales y las actividades del proyecto definidos anteriormente, se elaboró la matriz de interacción para identificar los impactos. La matriz de interacción para identificar los impactos se elaboró con base en los factores ambientales y las actividades del proyecto definidos en la matriz de cribado. Cada interacción entre una actividad y su efecto en cada factor ambiental resulta en un impacto ambiental detectable y cuantificable con base en los criterios:

- Naturaleza
- Intensidad
- Extensión
- Persistencia
- Reversibilidad
- Recuperabilidad
- Importancia

El método matricial se aplicó también para evaluar la importancia de los impactos ambientales que produciría este proyecto, a fin de buscar la forma más adecuada de evitarlos o mitigarlos. Para verificar la correcta identificación de impactos se revisaron documentos relativos al impacto ambiental por proyectos habitacionales H2.

### IX.1.2 Criterios y Metodologías de Evaluación

Para la evaluación de los impactos identificados se aplicó un método basado en los siguientes criterios: Naturaleza, Intensidad, Extensión, Persistencia, Reversibilidad, Recuperabilidad e Importancia. A continuación, se explican cada uno de los criterios aplicados y su ponderación (Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental, 2002, Centro de Estudios para el Desarrollo, Santiago, Chile):

- *Naturaleza* (Na). La naturaleza hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (−) que de las distintas acciones del proyecto sobre los factores ambientales considerados.
- *Intensidad* (In). Se refiere a la incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El valor más alto expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el menor valor una afectación mínima.
- *Extensión* (Ex). Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).
- *Persistencia* (Pe). Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las

condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

- *Reversibilidad* (Rv). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retomar las condiciones originales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.
- *Recuperabilidad* (Rc). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la actuación humana (introducción de medidas correctoras).
- *Importancia* (Im). La importancia del impacto está representada por un número que se deduce mediante un modelo. El valor resultante está en función RELATIVA del valor asignado a los demás criterios considerados.

La correspondencia entre cada símbolo y cada criterio, incluyendo la escala de posibles valores para cada uno de los criterios:

XCII Escala de evaluación de impactos ambientales identificados

| **Criterios aplicados** | ***Escala de valoración*** | |
|---|---|---|
| Naturaleza | Benéfico: (+) | Adverso: (-) |
| Intensidad | Total | 12 |
| | Muy Alta | 10 |
| | Alta | 8 |
| | Media | 4 |
| | Baja | 1 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| | Parcial | 5 |
| | Total | 10 |
| Persistencia | Fugaz, 0 a 5 años | 1 |
| | Más de 5 | 2 |
| Reversibilidad | Corto plazo, <1 año | 1 |
| | Reversible Medio plazo, de 1 a 10 años | 5 |
| | Irreversible | 10 |
| Recuperabilidad | Recuperable de inmediato | 1 |
| | Recuperable a mediano plazo | 2 |
| | Sólo mitigable | 3 |
| | Irrecuperable | 4 |

La valoración de cada uno de los impactos identificados respecto a cada criterio se realizó de manera independiente en una matriz de interacción. En la matriz de impactos se verifica de manera gráfica la interacción de los factores.

## IX.1.3 Identificación de actividades causantes de cambios en el ambiente y factores ambientales impactados

Para la evaluación de impactos mediante el método multicriterio, se usó la técnica de lista de verificación o chequeo, lo cual permitió identificar y delimitar, por un lado, las actividades del proyecto que podrían generar un impacto en el ambiente y, por otro lado, los componentes (factores) ambientales que serían afectados por el proyecto dentro del área de influencia y los indicadores de impacto correspondientes.

Para la elaboración de estas listas se revisaron las actividades e indicadores ambientales propuestas por Leopold y colaboradores en 1971 (Canter, 1977), las cuales se cotejaron con otras guías de evaluación de impacto ambiental. Con estas listas se elaboró una matriz de interacción que incluyó las acciones del proyecto que pueden causar impactos y los factores ambientales que pudieran resultar afectados.

En la Tabla siguiente se enlistan las actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente, durante cada una de sus etapas.

XCIII Lista de actividades más importantes agrupadas del proyecto en sus dos etapas.

| Fases del proyecto | Actividades del proyecto por fase |
|---|---|
| PREPARACION DEL SITIO | Identificación de todos los individuos de vegetación dentro del predio |
| | Aplicación de la reubicación de la vegetación relevante |
| | Limpieza de ramas y basura |
| | Limpieza del sitio y retiro de residuos fuera del predio |
| CONSTRUCCION (primer y segunda etapas) | Colocación de mallas de protección de áreas de trabajo. |
| | Área de servicios generales, zona de maniobras |
| | Nivelaciones para los espacios y canchas, acceso y área de estacionamiento |
| | Excavaciones para estructuras de primera etapa, restaurante bar, vestidores, tiendas deportivas, baños |
| | Construcción de canchas, restaurante bar, tiendas deportivas, baños, vestidores |
| | Excavaciones para servicios subterráneos, estacionamiento subterráneo en la segunda etapa , barda perimetral |
| | Construcción de tiendas deportivas y acabados finales de estructuras, ventanas, puertas, mobiliario |
| | Áreas verdes con vegetación ornamental |
| | Limpieza final de obra |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | Tránsito local y uso de insumos y energéticos locales |
| | Generación local de residuos domésticos |
| | Operación y funcionamiento de club deportivo |

En la fase de preparación del sitio se incluyen actividades preliminares como el reconocimiento del terreno, la determinación de la topografía y estudios geológicos para determinar el sitio en el que se enclavarán las áreas del club deportivo, se determina en que sitios habrá movimientos de tierra para realizar nivelaciones necesarias para las canchas, vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva de la primera etapa, para seguir con las excavaciones de estacionamiento subterráneo y las estructuras de la segunda etapa. Se reconoce la vegetación del sitio y se reubican los ejemplares que tengan características que permitan su supervivencia.

En la fase de construcción, se inicia con la colocación de letreros de obra iniciada, y de cuidado en los accesos que llevan al proyecto, en este caso el camino vecinal y el Camino Cabo del Este, luego las mallas protectoras alrededor del terreno, para evitar el polvo y ruidos, para comenzar a realizar las nivelaciones y rellenos que formarán la terraza y el aplanamiento del terreno para que las estructuras queden firmes y bien sustentadas.

Posteriormente se comienza con la construcción de los elementos del club deportivo, comenzando con la introducción de las instalaciones subterráneas como servicios hidrosanitarios y cableados subterráneos, durante etapa 2 se realizan excavaciones para estacionamiento subterráneo y la construcción de baños, cuarto de máquinas, área administrativa.

Las actividades de mayor emisión de impactos es la construcción de las estructuras del club deportivo, desde cimientos, tanto de áreas de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva como de las estructuras de fase 2 que son baños, cuarto de máquinas, área administrativa, y finalizando con los acabados y el mobiliario del club deportivo.

Así se completa la construcción de este club, para terminar con las instalaciones finales y acabados. Posteriormente se termina acondicionando las áreas ajardinadas y las primeras pruebas para poner a punto las obras hidrosanitarias y comenzar con el riego de la vegetación ornamental o la vegetación reubicada con el agua tratada.

En la Tabla siguiente se presentan los factores ambientales de los indicadores que se obtuvieron del análisis de la matriz de cribado.

XCIV Lista de los factores del medio ambiente resultantes de la matriz de cribado

| MEDIO | FACTORES AMBIENTALES | INDICADORES |
|---|---|---|
| MEDIO ABIÓTICO | Aire (Atmósfera) | Contaminación por gases |
| | | Contaminación por polvo |
| | | Contaminación por ruido |
| | Suelo | Desechos sólidos y/o líquidos |
| MEDIO BIÓTICO | Flora y fauna | Afectaciones directas a la flora y fauna locales |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO | Servicios de espacios deportivos | Demanda cubierta de espacios deportivos |
| | | Incremento en plusvalía de instalaciones deportivas |
| PAISAJE | Vista desde otros desarrollos habitacionales | Obstrucción del fondo escénico |
| | Vista en general desde el sitio | Aspecto general |
| HUMANOS | Mejoramiento o deterioro en la calidad de vida de los usuarios finales | Calidad de vida de los usuarios |
| | Empleos temporales o permanentes | Empleos obtenidos durante fase de preparación y fase de construcción y mantenimiento |
| | Posible riesgo a la salud por accidentes | Salud y seguridad de los trabajadores |
| SERVICIOS | Novedad y calidad de los nuevos servicios | Servicios deportivos |

Una vez definidas las listas anteriores se determinaron y evaluaron las alteraciones que pueden causar sobre el ambiente dichas actividades y los factores ambientales que pueden resultar afectados. Se analizaron los efectos considerando tiempo y espacio.

Con base en estos datos se generaron matrices de interacciones de las actividades del proyecto con los componentes y atributos del sistema ambiental, este análisis permitió identificar las interacciones potenciales proyecto-ambiente determinando los factores y atributos ambientales que pueden ser impactados.

# IX.2 *IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS Y SUS CARACTERÍSTICAS*

En esta sección se describen los impactos previstos por las diferentes acciones del proyecto y la valoración de su importancia. Los impactos de naturaleza adversa cuya importancia fue moderada, severa o crítica se describen con mayor detalle empleando los siguientes datos:

- Acción del proyecto que produce el impacto
- Localización y descripción de la alteración producida por la acción

**Valoración general de los impactos: significativo, alto, medio o bajo**

Los daños a la vegetación resultaron muy bajos a nulos, ya que por un lado hay muy pocos ejemplares, y por otro lado se reubicarán todos aquellos que se vieran afectados.

La vegetación de hecho será cuidada, regada, y se le dará mantenimiento, de manera que al final, habrá incluso más vegetación que actualmente, por lo que los impactos son nulos. En la totalidad del terreno hay poca fauna a afectar, por lo que los impactos a la fauna son muy bajos.

Aquellos impactos evidentes como la generación de polvo, ruido y emisiones atmosféricas, serán muy puntuales, temporales y de muy baja magnitud, por lo que se consideran como bajos a muy bajos.

Los impactos generados a la atmósfera como son la generación de polvo, ruido y gases de combustión de los automotores, son clasificados como de poca importancia principalmente por dos razones, una es la extensión espacial reducida en la que se llevarán a cabo estas actividades, y la otra es la temporalidad de las mismas, es decir la duración corta que estos impactos incidirán en la atmósfera.

Por otro lado tenemos la valoración de los impactos tomando en cuenta la actividad emisora y el receptor ambiental afectado por dicha actividad.

En este segundo análisis resulta nuevamente que los principales impactos negativos consecuencia de este proyecto son las actividades ejercidas en la vegetación y el suelo, además de las emisiones a la atmósfera provenientes de la maquinaria usada durante estas actividades.

Estos impactos presentan la cualidad de ser temporales, es decir se presentan únicamente durante la fase de construcción, estos impactos sin embargo serán prevenidos y mitigados por una serie de medidas generales que se expondrán más adelante, por lo que se consideran poco o muy poco significativos.

Resalta nuevamente la importancia de la generación de empleo, tanto durante la fase de reubicación de algunos individuos vegetales, como en la fase de limpieza del sitio, y en la construcción y resalta también la valoración de impactos positivos o benéficos como generador de espacios para vivienda unifamiliar y autosuficiente en cuanto al sistema sanitario.

A continuación se exponen los impactos encontrados por cada etapa del proyecto:

Cabo San Lucas y áreas vecinas como la zona hotelera y San José del Cabo se encuentran con una presión social enorme desde el punto de vista demográfico. De hecho existen asentamientos humanos hacia los linderos de la población que no cuentan con los servicios urbanos y sociales necesarios y cuya rapidez de crecimiento está dando como consecuencia un rezago social enorme y un aumento de la inseguridad y desempleo.

Por esta razón los impactos sociales de un desarrollo como un club deportivo son enormes en este sitio y balancean de manera muy positiva a los impactos negativos como la afectación al paisaje y a la vegetación, sobre todo en el caso del presente proyecto.

El otro impacto negativo que puede considerarse es el hecho de que se encuentran casas y pobladores cercanos al sitio del proyecto, ya que las colonias Bugambilias y Libertad están muy cerca, sin embargo antes del inicio se planea apoyar el terreno con malla ciclónica de protección perimetral, tanto para evitar la entrada de personal no autorizado al área, como para evitar los polvos y ruido excesivo.

Los impactos generados a la atmósfera como son la generación de polvo, ruido y gases de combustión de los automotores, son clasificados como de poca importancia principalmente por dos razones, una es la extensión espacial reducida en la que se llevarán a cabo estas actividades, y la otra es la temporalidad de las mismas, es decir la duración corta que estos impactos incidirán en la atmósfera.

Finalmente las acciones de excavaciones y nivelaciones inciden en un aumento potencial de erosividad del suelo, sin embargo, estos impactos no se consideran como significativos porque serán llevadas a cabo tomando en cuenta la generación excesiva de polvo a la atmósfera y ruido, además de que el proyecto incluye en su fase final de construcción áreas ajardinadas y con vegetación por lo que la erosión posible del suelo se evita casi en su totalidad de llevarse a cabo el proyecto hasta su final.

Por otro lado tenemos la valoración de los impactos tomando en cuenta la actividad emisora y el receptor ambiental afectado por dicha actividad.

En este segundo análisis resulta nuevamente que los principales impactos negativos consecuencia de este proyecto son las actividades de construcción y el transporte continuo de los materiales de construcción a la zona del proyecto, además de las emisiones a la atmósfera provenientes de la maquinaria usada durante estas actividades.

Estos impactos presentan la cualidad de ser temporales, es decir se presentan únicamente durante la fase de preparación del sitio y nivelaciones, estos impactos sin embargo serán prevenidos y mitigados por una serie de medidas generales que se expondrán más adelante, por lo que se consideran poco significativos.

Resalta nuevamente la importancia de la generación de empleo en una zona tan necesitada como Cabo San Lucas, tanto durante la fase de construcción como en la fase de limpieza del sitio, y resalta también la valoración de impactos positivos o benéficos por la consecución general de este proyecto, como generador de espacios para vivienda, en un sitio cuya principal característica es su crecimiento demográfico excesivo y sin control.

## IX.2.1 Etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se llevarán a cabo acciones tales como la finalización del proyecto en trabajo de gabinete, los trámites y permisos necesarios así como los estudios pertinentes, la adquisición de insumos (materiales, herramientas, personal), el inicio de la limpieza del terreno, esto es la adquisición y puesta en marcha de maquinaria que se desplazará al sitio de trabajo y se procederá primeramente con la aplicación de un plan de rescate de flora representativa y vulnerable, misma que será rescatada en áreas dentro del polígono de predio, y algunos ejemplares quedarán formando parte de las áreas verdes. Posteriormente se procede al desmonte general de la vegetación que hay en el sitio, ya que se hayan rescatado los ejemplares de vegetación dentro del predio, la limpieza general del sitio, antes de establecer áreas de trabajo.

**Demarcación, Trazo y Nivelación, colocación de letreros y de malla protectora**: Antes de comenzar con todas las actividades se colocarán letreros en las vialidades de acceso para prevenir a

los automovilistas que existe una obra en progreso y hay gente trabajando, para que disminuyan la velocidad y tomen precauciones. También se colocarán mallas perimetrales en el sitio de trabajo para que todos los polvos levantados y ruido sea mitigado reducido al mínimo. Comprende actividades de identificación, delimitación y trazo de las superficies. En esta etapa se generan impactos adversos no significativos, directos, reversibles y con tendencia a ser permanentes, el receptor de impacto es la atmósfera, pues todos los impactos tienen que ver con la generación de partículas a la atmósfera. Son de poca significancia al ser temporales y de poca extensión.

El receptor de impacto en esta etapa principalmente es la atmósfera, pues todos los impactos tienen que ver con la generación de partículas a la atmósfera. Son de poca significancia al ser temporales y de poca extensión, es decir, duran unas horas al día y se extienden por unos 100 metros. También hay que añadir que las caminatas en el sitio ahuyentan la poca fauna que pudiera haberse adentrado en el predio en los días posteriores a las visitas, a menos que ésta se acostumbre a la presencia humana, dependiendo de la especie esto es lo que pasa. El hecho de que la fauna huya minimiza el impacto a la misma. Ejemplares de reptiles únicamente se hacen a un lado, lo mismo pasa con las aves e incluso con ratones y lagartijas, de encontrarse ahí, sin embargo fauna del tipo de mamíferos, además de no haberse observado, no son muy tolerantes a la presencia humana y es lo más probable que ya no se encuentran en los alrededores ni se acerquen al sitio del proyecto una vez se asienten las estructuras ahí.

**Etapa de marcaje físico y reubicación de los individuos de vegetación**

Todos los ejemplares de vegetación relevante que hay al interior del predio se tienen perfectamente ubicados y se plantea la reubicación de varios de ellos en caso de ser afectados por la construcción de este club deportivo. Los impactos son muy bajos y puntuales asi como temporales, son no significativos con estas actividades.

## Reducción de la naturalidad del paisaje

En el establecimiento de cualquier asentamiento humano se levantan estructuras en el escenario paisajístico, lo que da por resultado el impacto sobre la naturalidad del paisaje. Las características de las estructuras levantadas, su diseño general, combinen desde el punto de vista estético y cultural con la zona concuerdan casi exactamente con las casas vecinas, tanto en forma como en la presencia de la barda perimetral y de protección. Esto es altamente subjetivo, sin embargo puede llegar a atenuar mucho el impacto visual de cualquier proyecto, más allá de las interacciones con la flora y fauna y con los elementos físicos locales. Este impacto se valoró como **adverso de significancia baja a muy baja o nula** debido a la extensión limitada, la recuperabilidad parcial, y principalmente porque actualmente el terreno se encuentra totalmente de características de asentamientos humanos.

En los sitios donde se desplantará este proyecto se requerirá de realizar cierta cantidad de nivelaciones ya que la topografía del sitio presenta un desnivel, el terreno está totalmente plano pero se encuentra inclinado de manera que para las canchas se necesita que esté completamente horizontal, para esta actividad se realizará aplanamiento con el mismo material. En el predio no se crearán nuevos bancos de material. Esta actividad modifica ligeramente las capas primarias del suelo, que de por si es muy delgado, en campo se puede observar que tiene profundidad de cero a 10 cm, por lo que el impacto en este sentido es adverso poco o muy poco significativo, directo, permanente e irreversible.

Por otro lado, se genera contaminación del aire por generación de polvos. Considerando que esta afectación provoca un impacto adverso poco significativo, ligero, temporal y reversible.

También se realizará la colocación de servicios hidrosanitarios subterráneas, y finalmente se realizará la recolección y disposición de residuos de material, vegetación seca resultante de la limpieza y todas estas acciones se realizan mediante el uso de maquinaria y camiones de carga.

Estas acciones generarán impactos importantes en el sentido de que son muy evidentes al observador. Dichos impactos consisten principalmente en la generación de emisiones de gases de combustión provenientes de los camiones de carga y maquinaria usada en las actividades antes citadas. También se produce ruido y se levanta una cierta cantidad de polvo durante los movimientos de tierra. Estas acciones generan molestias a nivel muy localizado, de hecho, la mayor parte de los impactos durante esta etapa los recibe la atmósfera, ya que se trata de emisiones de gases de combustión, ruidos y algunas molestias a nivel local, y levantamiento de polvo al aire producido por los trabajos de maquinaria sobre todo al remover cantidades de tierra para la introducción de servicios o de cimientos.

Los impactos detectados durante esta etapa del proyecto tienen una influencia muy localizada, puesto que se perciben únicamente en el predio, y dado que hay pocos asentamientos humanos en las cercanías, los impactos serán percibidos por muy poca gente.

La intensidad de estos impactos se considera como baja-muy baja o en pocos casos nulos, puesto que la generación de ruido y polvo no son impactos que sean considerados de alta intensidad, y son prevenibles de manera muy fácil, con malla protectora perimetral para evitar dispersión de polvos.

La extensión de estos impactos se considera como muy puntual, es decir que los alcances son mayoritariamente locales, se perciben en el mismo sitio en el que están siendo generados, y los efectos no se extienden en superficie más allá de una cierta distancia desde donde se generan, en este caso, el camino vecinal o la Vía de Lerry, que por sí misma también está emitiendo impactos ambientales muy parecidos, es decir, ruido constante y generación de gases de combustión interna de forma continua, aunque en cuestión de polvo esto no es comparable, pues en la calle vecinal de acceso los automotores no circulan mucho.

Únicamente en cuanto a las molestias a nivel local los impactos se extienden un poco más allá del sitio en el que se producen, se trata de las molestias generadas a la gente que también circula por esta calle vecinal de acceso y la Vía de Lerry al mismo tiempo que los transportes de materiales o los camiones de carga o maquinaria que trabaja en este proyecto. Estas molestias son desde un leve incremento en el tráfico local, pasando por un ligero incremento del tiempo que hacen durante su traslado de un punto a otro, y las consecuentes pérdidas de tiempo y molestias.

### Disminución de la calidad de hábitat usado por la fauna

La intensidad de este impacto es baja, muy baja a nula, ya que en las visitas al predio, no se observó fauna excepto pocas cachoras muy pequeñas, es decir, la flora y fauna son muy escasas.

En todo caso, el desarrollo de este proyecto traerá consigo la generación de pastos ornamentales al interior del terreno una vez que haya mantenimiento adecuado y vegetación ornamental, que como en otras residencias y establecimientos de la zona, consiste en vegetación típica de la zona, con especies autóctonas, lo que dará sustento al suelo evitando el aumento de la erosión, y permitirá el acomodo de algunas especies de fauna nativa como pequeños reptiles, algunas aves y mamíferos. Las acciones de nivelaciones tendrán como consecuencia el aplanamiento del sitio y la disminución de la pendiente, lo que disminuirá la erosión natural del sitio.

## IX.2.2 Etapa de instalación y/o construcción

Se incluyen ambas fases de la construcción de este proyecto porque la preparación del sitio incluye muy pocas actividades y prácticamente se iniciará con la construcción ya que la vegetación se haya reubicado, y se haya realizado el desmonte. Parte de la preparación del sitio es la nivelación y las excavaciones necesarias para los niveles subterráneos y la introducción de servicios.

**Demarcación, Trazo y Nivelación**: comprende actividades de identificación, delimitación y trazo de las superficies del proyecto, los sitios para los desplantes. En esta etapa se generan impactos adversos no significativos, directos, reversibles y con tendencia a ser permanentes, el receptor de impacto es la atmósfera, pues todos los impactos tienen que ver con la generación de partículas a la atmósfera. Son de poca significancia al ser temporales y de poca extensión.

## Pérdida de suelo

El área del proyecto no presenta zonas cultivables ni ganaderas por lo que el impacto se clasifica como ***compatible no significativo***.

## Reducción de la naturalidad del paisaje

En el establecimiento de cualquier asentamiento humano se levantan estructuras en el escenario paisajístico, lo que da por resultado el impacto sobre la naturalidad del paisaje. Aquí aplica el diseño conceptual del proyecto, de modo que las características de las estructuras levantadas, su diseño general, combinen desde el punto de vista estético y cultural con la zona. Esto es altamente subjetivo, sin embargo puede llegar a atenuar mucho el impacto visual de cualquier proyecto, más allá de las interacciones con la flora y fauna y con los elementos físicos locales.

Este impacto se valoró como **adverso de significancia media** debido a la extensión limitada, la recuperabilidad parcial.

**Servicios subterráneos, cimientos para vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva**

La introducción de servicios como drenaje y alcantarillado es muy posible que se realicen durante esta etapa, sin embargo las excavaciones serán de gran escala en la fase 2 por la construcción del estacionamiento subterráneo ya que se crearán estacionamientos en pisos abajo, se crearán los niveles 0 y 1.

En esta actividad, para el Factor Atmósfera se generarán dos impactos negativos poco significativo hacia los Atributos Calidad, Ruido y Vibraciones; para el Factor Socioeconómicos, generará para los atributos Desarmonías Visuales, Estilo de Vida y Patrones Culturales, dos impactos positivos poco significativos; hacia el Flujo Vehicular, un impacto negativo poco significativo y al Atributo Empleo un impacto positivo significativo.

**Estacionamiento subterráneo, excavaciones**

Esta actividad constructiva para el Factor Atmósfera, generará dos impactos negativos poco significativo; el Atributos de Calidad, Ruido y Vibraciones; para el Factor Socioeconómicos, se generarán tres impactos positivos poco significativo al Atributo Desarmonías Visuales, Estilo de Vida y Empleo y se generará un impacto negativo poco significativo al Flujo Vehicular.

Habrá grandes movimientos de tierra, se crearán espacios de estacionamientos subterráneos, al mismo tiempo hay excavaciones en las zonas de los edificios para los cimientos, se nivela el terreno de las otras áreas, se crea mucho ruido, polvo, hay mucha circulación de camiones de carga, se usa mucha maquinaria en la zona de trabajo, y existe mucho desplazamiento de trabajadores en cada jornada.

**Instalaciones de los edificios de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva**

Esta actividad constructiva para el Factor Atmósfera, generará dos impactos negativos muy significativos; el Atributo de Calidad, Ruido y Vibraciones; para el Factor Socioeconómico, se generarán

a los Atributos Estilo de Vida y Patrones Culturales y al Empleo dos impactos positivos poco significativo.

Hay que mencionar que los mayores impactos ambientales negativos alcanzan su máximo pico durante la construcción de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva, y las canchas en sí mismas asi como la parte de los estacionamientos subterráneos, existe un transporte diario de los trabajadores al sitio de trabajo, en dos jornadas. Existe un gran transporte de materiales hacia la zona del proyecto, de manera que hay circulación constante de los camiones de transporte de materiales. Existe una generación constante de ruido emitido, así como de gases a la atmósfera. Existe la generación de basura por parte de los trabajadores y a partir de residuos de materiales que ya han sido descartados.

Por otro lado la derrama económica es enorme en esta etapa, ya que se genera una compra de materiales y su transporte, así como todos los empleos que se generan en la forma de trabajadores.

**Áreas Verdes**

Esta actividad generará para el Factor Geomorfología un impacto positivo poco significativo al Atributo Patrón de Drenaje; para el Factor Agua al Atributo Recarga del Acuífero un impacto positivo poco significativo; para los Factores Flora y Fauna, dos impactos positivos significativos a los Atributos Árboles y a la Avifauna; para el Factor Socioeconómicos, se generarán tres impactos positivos poco significativos a los atributos Desarmonías Visuales, Estilo de Vida y Patrones Culturales y Empleo, y al Flujo Vehicular un impacto negativo poco significativo.

**Limpieza**

Esta última actividad correspondiente a la Etapa de Construcción, ocasionará al Factor Socioeconómicos, tres impactos positivos poco significativos a los Atributos de Desarmonías Visuales, Estilo de Vida y Patrones Culturales y al Empleo y al Flujo Vehicular un impacto negativo poco significativo.

**Contaminación por generación y levantamiento de polvo**

En las actividades de adquisición y transporte y operación de maquinaria, la generación de polvos se verá aumentada. Esta contaminación, no obstante, es de carácter temporal, pues sólo dura pocas horas al día, y se detendrá completamente al momento de terminar las actividades, por lo que se considera a este impacto como Compatible, dada su reversibilidad, extensión tipo puntual y baja intensidad. Una manera de mitigar y de prevenir estos impactos es la colocación de una malla de protección a las áreas de trabajo, especialmente en el perímetro del proyecto completo o del predio.

**Disminución de la calidad del suelo por efecto de relleno y nivelaciones**

El impacto se valora como de significancia baja a muy baja a pesar de los criterios de persistencia a largo plazo y su irreversibilidad, porque el efecto es de poca extensión relativa. El impacto se valora como bajo de acuerdo con los criterios de persistencia a largo plazo y su irreversibilidad, sin embargo, el efecto es de poca extensión relativa. Es por esto que el impacto se considera como de poca significancia. De hecho, estas nivelaciones aportarán estabilidad al terreno, que disminuirá su tasa de erosión.

**Etapa de acondicionamiento de camino de acceso**

Ya se encuentra una vialidad de acceso para este proyecto que es Vía de Lerry y el camino vecinal, sin embargo este acceso se debe dar mantenimiento adecuado en la etapa de construcción y después en la etapa de operación y mantenimiento. Este aspecto no debe descartarse, una vez que termine la

construcción, se deberán dejar los caminos usados como acceso por lo menos en las mismas condiciones en la que se encontraron o en mejores condiciones.

**Calidad de vida de la población local**

Por las razones antes expuestas, como la generación de polvo, generación de ruidos, emisiones de gases de combustión a la atmósfera etc., se considera que la calidad de vida de la población que circula por Vía de Lerry así como el camino vecinal, no es mucha, se verá afectada de manera adversa muy ligeramente.

**Reducción de la naturalidad del paisaje**

En el establecimiento de cualquier asentamiento humano se levantan estructuras en el escenario paisajístico, lo que da por resultado el impacto sobre la naturalidad del paisaje, lo que se suma al efecto de otras instalaciones. Este impacto se valoró como moderado debido a la extensión limitada, la recuperabilidad parcial y principalmente porque este espacio se encuentra totalmente inserto en asentamientos humanos, el terreno se aprecia en forma de baldío y con un club deportivo se entiende que puede mejorar mucho el paisaje.

### IX.2.3 Etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa se han encontrado la gran mayoría de impactos ambientales positivos, excediendo en gran manera a los impactos negativos. Los impactos negativos son la ocupación del espacio, es decir, la reducción del hábitat, con la flora y fauna que contiene, y la presencia de humanos en el sitio, que a su vez ahuyenta más la fauna especialmente la de mamíferos grandes. Otro de los impactos más importantes en la fase de operación y mantenimiento es la obstrucción al paisaje, que ya hemos visto es muy limitada ya que la zona es completamente de carácter urbano actualmente.

Sin embargo, los impactos benéficos son evidentes en la generación de empleos, y la derrama económica que eso implica. Se estima contar con al menos 40 o 50 empleos en la construcción y otros 10 a 15 empleos en cuanto al mantenimiento de este club deportivo y las zonas ajardinadas.

También se dará seguimiento y mantenimiento a la vegetación reubicada, a las instalaciones y servicios hidrosanitarios.

Las actividades principales que emiten impactos adversos son el aumento de circulación vehicular por el camino vecinal o por Vía de Lerry, la circulación local de vehículos, la generación potencial de residuos, o basura.

**Generación de residuos urbanos**

Los residuos urbanos generados serán colectados localmente mediante el servicio que actualmente opera en esta comunidad. En casos de emergencia, cada poblador tiene la opción de llevar sus propios residuos a un colector urbano en Cabo San Lucas.

**Salud y seguridad social**

La generación o activación de empleos, la mitigación de la necesidad de vivienda. En esta etapa se presentan los impactos benéficos para el elemento socioeconómico, como son la generación o activación de empleos, así como los beneficios obvios para el promovente. Todo esto trae como consecuencia el impulso de la economía.

### IX.2.3.1 Impactos Acumulativos

**Impacto Acumulativo** se define como “el impacto sobre el ambiente que resulta del impacto incremental de la acción cuando se agrega a otras acciones pasadas, presentes, y razonablemente pronosticables sin importar qué agencia o persona emprenda esas otras acciones” (CEQ, 1978).

Este proyecto presenta impactos acumulativos desde el momento que se trata de una zona dentro de asentamientos humanos en ciudad de Cabo San Lucas, es decir, asea urbana.

Este proyecto contribuye al desarrollo y crecimiento de esta comunidad, aunque hay que matizar que se trata de un club deportivo, y que se atiende la vegetación y biodiversidad con un rescate y reubicación de la vegetación.

Adicionalmente este tipo de proyectos permiten que el crecimiento poblacional tenga servicios deportivos, oferta de actividades deportivas que aunque será privada, no deja de ser una de las necesidades básicas de toda ciudad.

Los impactos ambientales acumulativos de este proyecto aunque evidentes pero de importancia muy baja, no tienen una significancia que pudiera ofrecer problemas al corto plazo o a largo plazo, más bien el proyecto resolverá el problema de la demanda de espacio para vivienda en el corto y mediano plazo.

## IX.2.4 Impactos ambientales residuales

El impacto residual es el efecto que prevalece después de aplicadas las medidas de mitigación, es un hecho que cualquier acción tiene una reacción y la aplicación de este proyecto en el medio ambiente no será la excepción. Los impactos residuales generados en este proyecto no tendrán un elevado grado de afectación en tanto se lleven a cabo apropiadamente las acciones de rescate de flora relevante, adicionalmente a esto.

**Impactos sobre tierra y suelo**

Para evitar la contaminación residual del suelo por la disposición de los residuos no se deberán desechar en campo abierto sin control. Se deberán ubicar en sitios bien establecidos para su confinamiento y posterior traslado a los sitios de disposición autorizados por la autoridad competente, además de realizar limpieza cuando terminen las obras. El impacto por acceso de la maquinaria se mitigará designando áreas para el paso y ubicación.

**Impactos sobre Paisaje**

El impacto del desmonte sobre la naturalidad del paisaje no es mitigable, pero se valoró como compatible con el ambiente, es decir, no genera un desequilibrio ecológico *per se*. El rescate y reubicación de la vegetación tratará en lo posible de reubicar la gran mayoría de los ejemplares, por lo que el paisaje se verá poco afectado en este sentido, ya que el proyecto plantea buena superficie para áreas verdes. El sitio ya se encuentra en asentamientos humanos por lo que los impactos residuales no se espera que ocurran, en esta zona siempre hay recolección de basura y disposición de residuos de construcción. En el caso de la disposición de material producido por la construcción, éste se debe desechar en sitios controlados y autorizados por el municipio, para no desmejorar el al aspecto del sitio con desechos.

### Impactos sobre tierra y suelo

Para evitar la contaminación del suelo por los residuos generados en las etapas de este proyecto no se deberán desechar en campo abierto sin control. Se deberán ubicar en sitios bien establecidos para su

confinamiento y posterior traslado a los sitios de disposición autorizados por la autoridad competente, además de realizar limpieza cuando terminen las obras. El impacto por acceso de la maquinaria se mitigará designando áreas para el paso y ubicación.

## IX.3 *CONCLUSIONES*

Los resultados discutidos en apartados anteriores, nos permiten **reconocer la viabilidad en materia ambiental** del proyecto ***CLUB DE PADEL***, misma que se sustenta en los siguientes argumentos:

La ubicación del Lote No. 10 de la Manzana X, dentro del área del fraccionamiento Lomas del Cabo, no tiene mayores implicaciones jurídicas y/o ambientales ya que pertenece a una zona de asentamientos humanos y área urbana.

*Compatibilidad con el uso y vocación del suelo, uso responsable del agua*

La compatibilidad es aceptable considerando el hecho de dar cumplimiento a los principios normativos establecidos a nivel federal, estatal y municipal para llevar a cabo este proyecto. Adicionalmente el carácter de construcción de un espacio habitacional tipo club deportivo que tiene este proyecto lo hace idóneo para llevarse a cabo en esta comunidad. Se cuenta con los servicios de suministro de energía eléctrica, agua potable y recolección de basura.

Tomando en cuenta las normativas ambientales aplicables, sobre todo las señaladas en el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico del Municipio de Los Cabos (1995) y siguiendo lo señalado en la segunda conclusión, es muy posible que el desarrollo del Lote No. 10 de la Manzana X del Fraccionamiento Lomas del Cabo no tiene problemas, ya que hace uso responsable del agua y de su saneamiento.

*Aspectos socioeconómicos*

Este proyecto es de una vivienda unifamiliar de un nivel en un terreno muy pequeño, y no hay afectaciones de flora o fauna fuera de unos pocos ejemplares, de los que serán reubicados los que mejor características tengan.

Este proyecto beneficiará a la población local en primer lugar por la construcción de un club deportivo con canchas de Padel y pickleball con los servicios de agua potable y de saneamiento resueltos así como el suministro de energía eléctrica, por lo que no es necesario el desarrollo de más infraestructura, en una comunidad urbana cuyas otras instalaciones son de las mismas características habitacionales H2, con un crecimiento muy lento, y comunidad en la que ya no se puede crecer ya que todo el espacio está ocupado actualmente.

Se cuenta con la existencia de caminos de acceso al predio totalmente funcionales. Acceso por la Vía de Lerry y un camino vecinal de terracería.

*Impactos identificados*

Los impactos identificados y evaluados como adversos, en su mayoría son temporales (etapa de construcción) y muy puntuales (no hay afectación más allá de los límites del predio), aunque se debe reconocer que los efectos sobre los elementos ambientales serán permanentes en la etapa de operación final, mismos que deben compensarse mediante las medidas propuestas. Se mitigan en gran medida al dejar 2,509.263 $m^2$ de superficie para la reubicación, además de otros 2,333.634 $m^2$ más o menos para superficies permeables, de manera que se conserva la captura de carbono, se reduce la erosión potencial del suelo y se deja permeabilidad al agua.

El sitio del proyecto colinda con asentamientos de las mismas características y con camino y acceso, de manera que no hay obstrucción al paisaje, los impactos que este proyecto ejerce tienen propiedades acumulativas muy reducidas ya que este proyecto no es obstructivo, las canchas dejan espacio abierto suficiente asi como las áreas ajardinadas. Por otro lado, en tanto que se encuentra prácticamente dentro de la comunidad urbana de Cabo San Lucas, y el proyecto es de las mismas características, el impacto al ambiente es compensable además que mitiga un fuerte problema que es la necesidad de espacios deportivos, sólo condicionado a una serie de medidas que fueron establecidas en los estudios de impacto ambiental.

De acuerdo con el análisis efectuado al sistema ambiental, el área del proyecto no presenta comunidades animales o vegetales de importancia ecológica relevante, muy vulnerable, o particularmente valiosas, por lo que el desarrollo de este proyecto no causará alteraciones a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De llevarse a cabo el proyecto *Club de Padel* en la forma en la cual fue presentado, los impactos ambientales sobre el ecosistema urbano serán mínimos y en su gran mayoría serán mitigables, lo cual da como resultado una alta factibilidad ambiental para su desarrollo.

# X JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Justificación técnica

Con la intención de obtener las principales justificaciones técnicas que motiven el cambio de uso de suelo de en terrenos forestales por excepción, para dar paso a la construcción del proyecto, demostrando que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o su captación y que los usos alternativos del suelo propuestos son más productivos a largo plazo; a continuación se presentan los resultados y las conclusiones en este sentido.

**Supuesto 1. No se compromete la biodiversidad**

En lo que a riqueza de flora silvestre se refiere, para la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule a nivel área de influencia o de **microcuenca**, conforme al levantamiento de muestreo se registraron 22 especies pertenecientes a 10 diferentes Familias. Dentro de la superficie solicitada para CUSTF se registraron 17 especies pertenecientes a 8 diferentes Familias, todas las especies registradas dentro de esta última superficie se encuentran representadas en el área de influencia, por lo tanto con el CUSTF propuesto no se pretende afectar especies exclusivas de la superficie solicitada.

En lo que se refiere la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, a nivel área de influencia o **microcuenca** no se registró una sola especie enlistada en dicha norma; a nivel de superficie **solicitada** tampoco se identificó la presencia de alguna especie enlistada, sin embargo el porcentaje que puedan ser reubicadas, serán rescatadas, por lo que se concluye que en este sentido, la ejecución del proyecto no tendrá un efecto negativo sobre poblaciones o individuos de flora silvestre enlistados en categorías de riesgo.

XCV Comparativo de los resultados de flora a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

| | MICROCUENCA HIDROLÓGICA | | | | SUPERFICIE SOLICITADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VARIABLE | Alto | Medio | Bajo | Total | Alto | Medio | Bajo | Total |
| Riqueza | 6 | 10 | 6 | **22** | 4 | 9 | 4 | **17** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 0 | 0 | **0** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.509 | 1.794 | 1.593 | **2.671** | 1.006 | 1.542 | 1.276 | **2.271** |

Con base en el levantamiento de la información de campo, mediante el cálculo de la Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa, se estimó el I.V.I. para la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule que se distribuye en la superficie solicitada; además, con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística en el matorral sarcocaule. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

Los índices de Shannon-Wiener fueron calculados con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: $H' = \sum pi/\log(pi)$, donde p es la proporción relativa de las *i* especies.

Los resultados obtenidos para el matorral sarcocaule que se distribuye a **nivel de la microcuenca** se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 22 (R = 22); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 10 especies y el alto o superior con 6 especies, en tanto que el estrato bajo presentó 6 especies también; la riqueza mostrada con el índice de Shannon señala que las especies menores de 40 cm, clasificadas con el estrato bajo, son mucho menos que las especies que superan los 70 a 90 cm de altura, las que constituyen el estrato medio. El estrato alto se diferencia por sus formas arbóreas, con especies que miden más de 2 metros de altura. Hay numerosos ejemplares como rebrotes de cardón y de lomboy, sobre todo acercándose a la zona habitada, mientras que en tanto se aleja uno hacia el sur la vegetación es más madura y alta.
2. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule presenta un H de 1.508 en el estrato alto, 1.794 en el estrato medio y 1.594 en el estrato inferior o bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica media en el estrato medio, es decir con especies que dominan desde los 50 cm hasta los 2 metros de altura. En el estrato bajo se encuentra una diversidad media, aunque los ejemplares pueden ser muy numerosos debido a herbáceas crecidas durante las precipitaciones de verano recientes. **La asociación completa tiene una diversidad de 2.671.**
3. De las especies registradas en los sitios de muestreo realizados, no se registran especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo.

Los resultados obtenidos de H’ para la vegetación ubicada en las **superficies solicitadas** para CUSTF se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 17 (Riqueza = 17 especies); siendo los estratos con riqueza mayor el medio con 9 especies y el alto con 4 y bajo con 4 especies respectivamente.
2. La riqueza tendiente a baja y sobre todo la abundancia en todos los estratos es resultado de dos factores que ocurrieron en este predio. Por un lado se encuentra totalmente inserto en área con asentamientos humanos por todos los flancos, y de hecho es difícil encontrar vegetación forestal perteneciente a la misma asociación y microcuenca con qué comparar. Por otro lado, este terreno presenta evidencia de que hace muchos años, posiblemente décadas, fue objeto de daños, es evidente en la topografía inusual del terreno en la que se nota una discontinuidad longitudinal en la zona media del terreno y en el hecho de que hay numerosos brotes o rebrotes juveniles de cardón de menos de 0.5 metros de altura y de lomboy, así como ejemplares muy viejos de más de 4 metros.
3. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación en cuestión presenta un *H* de 1.006 en el estrato alto, 1.542 en el estrato medio y 1.276 en el estrato bajo. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran

como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), el sitio en estudio mantiene una diversidad biológica baja en estrato bajo, en estrato medio y alto. Estos resultados se deben a que existe una riqueza baja de especies si se consideran por estrato. Por otro lado, si se consideran en su totalidad, la zona tiene una clara biodiversidad media, de 2.271, de manera que de este modo se puede decir que no es baja la diversidad dentro de la superficie solicitada, sino media.

4. En estrato bajo abundan mucho herbáceas temporales como malva rosa y Mariola, prácticamente todo el sustrato está cubierto con pasto seco.
5. De las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana 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, no se registran especies enlistadas.

De cualquier forma, como una primordial medida de mitigación para disminuir los efectos ocasionados a la flora silvestre, se propone la ejecución de un programa de rescate de flora silvestre que considere a las especies de importancia biológica que se distribuyen en la superficie solicitada para CUSTF, para garantizar que ninguna de estas se ponga en riesgo.

Referente a fauna silvestre, como resultado de los recorridos de campo fue posible el registro de 4 especies de fauna silvestre, de los cuales 3 corresponden a aves, 1 corresponden a reptiles y no hay registro visual de mamíferos. De las especies registradas, ninguna se encuentra enlistada en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De cualquier forma, el proyecto propone medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre identificadas en la superficie solicitada para CUSTF, tales como ejecución de un programa de rescate o protección de fauna silvestre, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones.

En lo referente a permanencia de los ecosistemas, derivado de los recorridos de campo se pudo constatar que, dentro de la superficie solicitada para CUSTF solamente se registra una asociación: vegetación *relacionada con vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule*, aunque en la carta de uso del suelo y vegetación, se le clasifica como *asentamientos humanos*, y de hecho hay vegetación joven lo que indica afectaciones hace unas tres décadas, un desmonte que hubo hace mucho tiempo, ya que este terreno no se le consideraba como forestal, lo que más destaca es el pasto y malva rosa asi como Mariola en casi todo el terreno; el hecho de la alta densidad de individuos de herbáceas pero cardones jóvenes permite asegurar que hubo afectaciones en este terreno hace mucho tiempo y la vegetación se restauró de manera natural con pocas especies; por lo tanto, el CUSTF propuesto no generará cambios que puedan resultar significativos en el ecosistema identificado.

Derivado de los análisis anteriores se puede resumir que: con el proyecto propuesto durante la ejecución del CUSTF, se pretende realizar una afectación de desmonte de solamente **9,854.00 metros cuadrados**; cubiertas por una asociación vegetal (*vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule*); que al interior del predio no se afectará ni una especie de flora y/o fauna silvestre enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que el promovente propone la ejecución de medidas de mitigación específicas para disminuir los efectos que se ocasionarán sobre la flora y fauna silvestre identificada en los predios y que por consiguiente, considerando la situación actual que guardan los elementos biológicos identificados en los predios, así como la importancia que éstos representan para el funcionamiento del área de influencia en que se ubican y considerando las medidas de mitigación propuestas en el presente documento se permitirá asegurar que en ningún momento se ponga en riesgo la biodiversidad del área, los ecosistemas y/o las formas de vida.

XCVI Comparativo de los resultados de fauna a nivel microcuenca y superficie solicitada para CUSTF.

| | Microcuenca Hidrológica | | | | Superficie solicitada | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total | Aves | Reptiles | Mamíferos | Total |
| Riqueza | 10 | 4 | 2 | **16** | 3 | 1 | 0 | **4** |
| NOM-059-SEMARNAT-2010 | 0 | 1 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **0** |
| Diversidad H' | 1.4899 | 0.3629 | 0.6365 | **1.8442** | 0.7086 | 0.0000 | 0.0000 | **1.0839** |

**Supuesto 2. No se provocará la erosión de los suelos**

Dentro de las superficies solicitadas para CUSTF, se distribuye un sólo tipo de suelo (I+**Re/1**), es decir, las características principales son las del suelo formado principalmente por litosol con Regosol eútrico de textura gruesa, con un tipo de suelo mezclado que es alto en zonas rocosas de granodiorita.

Son los suelos más abundantes del país, se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales.

No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del área de influencia y por ende tampoco a nivel predios, sin embargo, con base en la metodología RUSLE actualmente la superficie a desmontar para el CUSTF presenta riesgo de erosión de **6.3352** ton/ha/año; con la intención de valorar la pérdida de suelo actual del área, la pérdida de suelo con la ejecución del CUSTF se realizaron análisis a partir de estos escenarios; el resumen que nos permite concluir que el CUSTF propuesto si bien afectará el suelo, esto se verá compensado con los trabajos que realizarán con el monto económico que se pagará al fondo forestal mexicano por concepto de compensación ambiental, por lo que este servicio ambiental podrá ser recuperado una vez que la comisión Nacional Forestal ejecute dicho monto económico en acciones de restauración de suelos en la zona.

De cualquier forma y considerando que el principal atributo que permitirá proteger a los predios contra la degradación es la presencia de vegetación, la promovente propone:

- Ejecutar el programa de rescate, colecta y reubicación de flora nativa propuesto, dentro de las áreas que queden con condiciones adecuadas para recibir dicha flora.
- Realizar las actividades de construcción inmediatamente después de la remoción de la cobertura vegetal, así como solamente realizar esta remoción y despalme dentro de las áreas que inmediatamente se vaya a construir sobre ellas conforme al cronograma de actividades entregado; para reducir el tiempo de exposición de estos terrenos a los factores climáticos así como reducir de la misma manera el riesgo de erosión en ellos.

**Supuesto 3. Demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

Dentro de la superficie solicitada para CUSTF la precipitación promedio anual es de **275.5 mm**. Con los datos anteriores se realizó la valoración del servicio ambiental captura de agua que se verá afectado por el CUSTF, considerando que la superficie solicitada es de **0.985400** ha, con lo que se tiene que en este servicio ambiental se estarían perdiendo **34.02237204 m$^3$/año** derivados del CUSTF en la superficie propuesta.

Atendiendo a lo anterior se pueden resumir las siguientes conclusiones:

1. Con respecto a la superficie de la microcuenca hidrográfica en que queda inmerso el proyecto, la superficie solicitada para CUSTF **únicamente representa el 0.09475 %,** ya que la superficie

total de la microcuenca **es de 1040 hectáreas en tanto que el proyecto supone una superficie de 0.985400 hectáreas**.

2. La superficie de áreas verdes que pasará a ser de recuperación y reubicación del proyecto, aún tiene una captura de agua de **491.6936824** $m^3$/año, con aumento de 83.60404074 $m^3$/año (desde 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$), lo que mitiga la cantidad de agua que deja de ser capturada por la superficie de este proyecto.

Adicionalmente, en el análisis de los diversos escenarios de las superficies solicitadas para CUSTF se puede señalar lo siguiente:

1. **Peor escenario**: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF y del proyecto ya que generaría una disminución en la captura de agua de la cuenca de **34.02237204 $m^3$/año** (escenario 3).
2. **Mejor escenario**: Este sería con la ejecución del CUSTF más las medidas de mitigación propuestas, aunque es muy posible que la cantidad de **34.02237204 $m^3$/año se encuentre sobreestimada, y con las medidas de mitigación que corresponden al rescate y reubicación, la captura realmente aumenta hasta ser de 83.60404074 $m^3$.**

Por consiguiente, se puede concluir, cuantitativamente, que con la correcta ejecución del proyecto y de la principal medida de compensación propuesta (creación de áreas verdes con la vegetación de reubicación); el proyecto garantiza que no se ponga en riesgo la captura de agua de la cuenca por las actividades de CUSTF propuestas.

En lo que se refiere a calidad del agua a nivel área de influencia, no se identificaron actividades que disminuyan la calidad de esta, atendiendo estas características de buena calidad del agua el proyecto propone algunas medidas adicionales importantes para disminuir los posibles riesgos en cuanto a la disminución de este servicio ambiental, las cuales se enlistan a continuación:

- Mantenimiento a los vehículos, equipo y maquinaria utilizados en el proyecto, en talleres fuera del área del proyecto, para evitar posibles riesgos de vertidos de hidrocarburos dentro del proyecto y en la superficie solicitada para CUSTF.
- Se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que intervenga en la obra.
- No se permitirá el vertimiento de aguas residuales en los escurrimientos superficiales intermitentes cercanos, ni directamente en el suelo.

En virtud de lo anterior, en relación a este punto se puede concluir lo siguiente: El proyecto NO afectará escurrimientos superficiales que por sus características sean administrados por la Federación; La ejecución del CUSTF, el proyecto no generará la disminución del servicio ambiental señalado como captura de agua de manera significativa, sin embargo, se proponen diferentes medidas de mitigación específicas para asegurar no sucedan afectaciones sobre la calidad del agua; lo anterior permitirá asegurar que no obstante que con el proyecto en cuestión si existirá una disminución en la captación del agua de las microcuencas determinadas como su área de influencia, el CUSTF propuesto no provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación a tal grado que se ponga en riesgo la captura de agua de las microcuencas hidrológicas.

**Justificación socioeconómica**

**Supuesto 4. El nuevo uso propuesto sea más redituable económicamente que el actual**

Los servicios ambientales cuyo valor económico fue calculado anteriormente fueron los suelos orgánicos, la captura de carbono y la captura de agua. Para realizar la comparación adecuada los resultados de estimaciones económicas se deben calcular a largo plazo (15 años) y compararse con los beneficios si se deja en el estado actual de condiciones.

## 1. Suelo

En el caso de los suelos orgánicos, se estima que la superficie solicitada presenta suelos muy pobres y que únicamente una profundidad de 10 centímetros es la más aprovechable económicamente, de manera que de una superficie total de 0.985400 ha, se estiman en una profundidad de 10 cm una cantidad de 985.400 $m^3$ de suelo orgánico, y a un precio estimado de $150.00 cada $m^3$, tenemos un estimado económico de $147,810.00 pesos. Esta cantidad es única en el tiempo, es decir, a un plazo de 15 años esta cantidad no presenta variación. Sin embargo, el resultado real sería un intermedio entre ellos, ya que en este proyecto habrá muchos movimientos de tierra, por lo que es prudente considerar la superficie solicitada, puesto que es mejor que este cálculo quede sobreestimado.

XCVII Estimación económica del recurso suelo en la superficie solicitada y de desmonte para cambio de uso de suelo.

| RECURSO | CANTIDAD ESTIMADA EN LA SUPERFICIE A AFECTAR | UNIDAD | PRECIO UNITARIO ESTIMADO (PESOS) | PRECIO TOTAL ESTIMADO (PESOS) |
|---|---|---|---|---|
| Tierra de monte, superficie SOLICITADA | 985.400 | Metros cúbicos | $150.00 | $147,810 |

## 2. Captura de carbono

En la captura de carbono, se estimó que en una superficie cubierta por matorral xerófilo tipo sarcocaule existen unas 80 toneladas por hectárea, en tanto que su valor se estima en unos 10 dólares por tonelada, de manera que en la superficie solicitada se estimaron 78.832 toneladas de carbono existentes en la cobertura vegetal, lo que da un estimado estándar de $15,766.4 pesos, actuales y fijas en el tiempo, es decir, es una cantidad única, pues el suelo presente no se modifica en el tiempo.

XCVIII Costo económico por existencia de carbono estimado en la superficie forestal solicitada para CUSTF.

| Asociación vegetal | Existencias de carbono (toneladas/ha) | Valor de los depósitos de carbono (USD/ton de carbono) | Superficie solicitada para Cambio de Uso de Suelo (ha) | Existencias de carbono en la superficie solicitada para CUSTF (Toneladas) | Costo económico por la reducción en captura de carbono por el CUSTF propuesto (Pesos) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin vegetación aparente | 80 | 10 | 0.985400 | 78.832 | $15,766.4 |

## 3. Captura de agua

La precipitación media anual tiene un intervalo desde **257.5 mm** (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/bcs/nor9120_03005.TXT), (Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero **Cabo San Lucas, definido con la clave 0317**, estado de Baja California Sur, CONAGUA, 2014).

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la Norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA: 4,809,483 = 24,500,000 - 4,600,000 - 15,090,517. La cifra indica que existe volumen disponible de 4,809,483 m3 anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Santiago, en el Estado de Baja California Sur.

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios. Hay que aclarar que en realidad se debería

de realizar este cálculo únicamente para la superficie de desmonte que es sumamente inferior, pero en afán de sobrevalorar el agua perdida, para efectos de no dejar pasar ningún aspecto en materia de impacto al agua que permea en estas superficies se realizan las comparaciones con la superficie solicitada y no con la de desmonte, que es mucho menor.

**Cálculo de la captura de agua**

Con la información anterior a continuación se presenta el cálculo de captura de agua en las superficies solicitadas (0.9854000 ha) en cada uno de los escenarios.

Escenario "cero". En la situación actual que se encuentra la **superficie solicitada** para CUSTF. Para este caso el valor de K utilizado fue de **0.26**.

Escenario 1. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez ejecutadas las actividades de desmonte, para este escenario el valor de K utilizado es de **0.28**.

Escenario 2. Las superficies solicitadas para CUSTF una vez implementado el nuevo uso de suelo, el valor de K se mantiene **en 0.28**.

Escenario 3 y 4. Las superficies que serán usadas para el rescate y reubicación de la vegetación sumadas con las superficies permeables correspondientes al proyecto ***CLUB DE PADEL*****,** cuya superficie es de (4,842.897 $m^2$, 0.4842897 ha), que llevarán cuidados especiales como riego y mantenimiento, el valor de K es de **0.16 al tener más del 75% de superficie con cobertura vegetal una vez con vegetación de reubicación y vegetación adicional añadida,** su valor actual y su valor después de ser mejoradas con la vegetación.

Captura de agua para los diferentes escenarios del proyecto.

| Escenario | K | P (mm) | CE | Agua que escurre (mm) | Evapo-transpiración (mm) | Captura de agua (mm) | Captura de agua (m3/ha) | Superficie (ha) | Captura de agua (m3/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.9854000 | 830.3532635 |
| 1 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 2 | 0.28 | 257.5 | 0.087717 | 22.5870 | 154.1 | 80.8130 | 808.1295833 | 0.9854 | 796.3308914 |
| 3 | 0.26 | 257.5 | 0.074308 | 19.1344 | 154.1 | 84.2656 | 842.6560417 | 0.4842897 | 408.0896416 |
| 4 | 0.16 | 257.5 | 0.007267 | 1.8712 | 154.1 | 101.5288 | 1015.288333 | 0.4842897 | 491.6936824 |

Para llegar a estos resultados hay que recordar que se toma en cuenta el factor K, el cual depende de la cobertura de vegetación, en este caso en el escenario actual o cero, el factor K es de 0.26 (de acuerdo con Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999), en el caso de un desmonte, la cobertura baja en magnitud y por ende el factor K aumenta, el cual ahora es 0.28, en donde hay menos de 25% de cobertura vegetal de acuerdo con la tabla de Factor K. En el caso del escenario tres, en el que ya se ha construido el desarrollo y los espacios para áreas verdes han sido ocupados al 100%, con pastos y con la vegetación reubicada, la cobertura es máxima en magnitud, por lo que el Factor K disminuye y ahora es de 0.16.

Este Factor K se debe multiplicar por la precipitación P, y por el coeficiente de escurrimiento Ce aplicando la formula arriba presentada. **Así es como se llega a la cantidad de agua que escurre**.

A la precipitación P (257.5 mm) se le resta el agua que escurre (que acabamos de calcular), y al resultado se le resta la evapotranspiración (154.1 mm), y **así se obtiene la captura de agua en $m^3$**, y se multiplica por 10 para obtener **la captura de agua en $m^3$/hectárea por año**.

Una vez obtenido este dato de captura de agua en $m^3$/hectárea, simplemente se multiplica por el número de hectáreas del terreno en cuestión para obtener la captura de agua en dicho terreno.

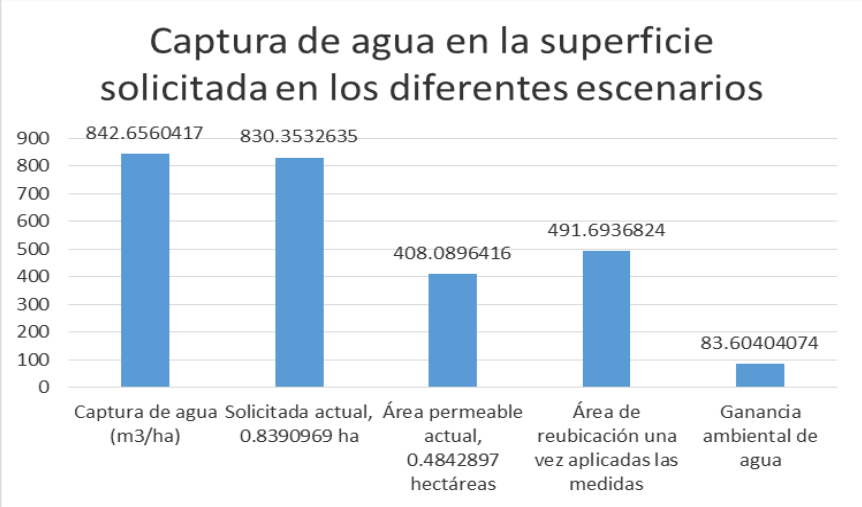
Ahora bien, estos cálculos se realizan con cada uno de los escenarios y con cada una de las superficies a comparar, es decir, tomando en cuenta diferentes coeficientes de escurrimiento para obtener diferentes factor K, o bien tomando en cuenta diferentes superficies, como lo es la superficie total solicitada, que es de 0.985400 hectáreas, o la superficie de terreno que será destinada a reubicación de vegetación junto con la superficie permeable, que es de 0.4842897 hectáreas.

1. Captura de agua ($m^3$/ha) actual: 842.656042 $m^3$/ha
2. Captura de agua ($m^3$) en la superficie **solicitada actual**: 796.3308914 $m^3$
3. Captura de agua **actual** ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable: 408.0896416 $m^3$
4. Captura de agua ($m^3$) en la superficie destinada a áreas verdes y reubicación de vegetación y permeable una vez que se llene de vegetación y se apliquen las medidas preventivas y de mitigación: 491.6936824 $m^3$

Captura de agua para las diferentes escenarios y superficies del proyecto.

| Captura de agua ($m^3$/ha) | Solicitada actual, 0.985400 ha | Área permeable actual, 0.4842897 hectáreas | Área de reubicación una vez aplicadas las medidas | Ganancia ambiental de agua |
|---|---|---|---|---|
| 842.6560417 | 830.3532635 | 408.0896416 | 491.6936824 | 83.60404074 |

Mediante el cálculo anterior, se puede señalar que con el CUSTF propuesto y con el desmonte se perderá una superficie con vegetación de **0.985400 ha** y por ende habrá una disminución o pérdida en la captura de agua en **34.02237204 $m^3$/año (escenario 0, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte),** y una vez ejecutado el proyecto e implementadas las medidas de mitigación que más que nada consisten en las áreas verdes como superficie de reubicación (**escenario 2, captura de agua sin proyecto menos la captura de agua una vez implementado el proyecto**) tendremos una captura de agua en ganancia de **83.60404074 $m^3$/año, pero recordemos que el agua que cae se va hacia los canales de escurrimientos pluviales naturales del proyecto, de manera que el agua sigue incidiendo en la cuenca. Es decir, con el proyecto incluyendo áreas verdes, el agua que se captura es mayor en 83.60404074 $m^3$, con áreas de reubicación y áreas permeables, el agua capturada ahora aumenta, pasa de 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$, o sea un aumento de 83.60404074 $m^3$ en vez de tener una pérdida de 34.02237204 $m^3$**; como podemos ver aún hay una ganancia de 49.5816687 $m^3$, de manera que si el proyecto usa el agua de lluvia podría compensar esta pequeña pérdida en el primer año.



Derivado de lo anterior, se puede concluir cuantitativamente, que con la correcta ejecución del proyecto y de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, el proyecto garantiza que no se ponga en riesgo la captura de agua de la microcuenca por las actividades de CUSTF propuestas.

Con los datos anteriores se realizó la valoración Económica del Servicio Ambiental por captura de agua por hectárea en la superficie forestal solicitada, la cual es de 0.9854 ha. Para la estimación económica se realiza la siguiente multiplicación: cantidad de agua que deja de ser capturada por año en la superficie solicitada (34.02237204 $m^3$/año), por el precio por $m^3$ de agua en función de la zona de disponibilidad (zona 4, precio por $m^3$ es de $1.8239 pesos), con lo que se tiene que en este servicio ambiental se estarían perdiendo **$61.14 pesos al año** derivados del CUSTF en la superficie solicitada.

(Datos tomados de *CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. 2015. Determinación de la Disponibilidad de Agua Subterránea en el Acuífero Santiago 0320, Estado de Baja California Sur*).

## 4. Estimación económica de los recursos forestales maderables y no maderables

Para esta estimación se tomaron en cuenta las especies encontradas en la superficie solicitada para CUSTF mediante los muestreos realizados. El valor económico de estas especies se estima conforme a datos obtenidos en viveros locales y con algunos comerciantes que producen plantas de ornato, así como con comerciantes del mercado de La Paz, en el que se venden productos de lomboy, matacora y pitahayas. El valor económico de estos recursos es único, es decir, no es anual, ya que son ejemplares presentes en la superficie solicitada en un momento dado.

XCIX Valor económico de las plantas completas que se distribuyen en la superficie solicitada para CUSTF.

| No. | Nombre Común | Nombre Científico | Individuos contabilizados en superficie solicitada (Indv/ 0.985400 ha.) | Valor unitario de mercado aproximado ($) | Valor total estimado ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Torote colorado | *Bursera microphylla* | 49.27 | 200 | 9854.00 |
| 2 | Cardón | *Pachycereus pringlei* | 44.34 | 300 | 13302.90 |
| 3 | Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 4.93 | 100 | 492.70 |
| 4 | Ejotón | *Pithecellobium confine* | 4.93 | 10 | 49.27 |
| 5 | Lomboy | *Jatropha cinerea* | 379.38 | 10 | 3793.79 |
| 6 | Copal | *Bursera hindsiana* | 9.85 | 10 | 98.54 |
| 7 | Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 14.78 | 300 | 4434.30 |
| 8 | Cholla | *Opuntia cholla* | 59.12 | 0 | 0.00 |
| 9 | Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 34.49 | 0 | 0.00 |
| 10 | Rama prieta | *Ruellia californica* | 34.49 | 0 | 0.00 |
| 11 | Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 39.42 | 0 | 0.00 |
| 12 | Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 64.05 | 0 | 0.00 |
| 13 | Pimientilla | *Adelia brandegeei (A. virgata)* | 39.42 | 0 | 0.00 |
| 14 | Mariola | *Solanum hindsianum* | 59.12 | 0 | 0.00 |
| 15 | Damiana | *Turnera diffusa* | 54.20 | 10 | 541.97 |
| 16 | Palo colorado | *Colubrina californica* | 24.64 | 0 | 0.00 |
| 17 | Malva rosa | *Melochia tomentosa var. tomentosa* | 103.47 | 0 | 0.00 |
| **TOTAL** | | | **1019.9** | **--** | **$32,567.47** |

## 5. Estimación económica de los recursos faunísticos

En la estimación de los recursos faunísticos, se realizaron los muestreos de fauna en la superficie solicitada y las especies encontradas así como su estimación económica se basa en los costos de captura y venta legal en el territorio nacional, así como inferencias en el caso de algunas especies que no presentan algún interés comercial pero sin embargo hay que ponerle precio, como las auras.

El cálculo de un costo o un "precio" es en la práctica muy complicado ya que depende de un análisis de población que de entrada es muy difícil de establecer, así como también lo es determinar el grado de afectación que efectivamente tendrán con el desarrollo del proyecto, considerando sus habilidades de movilidad; para el cálculo de la cantidad de ejemplares de fauna con posibilidades de comercializar se utilizaron los datos de abundancia de fauna reportados para la zona del proyecto, mientras que el precio se obtuvo mediante consulta en las principales tiendas de venta de mascotas en las localidades cercanas así como con las empresas que se encuentran registradas como Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA's). Los resultados se presentan en la siguiente tabla. De igual forma que para la flora silvestre, se consideraron todas las especies identificadas no obstante que se requeriría permiso de vida silvestre para la comercialización de los ejemplares de flora y fauna silvestre.

C Estimación económica de la fauna silvestre identificada en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

| No. | Nombre científico | Individuos estimados | Unidad de medida | Forma de estimación del valor económico | Valor unitario de mercado aproximado ($) | Valor total estimado ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Reptiles** | | | | | | |
| 1 | *Dipsosaurus dorsalis* | 28 | Ejemplares | Investigación de mercado en tiendas locales de venta de mascotas | 50 | $1,400.00 |
| | **Subtotal** | | | | | **$1,400.00** |
| **Aves** | | | | | | |
| 1 | *Cathartes aura teter* | 1 | Ejemplares | Investigación de mercado en tiendas locales de venta de mascotas | 1000 | $1,000.00 |
| 2 | *Passer domesticus* | 25 | Ejemplares | | 25 | $625.00 |
| 3 | *Columbina passerina pallescens* | 10 | Ejemplares | | 50 | $500.00 |
| | **Subtotal** | | | | | **$2,125.00** |
| | **Total** | | | | | **$3,525.00** |

## 6. Beneficios económicos que traería consigo el proyecto a la sociedad por su puesta en marcha (operación del proyecto proyectada a largo plazo o su vida útil)

Como hemos visto anteriormente, la estimación de los recursos de fauna, flora y servicios ambientales, a un plazo proyectado de 15 años, es la siguiente:

CI Estimación económica de los recursos biológicos, forestales y servicios ambientales en la superficie solicitada a un plazo de 15 años.

| No | Concepto | Monto total ($) |
|---|---|---|
| 1 | Plantas completas NO maderables | $32,567.47 |
| 2 | Suelo orgánico | $147,810.00 |
| 3 | Fauna silvestre | $3,525.00 |
| 4 | Captura de agua | $61.14 |
| 5 | Captura de carbono | $15,766.4 |
| **Total** | | **$199,730.01** |

## Empleos a Generarse y derrama económica

La operación del proyecto considera el uso y mantenimiento de un club deportivo. Hay que considerar que son dos etapas o fases a 6 años de manera que la derrama económica es a este mismo plazo, es decir, sus gastos corrientes, los gastos de luz y agua así como aquella derrama en esparcimiento y ocio.

Durante las etapas del proyecto se generarán empleos temporales y permanentes. En la etapa de preparación del sitio se realizan los estudios ambientales y diversas gestorías para la obtención de permisos y autorizaciones. En esta etapa ocurre una **derrama de $300 mil pesos** y se contratan los servicios temporales de 10 personas.

Durante la etapa de cambio de uso del suelo se contratan los servicios de personal que realiza actividades de trazo y delimitación de las superficies del proyecto, marcaje de flora a rescatar, aplicación del programa de rescate de flora y fauna, remoción mecánica y manual de la vegetación no necesaria. En total se estima una cantidad de 20 empleos temporales generados. Durante la etapa de construcción de este proyecto se obtiene una generación de 30 a 35 empleos formales por 5 años.

Como podemos ver, los empleos generados por este proyecto pueden llegar a ser un total de 60, que aunque 50 son temporales, varían tanto en especialidad como en tiempo en que serían contratados, en un promedio de $8000.00 mensuales. La derrama económica es estimada en un total de 50 empleos a $8000.00 mensuales por año (posiblemente haya quienes ganen más de 8000.00), para preparación del terreno y construcción, lo que da $4,800,000.00 por año (datos de gastos corrientes por familia anuales de INEGI, 2023, https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ENIGH-E/ENIGH-E2022.pdf).

CII Estimación de la derrama económica del proyecto en un plazo de 15 años.

| No | Concepto | Monto total ($) |
|---|---|---|
| 1 | Uso de instalaciones (gastos corrientes, agua y luz asi como mantenimiento) | $250,520.00 |
| 2 | Servicios diversos en etapa de preparación del sitio | $300,000.00 |
| 3 | Servicios diversos en etapa de preparación del sitio y construcción por año | $3,800,000.00 |
| **Total por año** | | **$4,173,520.00** |
| **Total 15 años (sin preparación de sitio y construcción)** | | **$3,757,800** |

Los empleos generados a lo largo del periodo de 15 años se estiman en 55 por lo mínimo.

CIII Estimación de los empleos generados en un plazo de 15 años.

| No | Concepto | Número de empleos |
|---|---|---|
| 1 | Etapa de preparación del sitio (estudios ambientales, gestorías y permisos) | 10 |
| 2 | Etapa de cambio de uso del suelo (aplicación del programa de rescate, desmonte, limpieza) | 20 |
| 3 | Etapa de construcción de proyecto (albañiles, arquitectos, maestro de obra, carpinteros, ayudantes) | 40 |
| 4 | Empleos permanentes en todo el proyecto o desarrollo | 10 |
| **Total** | | **80** |

Como podemos observar, estas estimaciones de derrama económica del proyecto a un plazo de 15 años han quedado subestimadas para dar una mejor comparación, y por el contrario, las estimaciones económicas de los servicios ambientales y recursos de flora y fauna se realizaron tratando de que fueran ligeramente por el lado de la sobreestimación.

La derrama económica de un proyecto como este se estima que en el plazo de 15 años puede llegar a ser de $3,757,800 y se espera de manera más realista pasar de los $20,000,000.00 contando la inversión de construcción del proyecto, y es posible que un total de 80 personas tengan un empleo relacionado con el mismo, en empleos que van de especialistas ambientales, hasta ayudantes de albañil, pasando por arquitectos, maestro de obra, ingenieros. Todos estos empleos son temporales, excepto los 10 últimos en la operación y mantenimiento y se espera ocurran en un lapso de menos de 15 años.

Podemos ahora comparar el valor económico de los terrenos en su estado actual a 15 años, que es de $199,730.01, muy sobreestimado, suponiendo que los ejemplares de fauna puedan conservarse en el sitio y por tanto tiempo, y suponiendo que no exista un desmonte o deterioro del sitio, con el valor estimado de derrama económica en la situación de que el proyecto se lleve a cabo, que es de $20,000,000.00 a los 15 años y muy subestimado, junto con al menos 80 empleos temporales.

Actualmente el predio no presenta un uso económico actual, sin embargo, mediante la valoración económica de los recursos biológicos que presta la fracción de terreno se puede concluir que el valor económico del mismo es de $135,254.25 pesos.

Por otra parte, se tiene contemplada una inversión total para desarrollar el proyecto general al cual pertenece este proyecto de aproximadamente **$3,000,000.00 a $6,000,000.00** pesos en empleos y materiales para construcción del proyecto, por lo que con la implementación del proyecto pretendido tendrán un uso por mucho más redituable.

Con excepción de los empleos directos e indirectos que se generarán con el desarrollo del proyecto en la totalidad de las etapas, la mayoría de las justificaciones sociales son cualitativas y es difícil separar la justificación social de un proyecto de la justificación económica, de cualquier forma a continuación se presentan los principales beneficios sociales que se obtendrán con el proyecto:

Se promueven las actividades deportivas, en terrenos urbanos, hay suministro de energía eléctrica y de agua potable, en los alrededores del predio hay cableado de la CFE, y al interior del predio existe la toma de agua potable.

Desde el punto de vista ambiental, la superficie solicitada es de 9,854.00 $m^2$, de los que 2,509.263 $m^2$ serán destinados para sustentar vegetación reubicada, y de la superficie restante, el desplante de proyecto corresponde a las características apropiadas de la zona.

El personal requerido para la realización de la obra será contratado principalmente en Cabo San Lucas, esto con la finalidad de favorecer el desarrollo de la economía local.

Para el desarrollo del proyecto se necesitará de mano de obra calificada y no calificada. El tipo de contratación será temporal o permanente en algunos casos. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se requerirá de personal de diversos oficios y aptitudes.

Todos los materiales de construcción que sean requeridos por el proyecto deberán ser adquiridos en casas de materiales de la zona y en bancos de materiales autorizados.

El CUSTF solicitado se justifica tomando en cuenta las características de tipo edafológico, climático y sobre todo, su ubicación estratégica, lo que permitirá abrir mayores posibilidades de empleos en las diversas fases del proyecto, impactando positivamente a las poblaciones cercanas, ya que de ella se reclutarán empleados para cubrir diversos perfiles laborales y profesionales.

Con base en el análisis y tomando como punto de vista su costo ambiental contra beneficios, se puede deducir que la magnitud de los daños generados no rebasan a los beneficios esperados; es decir, son de mayor relevancia los beneficios a la sociedad que los perjuicios al ambiente, ya que estos serán menores. También hay que considerar que dichas afectaciones serán minimizadas y amortiguadas a través de las medidas de mitigación que se aplicarán en el periodo de ejecución del proyecto.

# XI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## XI.1 *DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN*

Es aconsejable que la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, se sostengan en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas. Las medidas correctivas implican costos adicionales que, comparados con el costo total del proyecto suelen ser bajos, sin embargo, pueden evitarse si no se producen los impactos; a esto hay que agregar que en la mayoría de los casos las medidas correctivas solamente eliminan una parte de la alteración y, en muchos casos ni siquiera eso.

**Medidas que se consideren para garantizar que no se provocará la erosión de los suelos**

La primera medida y más importante es el rescate de la flora relevante y su reubicación a la zona de áreas verdes, conservando así parte del carbono capturado, las raíces con su flora fijadora de nitrógeno, la estabilidad del suelo.

De acuerdo con los cálculos realizados para la estimación de la erodabilidad, se estima que la erosión **actual** de la superficie a desmontar es de **6.3352 ton/año**. Mediante iguales cálculos se hicieron estimaciones de cómo varía la erodabilidad cuando ocurre el desmonte, esto en caso de que el suelo quedara desnudo, sin la cubierta vegetal, la erodabilidad aumenta a **25.3410 ton/año.**

Las estimaciones de erodabilidad, que aunque son inexactas, están hechas todas con la misma metodología para poder hacer comparaciones, y los resultados en realidad están sobreestimando la pérdida de suelo. Como los resultados nos indican, el suelo se verá protegido al llevarse a cabo las medidas de prevención y mitigación más importantes, que son la reubicación de la vegetación de manera que existirá una retención de suelo.

CIV Riesgo de pérdida de suelo en los escenarios del proyecto

| No. | Uso de Suelo y vegetación | R | K | LS | C | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Superficie (ha) | Pérdida de suelo (Ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Situación actual | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.25 | 6.4291 | 0.9854 | 6.3352 |
| 2 | Con remoción de la vegetación | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 1 | 25.7165 | 0.9854 | 25.3410 |
| 3 | Aplicación de medidas de mitigación y restauración | 1318.792688 | 0.013 | 1.5 | 0.0475 | 1.2858 | 0.2509263 | 0.3226 |

Como podemos observar, esta superficie de **2,509.263 m$^2$** presenta una erosión actual de **1.6132** ton/año, pero con revegetación y actividades de reubicación de flora del rescate, la erosión se **reduce a 0.3226** ton/año, es decir que con el proyecto la erosión baja en **1.290587 ton/año**, que es lo que se ahorraría en erosión con el proyecto, es decir, es lo que NO se erosionaría, teóricamente. Aunque en el mundo real, la erosión sería casi de cero, si consideramos que el proyecto se desarrollará en superficie de desplante en donde la erosión se hace nula, y en zonas con pendiente muy suave que aun así disminuye aún más al colocar vegetación y obras que detengan la erosión para poder tener las obras de este club, las canchas e instalaciones.

Recordemos que en la zona de 2,509.263 m2 será destinada a reubicación, esta área es la que tendrá ejemplares de cardón, cholla, copal, pitahaya agria, torote colorado.

Es importante señalar que para este escenario se debe considerar un período de tiempo de 15 años para obtener una ganancia ambiental significativa, considerando que del año 1 al 5 que es cuando se propone la reforestación los terrenos elegidos para compensar seguirán perdiendo la misma cantidad de suelo; mientras que una vez establecida la reforestación, en estos terrenos se verá una disminución en lo que a pérdida de suelo se refiere, a razón de **1.290587** ton/año.

Con los resultados anteriores, los cuales se resumen en la tabla siguiente, se pueden realizar las siguientes conclusiones, todo esto vislumbrado en un período de tiempo de 15 años:

- Peor escenario: El peor escenario sería la ejecución del CUSTF sin aplicar la medida de compensación y/o mitigación propuesta ya que generaría un incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área solicitada en 19.0057 ton/año; que en un lapso de 15 años daría un incremento en la pérdida total de suelo en 285.0862177 toneladas.
- Mejor escenario: Este sería con la ejecución del CUSTF más la medida de compensación y/o mitigación propuesta, que es el rescate de vegetación que posteriormente será incorporada a sitios adecuados en el polígono de reubicación. De inicio existiría una disminución efectiva en la pérdida de suelo del área del proyecto, y en teoría se **erosionaría únicamente 0.3226** ton/año, y si lo ajustamos por hectárea nos da 1.2858 toneladas por año por hectárea; sin embargo, existiría una ganancia ambiental en la reducción de pérdida de suelo a razón de **1.290587 ton/año**. Entonces, al final de los 15 años se obtendría, con el desarrollo del proyecto y con la medida propuesta una ganancia ambiental en cuanto a reducción de pérdida de suelo por erosión hídrica debido a la reducción de ésta en 19.35880652 toneladas totales, en vez de las 95.02873923 ton/año con el escenario actual, es decir, **75.66993271 toneladas que NO se erosionarán**.

Adicionalmente a estas dos medidas principales se llevarán a cabo las siguientes medidas relacionadas con el cuidado del suelo durante la fase de cambio de uso del suelo:

- ✓ Para mitigar la disminución de la calidad del suelo por efecto de la remoción de vegetación, se deberá Inducir vegetación adicional para reducir riesgos de erosión.
- ✓ Se humedecerán aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para evitar la erosión hídrica.
- ✓ Se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que intervenga en la obra.
- ✓ En la medida de lo posible se programarán las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica.
- ✓ Ejecutar el cambio de uso de suelo de manera paulatina, disminuyendo con esto el tiempo de exposición del suelo a los factores climáticos (lluvia principalmente) con los consecuentes riesgos de erosión hídrica.
- ✓ Realizar mantenimiento preventivo a los vehículos para minimizar los riesgos del vertido de sustancias contaminantes al momento de la ejecución de las actividades de CUSTF.
- ✓ En cada frente de trabajo se colocarán tres botes basura, uno para desechos orgánicos y otro para inorgánicos y un tercer bote para desechos peligrosos como aceites, estopas, etc. Los dos primeros deberán de ser recolectados y transportados a un sitio que la autoridad designe, el tercero deberá de tener una cerradura hermética, donde se depositarán las estopas impregnadas de aceite y todo aquello que pueda derivarse de reparaciones pequeñas a las máquinas, utensilios para cargar el combustible etc. Cada uno de estos residuos se deberá de guardar en una bolsa de plástico con la etiqueta que describa el contenido. Estos depósitos deberán estar colocados un grupo en cada frente de obra.

- ✓ Los residuos susceptibles de reciclarse (papel, cartón, madera, metales en general, vidrio y plástico), serán separados y enviados a empresas que realicen la actividad de reciclaje, mientras que los residuos no susceptibles del proceso de reciclaje como escombros y cascajos, deberán ser depositados donde la autoridad competente lo indique.
- ✓ Para prevenir los vertidos accidentales o intencionales de productos contaminantes todas las áreas en que estos se manejen serán protegidas adecuadamente a fin de evitar la impregnación del suelo con grasas, combustibles y demás productos que ahí se manejen.
- ✓ El almacenamiento de todos los materiales potencialmente contaminantes deberá evitarse, se hará en sitios que garanticen su integridad y la de los factores ambientales potencialmente afectables.

**Medidas que se consideren para garantizar que no se provocará impacto a la Flora**

Como principal medida de prevención y que también funciona a manera de mitigación, se llevará a cabo un programa de rescate de la flora relevante, en el cual se designarán las especies y las cantidades de cada especie a rescatar y reubicar, así como el sitio en el que se trasplantarán, estas superficies son principalmente las áreas designadas como superficies de revegetación o aumento de vegetación, para no aumentar la presión ambiental.

La propuesta de especies y cantidad de individuos a rescatar se realizó de acuerdo a la estimación de densidades de vegetación encontradas durante los muestreos de campo, tomando en cuenta que la vegetación no es importante desde el punto de vista comercial, sino más bien ecológico, por su servicio de sustentar el suelo y prevenir erosión así como proveer sitios de anidación, reproducción, alimentación para la fauna así como mantener la diversidad biológica y el aspecto del paisaje.

El hecho de que se tome un determinado número de ejemplares de cada especie para el rescate obedece a la amplia experiencia obtenida en este rubro. La sobrevivencia de los ejemplares se encuentra dada por factores tales como la altura, cobertura y edad del individuo, la especie a la que pertenece y las condiciones generales de salud y aspecto que presenta. Cuando estos factores se toman en cuenta, se garantiza que en tanto se encuentren bien cuidadas y regadas, y bien trasplantadas, la permanencia y sobrevivencia sea alta. Esta medida de prevención rescatará ejemplares de unas 4 especies, de acuerdo con el conteo resultante de los muestreos y de los cálculos por hectárea y por superficie solicitada, haciendo el ajuste del porcentaje de ejemplares a rescatar de cada especie.

CV Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación en la superficie solicitada.

| Nombre Común | Nombre Científico | Individuos contabilizados en superficie solicitada (0.985400ha.) | % a rescatar | Rescate en superficie solicitada |
|---|---|---|---|---|
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 49.27 | 50 | 25 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 44.34 | 50 | 22 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 4.93 | 60 | 3 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 4.93 | 0 | 0 |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 379.38 | 40 | 152 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 9.85 | 50 | 5 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 14.78 | 50 | 7 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 59.12 | 50 | 30 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 34.49 | 0 | 0 |
| Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 34.49 | 0 | 0 |
| Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 39.42 | 0 | 0 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 64.05 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A.* | 39.42 | 0 | 0 |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 59.12 | 0 | 0 |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 54.20 | 30 | 16 |
| Palo colorado | *Colubrina californica* | 24.64 | 0 | 0 |
| Malva rosa | *Melochia tomentosa var.* | 103.47 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | | **1019.9** | | **260** |

En esta tabla se puede observar la cantidad de individuos a rescatar en la superficie de 0.2509263 hectáreas o 2,509.263 m$^2$ para dar oportunidad a escoger bien los sitios.

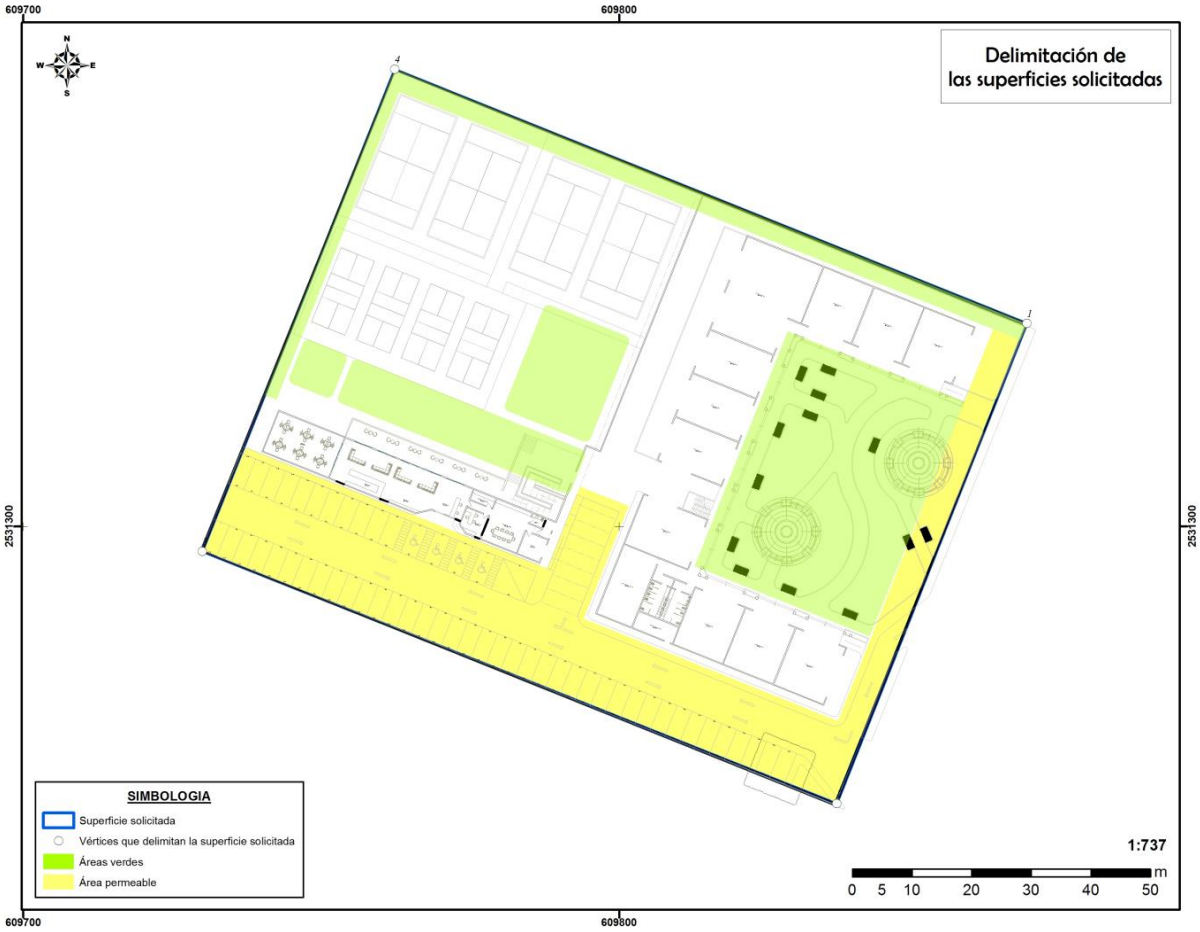



**Figura 77. Localización de las poligonales más probables donde será reubicada la vegetación a rescatar.**

Como puede verse, la superficie para el rescate y reubicación de la vegetación, corresponde a 2,509.263 m$^2$, sin embargo el resto de superficie es muy susceptible de tener vegetación de ornato y agua de riego proveniente de pipa, y puede estar localizada en varios puntos dentro de la zona general del proyecto. Para el caso que nos ocupa, se aplicarán medidas para prevenir y/o mitigar los impactos adversos, siendo los elementos naturales más afectados los recursos forestales, la flora, fauna y suelo.

Hay que recalcar que la zona en la que se encuentran los individuos más importantes es precisamente la zona destinada a reubicación.

**Medidas que se consideren para garantizar que no se provocará impacto a la Fauna Silvestre:**

Se han contemplado acciones comprometidas para la autorización de impacto ambiental. Las aves y reptiles tienen representatividad en el sitio elegido para desmonte; las características físicas y etológicas de las aves es que se desplazan por sí mismas a grandes distancias, aunado a que de manera continua se movilizan para encontrar su alimento, agua, sitios de percheo y dormideros.

El tipo de fauna encontrada en el sitio del proyecto como las cachoras, y otros ejemplares que aunque no se observaron dentro del predio se tiene conocimiento de que habitan en la cuenca hidrológica, tienen un rápido desplazamiento al momento de percibir una amenaza. No se observaron directamente en el sitio.

Respecto a los reptiles, se observaron las conocidas como cachoras, que por sus condiciones físicas son capaces de desplazarse de manera rápida cuando se sienten amenazadas.

La estrategia fundamental para no dañar la poca fauna del sitio es mediante medidas de ahuyentamiento dirigido para evitar que permanezcan en el sitio en el momento de la introducción del equipo mecánico para la remoción de vegetación, en caso de encontrarse ejemplares que por algún motivo no puedan desplazarse, estos serán capturados por personal capacitado y reubicados en sitios en donde no se tendrá perturbaciones.

- ✓ En caso de establecer campamentos se prohibirá la utilización de la fauna local para ser consumida como alimento y se evitara la generación y/o dispersión de desechos contaminantes.
- ✓ La medida o la estrategia fundamental para no dañar la fauna del sitio será mediante medidas de ahuyentamiento dirigido para evitar que permanezcan en el sitio en el momento de la remoción de vegetación, en caso de encontrarse especies que por algún motivo no puedan desplazarse, estas serán capturadas por personal capacitado y reubicadas en sitios en donde se tendrá perturbación. Con las medidas anteriores prácticamente se asegura su sobrevivencia.
- ✓ En el momento de la remoción de la vegetación, los trabajos se realizarán de manera paulatina y direccionada para dar oportunidad de escape a la fauna silvestre, de tal manera que no se afecte de manera directa con las actividades que se proyectan.
- ✓ No se realizará ni se permitirá la apropiación, captura cacería de especies animales.
- ✓ Se elaborará, difundirá y aplicará un reglamento de buenas prácticas para la conservación de los recursos naturales y del ambiente del área de influencia directa del proyecto y que incluya las medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies y subespecies de flora y fauna silvestre señaladas en los ordenamientos legales
- ✓ Se deberá evitar el paso de personas a las zonas del sitio en tanto esté en construcción, esto con la intención de perturbar lo menos posible a la flora y fauna de esta zona estableciendo a través de señalamientos gráficos que no es permitido introducirse más allá de la zona de trabajo o etapa de construcción

**Medidas que se consideren para garantizar que no se provocará impacto al Aire**

- ✓ Se llevará a cabo la aplicación de agua de riego al suelo; dicha medida de mitigación es necesaria para mantener la humedad del suelo en las zonas desmontadas o áreas previamente descubiertas por donde exista tránsito de vehículos o de maquinaria, se recomienda aplicar riego periódico con agua tratada sobre el camino de acceso a la obra del proyecto, así como las áreas que se han desmontado, con la finalidad de mantener húmedo el sustrato y evitar la producción de polvo por acción del viento.

Medidas generales

Se aplicará un **Programa de Rescate de Flora relevante (ver anexos)**, se realizará el rescate de ejemplares preferentemente individuos jóvenes de tallas menores a 2.0 metros de altura. Para el caso específico de aquellas especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se encuentren para el sitio de proyecto, serán rescatadas en un 100 %, para otras especies de interés

ecológico los porcentajes variarán de acuerdo a la distribución y densidad que presenten en el sitio. En el caso del presente proyecto, los cardones presentaron tallas grandes en general, aunque también se encuentran muchos de talla menor a un metro de altura.

Se propiciarán las siguientes medidas adicionales, que de una u otra forma contribuyen a mitigar los efectos negativos al entorno natural:

Como medida preventiva y de control, se cumplirá con todas y cada una de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en cualquier fase del cambio de uso de suelo (emisión de gases y ruido), ya que las Normas Oficiales Mexicanas constituyen el mejor marco de referencia para definir límites máximos permisibles y tener una idea objetiva de los niveles de contaminación. Por las condiciones del proyecto y el tipo de impacto, esta medida es de magnitud incipiente.

En términos de la legislación ambiental vigente, la observancia de la normatividad es un requisito para toda actividad o proyecto de desarrollo y presenta beneficios tales como la garantía de que los trabajos se desarrollan bajo ese esquema de buenas prácticas y garantiza una buena imagen ante las instituciones (autoridades) y ante la población, por lo tanto;

- ✓ Se mantendrán en buen estado los motores de la maquinaria que se utilizará en todos los trabajos para evitar contaminación a través de la emisión de gases.
- ✓ Se evitará generar desechos sólidos o líquidos que pudieran contaminar el suelo, primordialmente tener cuidado con los cauces de arroyos cercanos para evitar afectación a los acuíferos.
- ✓ Para evitar el fecalismo al aire libre, se instalarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores cuando menos uno por cada 20 personas, contratando los servicios de una empresa especializada para darle mantenimiento a los mismos.

En virtud de que en este tipo de proyectos pudieran intervenir personal o empresas ajenas al promovente, se recomienda y siendo así el caso, que al momento se celebrarse los contratos correspondientes, sea anexado en los mismos las restricciones en materia de flora y fauna particularmente las siguientes:

Prohibiciones

- ✓ Colectar, comercializar, tocar, dañar, cazar, perseguir, molestar o capturar especies de fauna dentro del predio del proyecto.
- ✓ Introducir mascotas (perros, gatos) a la zona del proyecto durante las etapas de preparación del sitio.
- ✓ Es necesario que todo el personal que tendrá contacto con los elementos naturales conozca de estas disposiciones y prohibiciones, para que de esta manera quede establecido que a quien cometa alguna falta al respecto, será acreedor a una sanción o despido.

Así mismo es recomendable que durante la duración de las etapas de preparación del sitio se tomen las siguientes medidas en general no solo en materia de flora y fauna silvestre.

- ✓ Se recomienda contar con el asesoramiento de personal especializado, con el conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal, cuyas funciones serán dar el seguimiento, vigilancia y atención de todas las actividades desde el punto de vista ambiental.
- ✓ Se deberá contar con el equipo, materiales y personal capacitado para la atención inmediata de contingencias ambientales.

Se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación, separadas por etapa del proyecto, preparación del sitio y ejecución del proyecto, y a su vez separadas por factor ambiental afectado.

La Evaluación de Impacto Ambiental muestra que de los impactos adversos identificados todos son adversos *compensables y mitigables*.

Es importante destacar puntos sobre este proyecto:

- Las zonas aledañas al proyecto se presentan colindantes con terrenos propiedad privada cuyas viviendas son de características muy similares a las de este proyecto en cuanto a cuidado del agua y uso habitacional H2.
- En la zona de estudio en general no se observaron especies de flora y fauna que se encuentren enlistadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010, el tipo de vegetación corresponde a vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule.
- La flora y fauna de este sitio es sumamente escasa, apenas 17 especies de flora con unos 1020 individuos, pueden ser reubicados algunos de ellos o se les dará mantenimiento, no hay fauna al interior del predio.
- El sitio se localiza en una zona urbana con pendiente moderada.
- El sitio se localiza dentro de un sistema urbano de asentamientos humanos.
- El sitio de este proyecto presenta suelo muy pobre, rocoso, sin materia orgánica.
- Los programas e insumos legales y técnicos que inciden directamente sobre el tipo de Uso del Suelo en el predio del proyecto indican una consistente compatibilidad del Uso de Suelo propuesto con el uso designado en esos documentos de planificación. Se cuenta con Dictamen Técnico Favorable de uso del suelo, para este lote 10 de la manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con superficie de 9,854.00 m2, para un uso del suelo Habitacional H2, mediante Oficio SEPUIMM.OS.1229.2025, del 22 de agosto de 2025, otorgado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Baja California Sur.
- Es necesario mencionar que no se pretende la afectación a la hidrología superficial del sitio.
- Este proyecto tiene muy favorable el suministro de los servicios de agua potable y energía eléctrica asi como de recolección de basura.

El pronóstico del escenario indica una afectación permanente al medio físico, no obstante se verá ***atenuado*** por las condiciones naturales existentes actualmente en el lugar hay fauna escasa, hay unos individuos de vegetación afectada anteriormente, no hay escorrentías, no hay erosión y el sitio es abierto al paisaje de manera que el proyecto de canchas no obstaculiza a los demás la vista panorámica.

Este proyecto se localiza en una comunidad urbana, por lo que tienen características iguales a las otras viviendas que existen ahí, suministro de energía eléctrica por la CFE, suministro de agua potable, servicio de recolección de residuos actual que opera en la comunidad, caminos de acceso totalmente viables y en buenas condiciones, de manera que no hay presión al municipio por demanda de servicios.

Se presentan los impactos benéficos para el elemento socioeconómico, como son la generación de empleo, la disponibilidad de instalaciones deportivas en áreas de uso habitacional y el evitar que se asienten irregularmente. Todo esto trae como consecuencia el impulso de la economía.

A continuación se dan una serie de medidas basadas en la documentación jurídica aplicable así como en las leyes y reglamentos revisados en el Capítulo correspondiente.

- **INSTALACION DE LA SEÑALIZACIÓN ADECUADA EN LAS ZONAS DE CIRCULACION DE CAMIONES Y VEHÍCULOS DE CARGA SOBRE LOS ACCESOS, LAS CALLES DE ACCESO Y A LA ENTRADA DEL PREDIO**

- **Instalación de malla protectora en el perímetro de las áreas de trabajo**
- **VERIFICACIÓN DE QUE LOS MATERIALES DE PROYECTO SEAN DE LAS CARACTERISTICAS NECESARIAS YA QUE EL SITIO DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA CON ALTO POTENCIAL DE EVENTOS CICLÓNICOS ANUALES DE GRAN IMPORTANCIA**
- **Uso de agua tratada en el suelo para evitar dispersión de contaminantes y levantamiento de polvo**
- **Uso de lonas para cubrir los camiones de carga, para evitar el polvo y la caída de desechos**
- Queda totalmente prohibida la incineración de los desechos, para reducir la posibilidad de incendios de áreas colindantes y evitar la contaminación del aire a través de la generación de humos.
- Se prohibirá proporcionar servicio de mantenimiento en el sitio del proyecto al equipo y maquinaria para evitar derrames de grasas, aceite, combustibles.
- Se prohíbe el derrame, depósito o almacenamiento de residuos sólidos en el área del proyecto que puedan resultar riesgosos.
- Deberán colocarse sanitarios portátiles para los trabajadores.
- Con el fin de evitar la contaminación del aire por el levantamiento del polvo, con anterioridad a la remoción de la vegetación, se esparcirá agua en los sitios de trabajo.
- La mayor parte de los individuos identificados en el predio, de ser posible, se reubicarán y se les dará mantenimiento adecuado.

Las medidas de mitigación propuestas se describen en el siguiente cuadro, observándose hacia que recurso van dirigidas, así como la etapa de su aplicación.

| Factor ambiental | MEDIDA | DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA |
|---|---|---|
| Agua | Utilización de agua cruda o tratada | El empleo de agua cruda para el humedecimiento del sustrato reduce la dispersión de partículas sólidas a la atmósfera, sin incrementar la demanda de agua potable en trabajos que no lo requieren |
| Atmósfera | Verificación de emisiones del parque vehicular empleado y maquinaria utilizada en la obra | Un programa calendarizado de mantenimiento del parque vehicular y maquinaria pesada, además de la atención inmediata de cualquier falla registrada, permitirá que los vehículos cumplan con la normativa en materia de emisiones a la atmósfera |
| Atmósfera | Utilización de cubiertas (lonas) en vehículos utilizados para el traslado de material | El empleo de lonas en vehículos que trasladan material, evita la dispersión de partículas durante los traslados |
| Atmósfera | Humedecimiento de sustrato en sitios donde se ejecuten movimientos de suelo | Mediante el humedecimiento con agua cruda de los sustratos donde se realicen movimientos de suelo se reduce notablemente la dispersión de partículas a la atmósfera |
| Suelo | Utilización de letrinas para el uso de trabajadores | La distribución y uso de letrinas o sanitarios secos para el empleo de los trabajadores es indispensable para evitar la contaminación del suelo |

| | | |
|---|---|---|
| Suelo | Ubicación de bidones para desechos sólidos, disposición adecuada y recolección municipal | Los residuos sólidos urbanos generados en el sito deberán disponerse en contenedores metálicos que serán distribuidos en el sitio de la obra evitando su dispersión y/ o disposición inadecuada |

## XI.1.1 Etapa de preparación del sitio

La calidad del aire puede verse afectada por la emisión de partículas y de gases a la atmósfera provenientes de los vehículos y maquinaria usada.

| ACTIVIDAD | IMPACTO IDENTIFICADO | MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS |
|---|---|---|
| Preparación del sitio, nivelación de terreno, rellenos. | Impacto al suelo por nivelaciones y rellenos | Todo el personal involucrado en el proyecto tendrá conocimiento de las medidas de manejo.<br>La exposición a los agentes erosivos puede ser mitigada con reforestación e incorporación de flora ornamental con ejemplares de especies típicas de la zona.<br>Se aprovecharán al máximo los caminos ya existentes para evitar al máximo la afectación de otras áreas.<br>Se debe prohibir el proporcionar servicios mayores de mantenimiento en el sitio del proyecto a maquinaria y equipo. |
| | Impacto a la atmósfera, manejo de maquinaria y equipo, carga y traslado de material, generación de ruido, aumento de partículas suspendidas. | La maquinaria usada deberá contar con el mantenimiento adecuado para minimizar al máximo las emisiones de gases a la atmósfera.<br>Para evitar el ruido excesivo se colocarán lonas protectoras en el perímetro del área de trabajo.<br>Garantizar el mantenimiento y verificación vehicular de las unidades de transporte.<br>Para minimizar la emisión de polvos por el tránsito de vehículos deberá establecerse una velocidad máxima de 20 km / h.<br>Los vehículos deberán cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994.<br>El material transportado por los camiones deberá estar cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvo.<br>Monitoreo de los niveles de ruido, no exceder ruido emitido que pudiera ocasionar molestias a vecinos o en horas inapropiadas<br>Proporcionar al personal, de ser necesario, equipo de protección adecuado para atenuar el ruido.<br>Los contenedores de aceite, combustibles y otras sustancias liquidas deberán colocarse sobre recipientes portátiles para prevenir derrames. |
| | Impacto al reducir el hábitat, aumento temporal de la erosión. | Para evitar el aumento de la erosión, dejar pasar el menor tiempo posible para inicio de la construcción.<br>Destinar una superficie del proyecto como área verde o para vegetación proveniente del rescate<br>Queda prohibido capturar, colectar, comercializar cualquier especie de flora o fauna local |

## XI.1.2 Etapa de construcción

Durante esta etapa se llevarán a cabos actividades de nivelado final del terreno, excavaciones para construcción de cimientos de las instalaciones, introducción de servicios hidrosanitarios e instalaciones eléctricas, construcción de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva, baños, cuarto de máquinas, área administrativa. Es de importancia el estacionamiento subterráneo en la fase 2 de construcción.

| ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA | IMPACTO IDENTIFICADO | MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS |
|---|---|---|
| Canchas de pádel y pickleball, restaurante bar, terrazas, pasillos.<br>Áreas de vestidores, baños, cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva, todo en etapa 1.<br>Tiendas deportivas, baños, cuarto de máquinas, área administrativa, estacionamiento subterráneo todo en etapa 2 | Impacto al paisaje | Evitar la remoción excesiva de volúmenes de tierra y/o suelo.<br>Utilizar al máximo la topografía natural del terreno en la conformación del relleno |
| | Impacto al suelo | Los materiales requeridos para la construcción serán adquiridos en bancos de materiales debidamente autorizados, en el sitio no deben abrirse nuevos bancos de extracción de materiales.<br>Afectar la menor superficie posible por el uso de maquinaria y también por las propias actividades de construcción.<br>Realizar riegos constantes en áreas que así lo requieran, para atenuar la generación de polvo.<br>Los vehículos de transporte de carga de materiales e insumos para la obra y/ excedentes, **deberán mantener las tolvas cubiertas para impedir la dispersión de material particulado (polvo), durante su transporte**.<br>Se controlará la velocidad de los vehículos definiendo velocidades máximas de 10 km/h en calle local, evitando con ello las emisiones excesivas de polvos.<br>No exceder la capacidad de carga de los vehículos.<br>Los vehículos y maquinarias deberán estar en buen estado de funcionamiento y operatividad, considerándose los controles de mantenimiento correspondientes.<br>Se debe evitar el paso innecesario de maquinaria pesada y en general, la instalación de cualquier fuente ruidosa próxima a las edificaciones cercanas.<br>Durante los trabajos se implementará el uso de silenciadores adecuados en los equipos pesados.<br>Las actividades de excavaciones y rellenos serán programadas de acuerdo al avance de las obras.<br>Garantizar que se cuente con sanitarios servicios en proporción de uno por cada 15 trabajadores.<br>Adecuada disposición de los residuos considerados como no peligrosos generados o no por las actividades de construcción y disponerlos en sitios indicados para tal fin.<br>Mantener estricto control de los residuos sanitarios en la etapa de construcción y contar con los procedimientos y equipo adecuados para su disposición final. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Impedir vertido de hidrocarburos en el suelo, drenaje y cuerpos de agua.<br>Se prohíbe realizar actividades de mantenimiento de la maquinaria como cambios de lubricantes, en sitios ubicados a una distancia menor a 100 m de cuerpos de agua.<br>Usar señalamientos preventivos que usen pinturas o recubrimientos libres de plomo. |
| | Impacto a la atmósfera (ruido, polvo, emisión de gases) | Previo al inicio de las actividades de construcción, instalar una malla geotextil perimetral en la zona colindante con otros terrenos que cumpla con características de una barrera anti dispersante de sólidos, con el fin de evitar el flujo de sedimentos que se generen durante la etapa de construcción.<br>El movimiento de maquinaria traerá consigo generación de ruidos y emisiones a la atmósfera, se deberá usar maquinaria en buenas condiciones mecánicas, dotada de filtros y silenciadores que mitiguen la emisión de ruidos, así mismo deberá estar sujeta a un programa de mantenimiento para que opere eficientemente.<br>Realizar riegos constantes en áreas que así lo requieran, para atenuar la generación de polvo. |

| ACTIVIDAD | IMPACTO IDENTIFICADO | MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS |
|---|---|---|
| Acabados finales. | Impacto a la atmósfera<br>(ruido, polvo, emisión de gases) | Se deberá capacitar al personal en todos los aspectos de seguridad, salud y medio ambiente, a fin de prevenir los posibles riesgos.<br>Todo el personal involucrado en el proyecto tendrá conocimiento de las medidas de manejo.<br>Todo el personal deberá respetar las señalizaciones y los cercos perimétricos temporales establecidos por el contratista.<br>Los equipos, maquinarias, materiales que se utilizarán en el proyecto cumplirán con las especificaciones técnicas de control del fabricante que incluye pruebas e inspecciones.<br>Mantenimiento adecuado de maquinaria, tenerla en las mejores condiciones mecánicas.<br>Humedecimiento periódico en las zonas de trabajo, de acuerdo a las condiciones climáticas.<br>Los vehículos de transporte de carga de materiales e insumos para la obra y/ excedentes, **deberán mantener las tolvas cubiertas para impedir la dispersión de material particulado (polvo), durante su transporte**.<br>Se controlará la velocidad de los vehículos definiendo velocidades máximas de 10 km/h, evitando con ello las emisiones excesivas de polvos.<br>No exceder la capacidad de carga de los vehículos.<br>Los vehículos y maquinarias deberán estar en buen estado de funcionamiento y operatividad, considerándose los controles de mantenimiento correspondientes.<br>Se debe evitar el paso innecesario de maquinaria pesada y en general, la instalación de cualquier fuente ruidosa próxima a las edificaciones cercanas.<br>Durante los trabajos se implementará el uso de silenciadores |

| | | |
|---|---|---|
| | | adecuados en los equipos pesados. |
| | Impacto al suelo | La empresa contratista deberá contar con un supervisor ambiental y de seguridad durante la ejecución del proyecto.<br>El personal involucrado en el proyecto estará capacitado en temas de salud e higiene ocupacional.<br>Durante las faenas de construcción se realizará el movimiento de tierras en las áreas estrictamente necesarias de manera que se minimice la intervención en la superficie de suelo.<br>Todo equipo, vehículo y maquinaria debe contar con herramientas y materiales para actuar en casos de derrames de combustibles y/o lubricantes, tales como picos, lampas, material absorbente y depósitos adecuados para recojo de suelos contaminados.<br>En caso de ocurrencia de derrames accidentales de combustibles y/o lubricantes, se procederá al retiro inmediato de todo suelo contaminado.<br>Únicamente se reabastecerá de combustible y/o lubricante en campo, aquellos equipos y/o maquinarias que por sus propias actividades destinadas a las obras o tamaño (dimensión), no puedan trasladarse hasta las zonas de abastecimiento.<br>Se debe instalar un baño portátil por cada 15 personas que laboren en la construcción del proyecto.<br>Restringir las áreas de intervención, movilización de los vehículos y maquinarias solamente a zonas establecidas para las actividades constructivas.<br>Solo se trabajará en turnos diurnos. |

## XI.1.3 Etapa de Operación y mantenimiento

Las medidas a implementarse durante la etapa de operación y mantenimiento son las siguientes:

| ACTIVIDAD | IMPACTO IDENTIFICADO | MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS |
|---|---|---|
| Uso de canchas de pádel, Tiendas deportivas, baños, cuarto de máquinas, área administrativa cafeterías, recepción, dirección, sala de juntas, baño y bodega, tienda deportiva. | Impacto a la atmósfera<br>(ruido, polvo, emisión de gases) | Mantenimiento adecuado de vías de acceso. |
| | Impactos generales al ambiente | Programa de mantenimiento de la obra realizada, con el fin de limpieza y revisión de estructuras.<br>Indicaciones adecuadas de tránsito desde carretera, acceso, pasando por Vía de Lerry, hasta circulación interior.<br>Ubicación estratégica de contenedores de basura.<br>Número adecuado de contenedores para el proyecto entero.<br>Contratación de una empresa a cargo del transporte de residuos.<br>Mantenimiento periódico adecuado a las cisternas, áreas verdes, |

| | | |
|---|---|---|
| | | instalaciones generales realizado por profesionales.<br>El agua proveniente de pipas de agua tratada será usada para el riego de áreas ajardinadas.<br>Mantenimiento periódico, adecuado y profesional de instalaciones sanitarias. |
| | Impacto al suelo en general | Realizar la limpieza de los sitios al concluir las actividades, asimismo, retirar los equipos, materiales y maquinas utilizados, así como la infraestructura de apoyo.<br>Colocación de contenedores de basura en número suficiente en todas las áreas del sitio. Estos contenedores pueden ser debidamente señalizados y pintados de distintos colores para poder separar los residuos orgánicos de los inorgánicos, contenedores específicos para vidrio y para plásticos.<br>Limpieza diaria de las áreas, efectuada por trabajadores encargados de recoger y clasificar los residuos que queden en el suelo en las áreas verdes.<br>Es muy recomendable contratar un servicio que pueda transportar diariamente o cada tercer día los residuos hacia los sitios de disposición final, cuya utilización debe ser gestionada ante las autoridades municipales. |

# XI.2 *Lista exhaustiva de medidas de prevención y mitigación*

## Medidas de mitigación a implementar en la etapa de preparación del sitio

A continuación se desglosa cada una de las medidas de mitigación para los principales recursos a afectar, a manera de fichas técnicas específicas.

### 1. FLORA

CVI Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de vegetación.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Reducción en la abundancia de vegetación producto del desmonte. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Aplicación del *Programa de rescate y reubicación de flora silvestre*, dentro de una superficie adecuada para tal efecto. |
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que compensa y protege | Reducción en la abundancia de vegetación, pérdida de la calidad paisajística, pérdida de suelo, reducción del hábitat para la fauna en áreas circundantes al frente de obra. |
| Definición de la medida | El desmonte ocasionará la pérdida de vegetación forestal ocasionando a su vez una disminución en la abundancia de especies en el Sistema Ambiental. Este efecto se pretende mitigar con la aplicación del *Programa de rescate y reubicación en superficie* definido para el proyecto.<br>Se presenta dicho programa de reubicación y rescate, el cual considera entre otras cosas, las coordenadas UTM de la superficie propuesta para actividades de reubicación de flora silvestre, la relación de especies consideradas para las actividades de rescate de flora silvestre así como la metodología técnica para la correcta ejecución de este, de manera tal |

| Características de la medida | **Impacto atendido.** Reducción en la abundancia de vegetación producto del desmonte. |
|---|---|
| | que se garantice la sobrevivencia de las plantas rescatadas. |
| Objetivo | Evitar la disminución de abundancia de vegetación nativa y proteger las zonas con alta fragilidad ambiental. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados sobre la abundancia de vegetación forestal en el SA, y se favorecen los sitios señalados como de restauración con especies nativas. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica la ampliación de zonas con vegetación nativa, son hábitat para la fauna silvestre y además favorece la formación de suelos. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de rescate y reubicación de flora nativa*. Exige seguimiento y documentación |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez establecida la vegetación. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Revisiones anuales durante tres años posteriores a la reubicación. El indicador de éxito es la sobrevivencia de las plantas rescatadas. La sobrevivencia de la vegetación rescatada en menos del 80% determina la revisión o modificación de proceso. |
| Prioridad | Alta |

## 2. FAUNA SILVESTRE

### CVII Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de las Aves).

| **Características de la medida** | **Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de las aves.** |
|---|---|
| Medida de mitigación | Aplicación de las *Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre*, es decir se realizará el rescate y reubicación de fauna nativa dando especial énfasis a aquellas especies consideradas de lento desplazamiento; dicha reubicación se realizará dentro del mismo SA, en áreas con condiciones semejantes a las que van a ser desmontadas. |
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que compensa protege | Reducción en la abundancia de fauna nativa, pérdida de la calidad paisajística. |
| Definición de la medida | El proyecto propone medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre identificadas en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, tales como **ejecución de actividades de rescate de fauna silvestre**, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones.<br>Dichas actividades de rescate se ejecutarán considerando todas las especies de fauna silvestre de posible distribución en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, dando especial atención a las especies de lento desplazamiento.<br>Para llevar a cabo la ejecución de dichas actividades de rescate de fauna silvestre se realizará básicamente Ahuyentamiento.<br>***Ahuyentamiento***<br>Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna durante las actividades de desmonte y despalme, propiciando el desplazamiento de los animales silvestres ubicados en la zona susceptible de afectación hacia sitios de mayor calidad ambiental.<br>Durante las diferentes etapas del proyecto se ahuyentará a los animales por medio de ruido o por persecución. De manera particular, las especies de aves y mamíferos de talla mediana y grande, serán ahuyentadas con el propio ruido que generará la maquinaria de construcción, o bien realizando movimientos en la vegetación.<br>**a) Aves**<br>Los procedimientos para el rescate de especies de aves son muy diferentes a los mencionados anteriormente para los otros grupos de vertebrados terrestres. El procedimiento para garantizar la sobrevivencia y protección de las diferentes especies de aves cuya distribución es potencial en el sitio y que se menciona a continuación.<br>• *Censos visuales y auditivos*. Mediante los censos se identificará a las especies presentes en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto. Con ello se obtendría información sobre su abundancia relativa y se determinaría el tipo de actividades a desarrollar en las áreas destinadas al rescate. Es decir, si los individuos de las diferentes especies se encuentran sólo de paso por el sitio, o bien, si lo utilizan para alimentarse o anidar. |

| Características de la medida | Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de las aves. |
|---|---|
| | • *Búsqueda y monitoreo de nidos.* Para la ubicación de los nidos se realizarán observaciones directas, buscando nidos en cualquier estrato de la vegetación, e incluso en el suelo. Además, se realizarán observaciones por medio de binoculares, poniendo especial atención al seguimiento de individuos adultos y que en sus picos se observe estén transportando material para la construcción del nido, o bien, alimento para los polluelos (Ralph *et al.* 1996), es decir, evidencias de anidación en el sitio. Una vez ubicado cada nido, se determinará su etapa de desarrollo (en proceso de construcción, en etapa de incubación, es decir con huevos; con pollos, o bien nidos de años anteriores), ya fuese por observación directa del contenido del nido (en caso de que estén colocados a poca altura o de que el árbol sea factible de escalar), o bien, mediante observaciones conductuales de los padres. Para conocer el contenido de los nidos en los cuales no se pueda realizar una inspección visual es necesario determinarla de manera indirecta, haciendo observaciones continuas hasta registrar la llegada de los padres, y dependerá de si éstos transporten alimento y del tiempo que permanezcan dentro del nido, se determinará si contienen huevos o polluelos (Welty *et al*. 1997); información imprescindible para tomar la decisión de remover o no a los nidos.<br>• *Remoción responsable de nidos.* Habiendo ubicado los nidos y determinado su contenido, se procederá a retirar aquellos construidos en años anteriores, y también los construidos para la temporada reproductiva en curso, pero que estén vacíos, ya sea porque están todavía en construcción, o nidos totalmente construidos pero que hayan sido localizados previo a la puesta de huevos. Es de suma importancia tomar en cuenta que la remoción de los nidos evitará el daño a los adultos (población reproductiva) si estos se encontraran incubando al momento del desmonte.<br>Los nidos no serán reubicados, ya que la manipulación de los nidos estresa y ahuyenta a los padres. Además, en la literatura hay muy poca evidencia de que éstos puedan llegar a ser exitosos tras su traslocación, pues es muy difícil encontrar las mismas características de cobertura, orientación, exposición al sol (microclimáticas) a las que eligieron los padres. Asimismo, al retirar los nidos se abre la posibilidad de que las parejas reproductivas lleven a cabo naturalmente otra anidación en algún sitio cercano a las obras del proyecto.<br>Es importante considerar que no serán removidos los nidos que contengan pollos o huevos (determinado directa o indirectamente); en estos casos, se marcará con cinta fluorescente a los árboles o vegetación sobre la cual se registren y se calculará la fecha probable en la cual podría ser removida la vegetación, a partir del estado de desarrollo de los polluelos en el nido, dando tiempo suficiente para que los pollos logren salir del nido de manera natural.<br>Para la liberación de todos los ejemplares de fauna que sean rescatados se tomará en cuenta el SA, serán liberados en una zona alejada de la interferencia humana. |
| Objetivo | Evitar la disminución de abundancia de fauna silvestre nativa y proteger las zonas con alta fragilidad ambiental dentro del SA definido para el proyecto. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados sobre la abundancia de fauna silvestre en el SA y se favorece la conservación de fauna nativa en el SA. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica la conservación de las poblaciones de fauna silvestre al interior del SA y favorece la conservación de los recursos naturales en general. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de rescate y reubicación de fauna nativa*. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez reubicada la fauna silvestre. |
| Indicadores de seguimiento y control. | El indicador de éxito es la sobrevivencia de la fauna rescatada. La sobrevivencia de la fauna silvestre rescatada es menos del 80% determina la revisión o modificación de proceso. |
| Prioridad | Alta |

## CVIII Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de los Mamíferos).

| Características de la medida | Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de los mamíferos. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Aplicación de las *Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre*, es decir se realizará el rescate y reubicación de fauna nativa dando especial énfasis a aquellas especies consideradas de lento desplazamiento; dicha reubicación se realizará dentro del mismo SA, en áreas con |

| Características de la medida | Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de los mamíferos. |
|---|---|
| | condiciones semejantes a las que van a ser desmontadas. |
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que compensa protege | Reducción en la abundancia de fauna nativa, pérdida de la calidad paisajística. |
| Definición de la medida | El proyecto propone medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre identificadas en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, tales como **ejecución de actividades de rescate de fauna silvestre**, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones.<br>Dichas actividades de rescate se ejecutarán considerando todas las especies de fauna silvestre de posible distribución en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, dando especial atención a las especies de lento desplazamiento.<br>Para llevar a cabo la ejecución de dichas actividades de rescate de fauna silvestre se realizará básicamente Ahuyentamiento.<br>***Ahuyentamiento***<br>Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna durante las actividades de desmonte y despalme, propiciando el desplazamiento de los animales silvestres ubicados en la zona susceptible de afectación hacia sitios de mayor calidad ambiental.<br>Durante las diferentes etapas del proyecto se ahuyentará a los animales por medio de ruido o por persecución. De manera particular, las especies de aves y mamíferos de talla mediana y grande, serán ahuyentadas con el propio ruido que generará la maquinaria de construcción, o bien realizando movimientos en la vegetación. |
| Objetivo | Evitar la disminución de abundancia de fauna silvestre nativa y proteger las zonas con alta fragilidad ambiental dentro del SA definido para el proyecto. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados sobre la abundancia de fauna silvestre en el SAR y se favorece la conservación de fauna nativa en el SAR. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica la conservación de las poblaciones de fauna silvestre al interior del SAR y favorece la conservación de los recursos naturales en general. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de rescate y reubicación de fauna nativa*. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez reubicada la fauna silvestre. |
| Indicadores de seguimiento y control. | El indicador de éxito es la sobrevivencia de la fauna rescatada. La sobrevivencia de la fauna silvestre rescatada es al menos del 80% y determina la revisión o modificación de proceso. |
| Prioridad | Alta |

## CIX Ficha técnica del impacto reducción en la abundancia de fauna silvestre (específicamente el grupo de la herpetofauna).

| Características de la medida | Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de la herpetofauna. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Aplicación de las *Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre*, es decir se realizará el rescate y reubicación de fauna nativa dando especial énfasis a aquellas especies consideradas de lento desplazamiento; dicha reubicación se realizará dentro del mismo SA, en áreas con condiciones semejantes a las que van a ser desmontadas. |
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que compensa protege | Reducción en la abundancia de fauna nativa, pérdida de la calidad paisajística. |
| Definición de la medida | El proyecto propone medidas de mitigación directas sobre las especies de fauna silvestre identificadas en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, tales como **ejecución de actividades de rescate de fauna silvestre**, para disminuir los impactos ocasionados sobre estas poblaciones.<br>Dichas actividades de rescate se ejecutarán considerando todas las especies de fauna silvestre de posible distribución en la superficie requerida para el desarrollo del proyecto, dando especial atención a las especies de lento desplazamiento.<br>Para llevar a cabo la ejecución de dichas actividades de rescate de fauna silvestre se realizará |

| Características de la medida | Impacto atendido. Reducción en la abundancia de fauna silvestre producto del desmonte, específicamente el grupo de la herpetofauna. |
|---|---|
| | ***1. Ahuyentamiento***<br>Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna durante las actividades de desmonte y despalme, propiciando el desplazamiento de los animales silvestres ubicados en la zona susceptible de afectación hacia sitios de mayor calidad ambiental.<br>Durante las diferentes etapas del proyecto se ahuyentará a los animales por medio de ruido o por persecución. |
| Objetivo | Evitar la disminución de abundancia de fauna silvestre nativa y proteger las zonas con alta fragilidad ambiental dentro del SA definido para el proyecto. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados sobre la abundancia de fauna silvestre en el SA y se favorece la conservación de fauna nativa en el mismo. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica la conservación de las poblaciones de fauna silvestre al interior del SA y favorece la conservación de los recursos naturales en general. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de rescate y reubicación de fauna nativa*. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez reubicada la fauna silvestre. |
| Indicadores de seguimiento y control. | El indicador de éxito es la sobrevivencia de la fauna rescatada. La sobrevivencia de la fauna silvestre rescatada es menos del 80% determina la revisión o modificación de proceso. |
| Prioridad | Alta |

## 3. SUELO

CX Ficha técnica del impacto del riesgo de erosión del suelo por pérdida de vegetación durante el despalme.

| Características de la medida | Impacto atendido. Riesgo de erosión del suelo por pérdida de vegetación durante el despalme. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Utilizar el suelo rescatado para ser dispuesto y utilizado para incrementar la posibilidad de éxito de la reubicación de flora silvestre como principal medida de compensación ambiental. |
| Tipo de medida | Mitigación. |
| Efecto que mitiga protege | Disminución de la capa superficial de suelo por efectos de la remoción de la vegetación. |
| Definición de la medida | Una vez que se realiza el desmonte de la superficie requerida para el desarrollo del proyecto quedará al descubierto la capa superficial de suelo, por lo que se realizará el rescate y reubicación del mismo para ser utilizado como fuente de materia orgánica en la superficie de reubicación de flora silvestre. |
| Objetivo | Evitar la erosión del suelo y ser utilizado en las áreas propuestas para la reubicación de flora silvestre para favorecer el establecimiento y desarrollo de la vegetación reubicada. |
| Eficacia | Media |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Una vez realizadas las actividades de desmonte y junto a las actividades de despalme se realizará el rescate de suelo y se trasladará al área propuesta para la reubicación, siendo cubierto con lonas para evitar su dispersión por efectos del viento o lluvia. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica protección de áreas que son hábitat para la fauna silvestre, además favorece la formación de suelos y regeneración natural. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de despalme de las áreas desmontadas. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez efectuadas las acciones. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Bitácora diaria de seguimiento y control del volumen de suelo rescatado y reubicado. |
| Prioridad | Media. |

CXI Ficha técnica del riesgo de contaminar el suelo por defecación al aire libre u otros residuos.

| Características de la medida | Impacto atendido. Riesgo de contaminar el suelo por defecación al aire libre. |
|---|---|

| **Características de la medida** | **Impacto atendido. Riesgo de contaminar el suelo por defecación al aire libre.** |
|---|---|
| Medida de prevención | Se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que intervenga en la obra. |
| Tipo de medida | Preventiva. |
| Efecto que compensa protege | Evita la contaminación del suelo y del aire, protege la fauna silvestre. |
| Definición de la medida | Prohibición de la defecación al aire libre y se promueve el uso de letrinas portátiles. |
| Objetivo | Disminuir el riesgo de contaminación del suelo y del aire. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se disminuye el riesgo de contaminación del suelo y aire por impurezas provenientes de las heces fecales, y al mismo tiempo se protege la fauna silvestre al no invadir su espacio. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica protección de áreas que son hábitat para la fauna silvestre, y disminuye la contaminación del suelo y aire. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de desmonte. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez efectuadas las acciones. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Nulo |
| Prioridad | Alta |

### CXII Ficha técnica del riesgo de erosión del suelo por exposición a factores climáticos.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Riesgo de erosión del suelo por exposición a factores climáticos. |
|---|---|
| Medida de prevención | Programar en la medida de los posible las actividades de remoción de vegetación y despalme en época de estiaje para evitar la erosión hídrica y eólica, asimismo ejecutar el CUSTF de manera paulatina, disminuyendo con esto el tiempo de exposición del suelo a los factores climáticos (lluvia principalmente) con los consecuentes riesgos de erosión hídrica. |
| Tipo de medida | Preventiva. |
| Efecto que compensa protege | Se reduce el riesgo de erosión hídrica por exposición del suelo desprovisto de vegetación a la temporada de lluvias. |
| Definición de la medida | Ejecutar las actividades de remoción de vegetación en temporadas idóneas para evitar cualquier tipo de erosión. |
| Objetivo | Evitar la erosión del suelo. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se disminuye el riesgo de erosión del suelo, con el hecho de ejecutar el desmonte de manera gradual y sobre todo considerando las mejores temporadas en el año, es decir, en aquellos meses en los cuales no haya probabilidades de lluvia. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica que la fauna tenga oportunidad de desplazarse al realizar el desmonte de manera paulatina y el suelo no se expone a ser erosionado. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de desmonte. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez efectuadas las acciones. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Bitácora de seguimiento del desmonte |
| Prioridad | Alta |

### CXIII Ficha técnica del impacto reducción de calidad del suelo debido a contaminación por residuos.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Reducción en la calidad del suelo debido a contaminación por residuos. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Recolectar los materiales de construcción de las áreas aledañas al proyecto y colocarlos en el relleno sanitario más cercano o donde la autoridad estatal o municipal lo determine.<br>Colocar tambos de 200 litros de capacidad para la recolección de basura. Se deberá privilegiar la separación en orgánicos e inorgánicos para su posterior almacenamiento y disposición en los sitios que señale la autoridad local competente.<br>Contratar a una empresa autorizada para el manejo y disposición de residuos durante la etapa de construcción. |

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Reducción en la calidad del suelo debido a contaminación por residuos. |
|---|---|
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que mitiga protege | Reducción de la contaminación por el desarrollo del proyecto, lo que ocasionaría una disminución del paisaje del entorno. |
| Definición de la medida | Durante las actividades de despalme se generarán residuos, este efecto se mitigará con la colocación de tambos de 200 litros en áreas estratégicas del proyecto, así como se realizará la contratación de una empresa para que se encargue de transportar todos los residuos hacia los lugares autorizados por las autoridades competentes. |
| Objetivo | Evitar la contaminación del ambiente |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados por el despalme y se mantiene una buena calidad del paisaje del entorno. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que evita la contaminación de las áreas aledañas al proyecto que sirven de refugio para la fauna silvestre y se conserva el paisaje del entorno. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de recolección de residuos producto del despalme y construcción del proyecto*. Exige seguimiento y documentación |
| Necesidad de mantenimiento | Nula. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Revisiones periódicas durante la ejecución del proyecto llevando un registro de las actividades mediante bitácoras de campo. |
| Prioridad | Alta |

## CXIV Ficha técnica del impacto de riesgo de contaminar el suelo por el mantenimiento de maquinaria.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido. Riesgo de contaminar el suelo por el mantenimiento de maquinaria.** |
|---|---|
| Medida de prevención | Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo para minimizar los riesgos del vertido de sustancias contaminantes al momento de la ejecución de las actividades de CUSTF en áreas autorizadas para este fin. |
| Tipo de medida | Preventiva. |
| Efecto que previene protege | Evita la contaminación del suelo y del aire, protege la fauna silvestre y los mantos freáticos del SA. |
| Definición de la medida | Se prohibirá realizar el mantenimiento de la maquinaria utilizada durante las diferentes etapas del proyecto dentro de las áreas del mismo. Estas actividades se realizarán en los centros autorizados por la autoridad competente. |
| Objetivo | Disminuir el riesgo de contaminación del suelo y del aire. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se disminuye el riesgo de contaminación del suelo, aire y agua por el derrame de aceites y la emisión de contaminantes. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica protección de áreas que son hábitat para la fauna silvestre y disminuye la contaminación del suelo, agua y aire. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de mantenimiento de la maquinaria utilizada en el proyecto. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez efectuadas las acciones. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Se realizarán supervisiones periódicas para revisar las condiciones de la maquinaria que opera en el proyecto, así mismo se revisarán las bitácoras de mantenimiento de cada una de las máquinas para llevar un registro y control. |
| Prioridad | Alta |
| Medida de prevención | Llevar a cabo un programa de limpieza y saneamiento a efecto de remover el material producto de la construcción que accidentalmente pudieran haberse depositado y retirar todas las máquinas y equipo de trabajo al final de la construcción de las áreas. |
| Tipo de medida | Preventiva. |

| **Características de la medida** | **Impacto atendido. Riesgo de contaminar el suelo por el mantenimiento de maquinaria.** |
|---|---|
| Efecto que previene protege | Evita la contaminación del suelo y del agua, protege la fauna silvestre y los mantos freáticos del SA. |
| Definición de la medida | Durante la ejecución del proyecto se deberá ir retirando toda maquinaria que ya no sea utilizada para las actividades del proyecto, con la finalidad de minimizar el riesgo de contaminación del suelo y agua por derrame accidental. Así como al final de la ejecución del proyecto se implementarán actividades de limpieza y saneamiento para retirar los desechos que se hayan vertido accidentalmente. |
| Objetivo | Disminuir el riesgo de contaminación del suelo y del agua. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se disminuye el riesgo de contaminación del suelo y agua por el derrame de aceites y basura. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica protección de áreas que son hábitat para la fauna silvestre y disminuye la contaminación del suelo y agua. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo la Implementación de un programa de limpieza y saneamiento. Exige seguimiento y documentación. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez ejecutado el proyecto ya que la maquinaria será retirada del sitio. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Se realizará un informe de las actividades realizadas durante la ejecución del programa de saneamiento y se presentará evidencia fotográfica de las mismas. |
| Prioridad | Media |

# 4. AGUA

## CXV Ficha técnica del impacto reducción de calidad del agua debido a contaminación por residuos.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Reducción en la calidad del agua debido a contaminación por residuos. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Recolectar los materiales de construcción de las áreas aledañas al proyecto y colocarlos en el relleno sanitario más cercano o donde la autoridad estatal o municipal lo determine.<br>Colocar tambos de 200 litros de capacidad para la recolección de basura. Se deberá privilegiar la separación en orgánicos e inorgánicos para su posterior almacenamiento y disposición en los sitios que señale la autoridad local competente.<br>Contratar a una empresa autorizada para el manejo y disposición de residuos peligrosos durante la etapa de construcción. |
| Tipo de medida | Mitigación |
| Efecto que mitiga protege | Reducción de la contaminación del agua superficial y subterránea por el desarrollo del proyecto. |
| Definición de la medida | Durante las actividades de despalme se generarán residuos tanto peligrosos (aceites) como no peligrosos, este efecto se mitigará con la colocación de tambos de 200 litros en áreas estratégicas del proyecto, así como se realizará la contratación de una empresa para que se encargue de transportar todos los residuos hacia los lugares autorizados por las autoridades competentes. |
| Objetivo | Evitar la contaminación del ambiente |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados por la generación de residuos dentro de las actividades de desmonte y despalme. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que evita la contaminación de los suelos en las áreas aledañas al proyecto y que a su vez sirven de refugio para la fauna silvestre y se conserva el paisaje del entorno. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de recolección de residuos producto del despalme y construcción del proyecto. Exige seguimiento y documentación. |
| Tiempo de ejecución | Esta medida se ejecutará durante la etapa de preparación del sitio y durante la etapa |

| | |
|---|---|
| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Reducción en la calidad del agua debido a contaminación por residuos. |
| | de construcción del proyecto. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Revisiones periódicas durante la ejecución del proyecto llevando un registro de las actividades mediante bitácoras de campo. |
| Prioridad | Alta |

## CXVI Ficha técnica del impacto de riesgo de contaminar el agua superficial y subterránea por el mantenimiento de maquinaria.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido. Riesgo de contaminar el agua superficial y subterránea por el mantenimiento de maquinaria.** |
|---|---|
| Medida de prevención | Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo para minimizar los riesgos del vertido de sustancias contaminantes al momento de la ejecución de las actividades de CUSTF en áreas autorizadas para este fin. |
| Tipo de medida | Preventiva. |
| Efecto que previene protege | Evita la contaminación del agua superficial y subterránea; suelo, aire y; protege la fauna silvestre del SA. |
| Definición de la medida | Se prohibirá realizar el mantenimiento de la maquinaria utilizada durante las diferentes etapas del proyecto dentro de las áreas del mismo. Estas actividades se realizarán en los centros autorizados por la autoridad competente. |
| Objetivo | Disminuir el riesgo de contaminación del agua, suelo y del aire. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se disminuye el riesgo de contaminación del suelo, aire y agua por el derrame de aceites y la emisión de contaminantes. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica protección de áreas que son hábitat para la fauna silvestre y disminuye la contaminación del suelo, agua y aire. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las Acciones de mantenimiento de la maquinaria utilizada en el proyecto. Exige seguimiento y documentación. |
| Tiempo de ejecución | Esta medida se ejecutará durante la etapa de preparación del sitio. |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez efectuadas las acciones. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Se realizarán supervisiones periódicas para revisar las condiciones de la maquinaria que opera en el proyecto, así mismo se revisarán las bitácoras de mantenimiento de cada una de las máquinas para llevar un registro y control. |
| Prioridad | Alta |

## CXVII Ficha técnica del impacto Disminución de la infiltración del agua.

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Disminución de la infiltración del agua. |
|---|---|
| Medida de mitigación | Aplicación de las *Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre,* al interior del SA definido para el proyecto. |
| Tipo de medida | Mitigación |

| **Características de la medida** | **Impacto atendido.** Disminución de la infiltración del agua. |
|---|---|
| Efecto que compensa protege | Reducción de la pérdida de captura de agua por exposición de suelo desprovisto de vegetación. |
| Definición de la medida | Dentro del SA donde se ubica el proyecto existen áreas que cuentan con poca o nula vegetación lo que origina que año con año exista una disminución de la captura de agua. Este efecto se pretende mitigar con la aplicación del *Programa de rescate y reubicación de flora silvestre*. |
| Objetivo | Aumentar la captura de agua con la reubicación de especies de flora silvestre producto del rescate. |
| Eficacia | Alta |
| Descripción de la medida / aspectos que comprende | Se mitigan los impactos ocasionados sobre la erosión que se produce en el SA. |
| Sinergia | La medida es sinérgica ya que implica la disminución de áreas con problemas de erosión y que servirán como son hábitat para la fauna silvestre y además favorece la formación de suelos. |
| Entidad responsable de gestión | Constructor y operador de la obra bajo las *Acciones de rescate y reubicación de flora nativa*. Exige seguimiento y documentación |
| Necesidad de mantenimiento | Nula una vez realizada la reubicación. |
| Indicadores de seguimiento y control. | Revisiones trimestrales por un periodo de un año, una vez concluidas las actividades de reubicación. El indicador de éxito es la sobrevivencia de las plantas rescatadas. |
| Prioridad | Alta |

# Medidas prohibitivas a implementar durante todas las etapas del proyecto

**Adicionalmente a las medidas de prevención y mitigación a continuación se presentan algunas medidas de prohibición para el buen desarrollo del proyecto.**

CXVIII Medidas prohibitivas durante las etapas de proyecto.

| **Medida** | **Impacto atendido** |
|---|---|
| Estarán prohibidas las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria pesada en el predio. | Reducción de la contaminación del suelo y mantos freáticos |
| Quedará prohibido arrojar cualquier tipo de residuo o desecho a cuerpos de agua y en las cercanías al área de obra. | Reducción de la contaminación del suelo y mantos freáticos |
| Se prohibirá el uso de fuego para la eliminación de malezas en el área del proyecto | Reducción de la cobertura vegetal aledaña al proyecto así como protección del suelo. |
| Se prohibirá el uso del fuego para la preparación de alimentos | Reducción de la cobertura vegetal aledaña al proyecto así como protección del suelo. |
| Quedará prohibido la captura de fauna silvestre | Reducción de la fauna silvestre que existe en el predio y áreas aledañas. |

**Adicionalmente, medidas generales muy importantes:**

- **INSTALACION DE LA SEÑALIZACIÓN ADECUADA EN LAS ZONAS DE CIRCULACION DE CAMIONES Y VEHÍCULOS DE CARGA SOBRE LOS ACCESOS, LAS CALLES DE ACCESO Y A LA ENTRADA DEL PREDIO**
- **Instalación de malla protectora en el perímetro de las áreas de trabajo**
- **VERIFICACIÓN DE QUE LOS MATERIALES DE PROYECTO SEAN DE LAS CARACTERISTICAS NECESARIAS YA QUE EL SITIO DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA CON ALTO POTENCIAL DE EVENTOS CICLÓNICOS ANUALES DE GRAN IMPORTANCIA**
- **Uso de agua tratada en el suelo para evitar dispersión de contaminantes y levantamiento de polvo**
- **Uso de lonas para cubrir los camiones de carga, para evitar el polvo y la caída de desechos**
- Queda totalmente prohibida la incineración de los desechos, para reducir la posibilidad de incendios de áreas colindantes y evitar la contaminación del aire a través de la generación de humos.
- Se prohibirá proporcionar servicio de mantenimiento en el sitio del proyecto al equipo y maquinaria para evitar derrames de grasas, aceite, combustibles.
- Se prohíbe el derrame, depósito o almacenamiento de residuos sólidos en el área del proyecto que puedan resultar riesgosos.
- Deberán colocarse sanitarios portátiles para los trabajadores.
- Con el fin de evitar la contaminación del aire por el levantamiento del polvo, con anterioridad a la remoción de la vegetación, se esparcirá agua en los sitios de trabajo.
- La mayor parte de los individuos identificados en el predio, de ser posible, se reubicarán y se les dará mantenimiento adecuado.

A continuación se señalan las medidas preventivas y de mitigación **generales** que se llevarán a cabo:

• Quedará estrictamente prohibido abandonar residuos sólidos y material sobrante de actividades de construcción del proyecto, por lo que éstos se deberán transportar fuera de las áreas de trabajo y depositar en los sitios que determine la autoridad local competente.

• Se colocarán contenedores con tapa, para la disposición temporal de los residuos sólidos generados por las diferentes actividades.

• Se realizará la limpieza de sitios y áreas, al concluir las obras, considerando para el caso el retiro del equipo, materiales desmontables y maquinaria utilizada, así como infraestructura de apoyo.

• Se promoverá en todas las áreas del desarrollo la separación orgánica e inorgánica de basuras y desperdicios, para su adecuado manejo.

• Se realizarán contactos y acuerdos necesarios con las empresas autorizadas y/o autoridad municipal encargadas de realizar el reciclaje de los desechos sólidos para que se recolecten y separen estos desechos y buscar su recuperación económica (papel, cartón, plásticos, vidrio, aluminio etc.), favoreciendo así, la disminución del volumen diario de desperdicios a manejar y transportar.

• Se establecerá un sistema de señalización, difusión y un programa de educación ambiental, encaminado a concientizar trabajadores, usuarios, administrativos, personal ejecutivo y propietarios, para propiciar el reúso, reciclaje y buen manejo de residuos.

# XI.3 *IMPACTOS RESIDUALES*

El impacto residual es el efecto que prevalece después de aplicadas las medidas de mitigación, es un hecho que cualquier acción tiene una reacción y la aplicación de este proyecto en el medio ambiente no será la excepción. Los impactos residuales generados en este proyecto no tendrán un elevado grado de afectación en tanto se lleven a cabo apropiadamente las acciones de rescate de flora relevante, adicionalmente a esto.

## Impactos sobre tierra y suelo

Para evitar la contaminación residual del suelo por la disposición de los residuos no se deberán desechar en campo abierto sin control. Se deberán ubicar en sitios bien establecidos para su confinamiento y posterior traslado a los sitios de disposición autorizados por la autoridad competente, además de realizar limpieza cuando terminen las obras. El impacto por acceso de la maquinaria se mitigará designando áreas para el paso y ubicación.

## Impactos sobre la vegetación

Los efectos del desmonte sobre la vegetación no son fáciles de mitigarse, pero no representan un gran problema, pues aún el más importante es valorado apenas como bajo, por la reducida superficie a desmontar y por la aplicación del programa de rescate de flora relevante. Su escasa importancia se debe a que, a pesar de ser un impacto persistente en el tiempo, es muy localizado en extensión, y con posibilidad de ser rectificado, pues en caso necesario, la vegetación puede recuperarse mediante técnicas de regeneración.

Hay que destacar que la superficie de reubicación se encuentra desplegada en un área de 2,509.263 $m^2$, conservando ejemplares de cardones, chola, torote colorado, copal, lomboy, para que el suelo permanezca protegido de la erosión y se mantenga captura de carbono así como fijación de nitrógeno.

## Impactos sobre la fauna

Por efecto del desmonte también se producirán desplazamientos locales de fauna. Para minimizar la perturbación de la actividad de la fauna local, antes de iniciar cualquier actividad, se deberá comenzar con poca intensidad y se aumentará gradualmente.

## Impactos sobre Paisaje

El impacto del desmonte sobre la naturalidad del paisaje no es mitigable, pero se valoró como compatible con el ambiente, es decir, no genera un desequilibrio ecológico *per se*. El rescate y reubicación de la vegetación tratará en lo posible de reubicar la gran mayoría de los ejemplares, por lo que el paisaje se verá poco afectado en este sentido, ya que el proyecto plantea buena superficie para áreas verdes.

El sitio es muy abierto, dentro de asentamientos humanos a los lados, de manera que el paisaje es muy poco afectado, y un impacto residual es muy poco probable que ocurra.

En el caso de la disposición de material producido por la construcción, éste se debe desechar en sitios controlados y autorizados por el municipio, para no desmejorar el al aspecto del sitio con desechos.

# XI.4 *INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS*

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que el promovente deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro (Artículo 51 del REIA) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental. Ciertos procedimientos jurídico – administrativos (por ejemplo, un recurso de revisión con la solicitud de suspensión) requieren que la autoridad pueda conocer los importes parciales de la inversión prevista (gastos preoperativos, etc.) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto deberá proporcionar la información sobre la estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante la fase de preparación construcción, operación y abandono del proyecto.

**ARTICULO 51**. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;

II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y

IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.

Como puede observarse con estos datos, las características del proyecto son tales que no liberan sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables, en el sitio del proyecto no existen cuerpos de agua y de acuerdo con los muestreos realizados en campo, en el sitio del proyecto no existen especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial ni enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT -2010. Las actividades de este proyecto NO implican actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y el sitio de este proyecto se encuentra totalmente fuera de Áreas Naturales Protegidas.

# XI.5 *ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO*

Una búsqueda sobre la definición del concepto “Restauración Ecológica”, nos llevaría por caminos de opiniones diversas, donde podemos encontrar desde los que afirman que permite la recuperación de las condiciones originales del ecosistema existente antes de la perturbación, pasando por los que

mezclan términos de otras técnicas de conservación, hasta los que piensan que la recuperación de lo prístino nunca sería posible.

El término de restauración se ha dado a todo aquel proceso ecológico cuya finalidad es recuperar las condiciones ambientales que prevalecieron en un sitio dado, y que por alguna causa se vieron afectados negativamente (Fuente: Modelo para la restauración ecológica de las áreas alteradas, Ángel Sol Sánchez, Claudia Elena Zenteno, Luis Felipe Zamora Cornelio, Edis Torres Reyes, división Académica de Ciencias Biológicas-UJAT).

Se debe entender por restauración, el proceso de reconversión de terrenos perturbados a su estado original u otro uso productivo, o también el proceso de transformación de un medio perturbado que haga posible el establecimiento de los organismos originarios u otros que se aproximen a la biocenosis primitiva. (Fuente: Master Universitario de Jardinería y Paisaje UPV, Espacios degradados y restauración ambiental).

Por su parte, la Red Latinoamericana de Restauración Ecológica (REDLAN) creada en Valdivia, Chile, en el año 2005, define la restauración ecológica como una actividad intencional realizada con el fin de iniciar o acelerar el proceso de recuperación del ecosistema dañado o degradado (Fuente: http://www.dominicanaonline.org/ DiccionarioMedioAmbiente/es/cpo_new_restauracion.asp).

En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar.

El valor de usar la palabra restauración desde el punto de vista ecosistémico es que nos ayuda a pensar en todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales, sus interacciones y las consecuencias de las actividades humanas sobre estos procesos. Muchas áreas en el mundo están tan alteradas que ya es difícil hablar de restauración y se pueden emprender otras acciones como la rehabilitación, la reclamación o remplazo y la revegetación.

En síntesis la restauración ecológica difiere de la revegetación, rehabilitación y reclamación en tres aspectos fundamentales:

- La restauración busca restablecer no solamente la función del sitio, sino además sus componentes, estructura y complejidad.
- La restauración depende de un propósito intencional y de actividades humanas constructivas.
- La restauración no intenta únicamente imitar lo que era un sistema, sino además replicar lo que un sistema hacía y así crear una auto organización sostenible y persistente. Un sistema restaurado es capaz de sostenerse así mismo, puede resistir invasiones por nuevas especies, es tan productivo como el original y tiene interacciones bióticas similares a la original.

La restauración ecológica como disciplina intencional y multidimensional, tiene otras dimensiones además de la ecológica, como la social, política, económica y ética. La dimensión social busca integrar las poblaciones humanas a los proyectos de restauración y contribuir a mejorar sus condiciones, esto implica que se debe tener un enfoque amplio de restauración para lograr que la gente se identifique con los objetivos de los proyectos. En muchas regiones debe existir una planificación y ordenamiento del paisaje para que la gente esté de acuerdo con que parte de las tierras deben ser destinadas a restauración para garantizar la sostenibilidad de servicios ambientales como el agua y áreas de rehabilitación de suelos para garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Las dimensiones económica y política se refieren principalmente a los costos que implica restaurar grandes áreas y a la necesidad de una voluntad política que haga de la restauración una práctica ligada a la conservación de ecosistemas. La dimensión ética implica replantear una visión de la naturaleza, cambiar comportamientos de destrucción y reemplazarlos por comportamientos hacia la conservación y restauración. Otro aspecto muy importante es la relación ética con las comunidades locales. En comunidades indígenas donde existe una relación estrecha con la naturaleza hay que tener en cuenta su dimensión espiritual. (Fuente: Los Pasos Fundamentales en la Restauración Ecológica (Orlando Vargas), publicado en Guía Metodológica Para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Orlando Vargas Editor, Grupo de Restauración Ecológica).

Machiz (1993) menciona que existen tres formas básicas de restaurar un área degradada: (MACHLIS, G. 1993. Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos. En Parques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas, Caracas, Venezuela).

- Recuperarla: volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas.
- Rehabilitarla: Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área.
- Restaurarla: Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

En relación a todo lo antes mencionado a continuación se describen tres etapas que son importantes para la restauración ecológica, tomando en cuenta la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.

Etapa preparatoria:

Una vez que se ha caracterizado el área y se conocen los principales problemas a resolver, se comienzan a aplicar las acciones que permitan solucionarlos y preparar el área para el comienzo de la restauración. Entre las acciones que proponemos para esta etapa están:

1. Creación de viveros y producción de plantas
2. Preparación del terreno
3. Toma de medidas contra incendio. (Obras de ingeniería, actividades educativas etc.)
4. Toma de medidas contra la erosión
5. Control de plagas forestales

Etapa de restauración:

Es la etapa donde se aplicarán las acciones, que sobre la base de los resultados de los estudios anteriormente realizados, garantizarán el éxito.

Entre las tareas que proponemos para lograrlo están:

1. Preparación de la tierra
2. Plantación y reposición de las especies que se encuentran normalmente en el sitio
3. Enriquecimiento
4. Mantenimiento de plantaciones
5. Tratamiento a plantaciones
6. Muestreo y control de la fauna natural
7. Muestreo de la fauna establecida
8. Reintroducción de fauna

Etapa de monitoreo y evaluación:

En esta etapa se proponen monitoreos y la evaluación para lo cual se manejan cinco criterios para saber si la restauración se ha realizado con éxito, estos monitoreos se realizan en un periodo de 10 años, estos son:

- Sustentabilidad: El ecosistema restaurado debe ser capaz de mantener su equilibrio y Autosustentarse, sin acciones antrópicas.
- Invasibilidad: Es común que los ecosistemas degradados sean invadidos por especies exóticas, a medida que el ecosistema es más natural, esta invasión disminuye.
- Productividad: Los niveles de biomasa producidos por el ecosistema restaurado, debe ir alcanzando a los niveles del ecosistema natural, a medida que estos se recuperan.
- Retención de nutrientes: Los flujos de nutrientes y la retención de los mismos en ecosistemas restaurados deben alcanzar los niveles de ecosistemas naturales conservados.
- Interacciones bióticas: La recuperación de relaciones interespecíficas ya estudiadas en etapas anteriores deben servir de base para evaluar la recuperación de las mismas en ecosistemas restaurados, dígase polinizadores, presencia de micorrizas, bacterias nitrificantes, otra fauna asociada, etc.
- Acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales en el área restaurada (10 años)
- Actividades para prevención, combate y control de incendios
- Deshierbes (En caso de requerirse liberar)
- Control destino del material vegetativo
- Prohibición de cazar y colectar especies de la fauna silvestre
- Limitación estricta del tránsito únicamente a áreas libres de vegetación.
- Limitaciones estrictas en zonas de valor ecológico

Es necesario mencionar que en cada una de estas etapas se acompañaría con la asesoría técnica.

Por lo anterior y tomando en cuenta estas tres etapas, en la siguiente tabla se establecen los costos de cada una estas etapas.

CXIX Costos estimados para restaurar el sitio, en el supuesto que se hubiera ejecutado el CUSTF y fuera necesaria dicha restauración.

| ETAPAS | CONCEPTO | COSTO TOTAL ($) |
|---|---|---|
| Etapa Preparatoria | 1. Creación de viveros y producción de plantas | 10,000 |
| | 2. Preparación del terreno | 660 |
| | 3. Toma de medidas contra incendio | 1,640.67 |
| | 4. Toma de medidas contra la erosión | 1,640.67 |
| | 5. Control de plagas forestales | 3,937.60 |
| | 6.- Asesoría Técnica | 12,000.00 |
| **SUBTOTAL** | | **29,878.94** |
| Etapa de Restauración | 1. Preparación de la tierra | 1,706.29 |
| | 2. Plantación y reposición | 2,521.30 |
| | 3. Enriquecimiento | |
| | 4. Mantenimiento de plantaciones (deshierbes 3 años). | 10,045.89 |
| | 5. Tratamiento a plantaciones | |
| | 6. Muestreo y control de la fauna natural | 984.40 |
| | 7. Muestreo de la fauna establecida | 984.40 |
| | 8. Reintroducción de fauna | 7,875.19 |
| | 9.- Asesoría Técnica | 12,000.00 |
| **SUBTOTAL** | | **36,117.47** |
| Etapa de Monitoreo y Mantenimiento | 1.-Monitoreos (periodo de tres a 10 años) | 45,000.00 |
| | 2.-Acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales en el área restaurada (10 años) | 16,406.65 |
| | 3.- Asesoría técnica | 20,000.00 |

| | |
|---|---|
| **SUBTOTAL** | **81,406.65** |
| **TOTAL** | **147,403.06** |

Si tomamos en cuenta las actividades de la restauración ecológica antes mencionada, podemos determinar que a mediano plazo tendríamos una restauración en forma parcial ya que se estaría logrando la restitución de la vegetación nativa que es diversa (no mono específica) y la captación de agua, y sería a largo plazo que se restablecerían las funciones del ecosistema como es el paisaje, fauna y otros organismos que propicien la funcionalidad de ecosistema.

En lo que se refiere a la restauración ecológica, es necesario mencionar que una vez autorizado el proyecto es poco probable su abandono, sin embargo con el fin de obtener un costo de las actividades de restauración por motivo del cambio de uso de suelo es que se realizó una valoración sobre lo que costaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema, como hasta ahora se encuentra, tomando en cuenta la estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría, con toda la diversidad que se presenta, sin embargo, también es necesario mencionar que en base a lo establecido anteriormente en este apartado es muy difícil (por no decir imposible) la recuperación de las condiciones originales del ecosistema existente antes de la perturbación, puesto que el sitio se reacondicionará en su topografía. Lo que sí es posible que se recupere es la fauna y flora locales, pues se ha visto con demasiada frecuencia que en el lapso de 5 a 10 años especies de vegetación importantes como cactáceas, torotes, ciruelos, lomboy etc., comienzan a crecer en sitios desmontados pero contiguos a sitios con vegetación original.

# XII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## XII.1 *DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO*

Las características generales de este sitio se pueden describir en términos del clima, suelo, fisiografía, vegetación y el socioeconómico. En el caso del sitio del proyecto, se puede formular el escenario mediante las principales características físicas, biológicas y climáticas.

El sitio del proyecto no se encuentra en ningún área protegida o sitios prioritarios nacionales. Se localiza completamente en zona de asentamientos humanos dentro de la zona urbana de Cabo San Lucas.

El área de estudio se ubica en un clima del tipo “BW (h)w, muy árido, cálido con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual. La mayor parte de los días del año son despejados o medio nublados, representando en promedio cerca del 80%. La precipitación media anual es de 257.5 milímetros y los meses más lluviosos son agosto, septiembre y octubre. Como fenómenos meteorológicos, el registro de huracanes que han afectado a la zona, mismos que inciden en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre principalmente, siendo los causantes de lluvias torrenciales.

La zona de estudio se encuentra en presencia de fenómenos hidrometeorológicos constituidos en tormentas tropicales, huracanes y/o ciclones. En el sitio del proyecto se han dado casos de huracanes muy fuertes, entre los casos más destacados se encuentra el huracán Lisa en 1976 y el huracán Odile en 2014.

El paisaje en el área del proyecto es totalmente urbano. De manera general la zona se encuentra dentro de una zona de lomeríos y partes con piedemonte, al sur se encuentra el cerro Prieto y el resto del paisaje está dominado por lomeríos.

La zona en general exceptuando el cerro prieto es plana, y aunque son lomeríos en realidad se ve bastante plana la zona con pendiente hacia la zona costera. Al norte se alcanza a ver un poco la loma llamada Cerro de La Cruz. La zona de estudio que comprende a la microcuenca Playa El Faro es ampliamente dominada por rocas graníticas de edad terciaria y materiales eólicos, así como algunas granodioritas del cuaternario. El sitio del proyecto se ubica en un lomerío escarpado con cañadas, muy cerca de lo que es la zona de llanura aluvial, sin embargo sus características corresponden mucho más a los lomeríos, de hecho se encuentra junto al cerro Prieto en el que se enclava el desarrollo Montecristo, aunque el sitio mismo del proyecto es totalmente plano.

De manera general la zona es urbana y el paisaje inmediato es de alrededor de la avenida Vía de Lerry, en las inmediaciones de las colonias habitadas de Bugambilias y Libertad.

La cuenca hidrográfica en estudio en la que se enclava el sitio del proyecto es la conocida como Playa El Faro, cuenca muy pequeña que drena en la dársena San Lucas, y cuyos escurrimientos ocurren entre el Cerro Prieto y el Cerro Colorado.

En esta zona de lomeríos se encuentra la zona cercana del Cerro Prieto y su desarrollo Montecristo, se encuentran las colonias Libertad, Bugambilia, Arcoíris.

El arroyo más cercano al sitio del proyecto es un arroyo sin nombre que baja por el Cerro Prieto, un escurrimiento muy pequeño, en tanto que el más importante de la microcuenca es un arroyo sin nombre que baja cerca de la colonia Los Venados, y que para como a 2 km de distancia del sitio en estudio, de manera que no se espera afectación alguna, y de hecho el sitio se encuentra en una zona segura que no será afectada por escurrimientos superficiales. La microcuenca Playa El Faro abarca desde la colonia Puesta del Sol al norte, y casi la mitad de la ciudad de Cabo San Lucas, hasta la zona de la Playa El Faro. Esta cuenca queda formada por los escurrimientos de los arroyos sin nombre a la altura del cerro El Rodadero y el cerro Prieto. Dentro de la zona de estudio, el suelo de mayor abundancia es el litosol mezclado con Regosol eútrico como suelo secundario, (I+Re/1), se distribuye sobre toda la cuenca hidrológica y sus alrededores.

La zona en la que se enclava este proyecto, como toda la ciudad y la península de Baja California, presenta riesgos de sismos y la ocurrencia de eventos atmosféricos tipo ciclones o huracanes principalmente. Hay que aclarar que el sitio del proyecto en sí mismo no presenta riesgo alguno de inundación. Cuando vemos la zona del proyecto en el Atlas Nacional de Riesgos podemos observar que cuando ponemos la capa de riesgo de inundación por eventos pluviales con un periodo de retorno de 500 años, la zona del proyecto permanece completamente fuera de la zona de riesgo, incluso Muy Bajo, de manera que podemos inferir que el sitio no presenta riesgos de inundaciones aun cuando la zona en general es susceptible de huracanes fuertes cada año en época de verano.

De acuerdo a un análisis geomático de información de INEGI (2010) y al cruce de variables con el Atlas de Riesgos (2013), en el análisis de los riesgos con un periodo de retorno de 1000 años por Ciclones Tropicales se pudo identificar lo siguiente, en Cabo San Lucas existen 46,420 habitantes ubicados en zonas de riesgo, y clasificados en distintos niveles de riesgo: 3,409 hab. en muy alto riesgo; 1,487 hab. en un alto riesgo; 2,456 hab. en un riesgo medio; 14,224 hab. en un riesgo bajo y 24,844 hab. con un riesgo muy bajo. Para el caso de San José del Cabo se identificó un total de 45,540 habitantes ubicados en zonas de riesgo; distribuidos en distintos niveles de riesgo, 1,281 hab. en muy alto riesgo; 3,393 hab. en alto riesgo; 4, 662 hab. en un riesgo medio; 11,100 hab. en un riesgo bajo y 24,104 hab. en un riesgo muy bajo.

Al respecto, el PDU 2040 identifica en su apartado de diagnóstico que existen numerosos asentamientos irregulares algunos de ellos en zonas de alto riesgo, del total de la mancha urbana al 2010, 5.81% en CSL y 16.39% en SJC corresponde a asentamientos irregulares. Esto es derivado en parte debido al alto costo del suelo y a la falta alternativas de vivienda accesible, a la falta de reserva territorial de vivienda, así como al desorden urbano debido a la falta histórica de aplicación de la normatividad en materia de orden territorial.

En relación a los sismos, la península de Baja California experimenta esta actividad de manera continua, los sismos se dan preferentemente con epicentro en la zona marina del Golfo de California.

El sismo más reciente se registró el 19 de enero del 2018, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reportó un sismo con magnitud 6.3 localizado en las cercanías de Loreto, en el estado de Baja California Sur. El siniestro ocurrió a las 10:17 horas, fue sentido en Loreto y en otras localidades de los estados cercanos. El Sur del Golfo de California es una zona sismogénica. En promedio 181 sismos ocurren al año en esta zona entre magnitudes de 2.9 y 7.0, los de magnitudes menores son más frecuentes. La sismicidad en el Golfo de California se asocia con el sistema de fallas a lo largo del golfo y a transición de la margen sureste-este de la península de Baja California.

En cuanto a la hidrología subterránea podemos mencionar que el sitio del proyecto se asienta en una zona cuya unidad geohidrológica es de material NO consolidado con posibilidades bajas de formar acuífero, sin embargo hay que anotar que en realidad el suelo es litosol y el subsuelo en realidad es una mezcla de granito y granodiorita, se encuentra justo en el comienzo de la zona de granodiorita de manera que en realidad el subsuelo es más consolidado de lo que dice la carta de aguas subterráneas.

La vegetación de este proyecto presenta particularidades, por un lado tiene características de vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule, lo que por sí misma la hace de menor diversidad, además de que se encuentra dentro de la zona considerada como asentamientos humanos en la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI.

La otra particularidad es que este predio anteriormente ya había sido desmontado, además de que tuvo movimiento de tierras, esto se nota totalmente en la topografía del predio, y en la composición y tallas de la vegetación, que presenta menos especies que otros sitios, además de presentar cardones, torotes colorados y lomboy pequeños, sobre todo llaman la atención los cardones de menos de medio metro de alto, lo que indica que han crecido recientemente, por lo menos en las últimas 3 décadas.

El predio actualmente se manifiesta como un lote baldío, en el sentido de que presenta áreas afectadas, tiraderos de basura, movimientos de tierra antiguos y poca fauna.

Se encuentra totalmente comunicado mediante la Vía de Lerry, a la que se llega desde múltiples rutas por toda la ciudad, de manera que tiene acceso muy adecuado.

Del lado norte se ubica un edificio de departamentos, por lo que es imprescindible que durante las actividades de construcción se coloquen lonas protectoras de polvo y ruido, para no emitir impactos con polvo y ruido a los vecinos.

## XII.2 *Descripción y análisis del escenario con proyecto*

La descripción de este escenario se realizará tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente, sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en el sistema ambiental. En este apartado no se incluyen las medidas de mitigación.

El aspecto más importante del escenario con el proyecto en ejecución es el desmonte del sitio y la remoción de la vegetación para su desarrollo. Y aunque no se incluyen las medidas de mitigación aquí, es posible describir cómo la inserción de este proyecto puede mejorar algunos aspectos ambientales, en detrimento de otros.

De acuerdo con los datos recabados en este trabajo, se verán afectados algunos de los servicios ambientales como la ocupación humana del suelo, la disminución de la captura de agua en zonas construidas, la disminución de la captura de $CO_2$ por la remoción de la vegetación durante el desmonte, la obstrucción del paisaje por la vivienda y la afectación a la biodiversidad por el ahuyentar la fauna y por el desmonte.

Respecto del suelo y su ocupación así como su capacidad para erosionarse, se hicieron los cálculos respectivos para determinar la pérdida del suelo, y los resultados indican que actualmente el sitio del proyecto presenta una pérdida de suelo de 6.3352 ton/año, mientras que con el proyecto desarrollado, dicha pérdida se reduciría casi a cero, puesto que con superficies sustentadas por canchas de pádel e instalaciones, el suelo tiende mucho más a conservarse en su lugar, sin embargo para poder comparar de una manera más justa, diremos que en realidad se pierde más suelo, únicamente con el desmonte, dejando el suelo desnudo (**situación que no ocurrirá en ningún escenario posible en este proyecto**) la erosión aumenta hasta **25.3410** ton/año, es decir, que **aumentaría en 19.0057 ton/año**, si se dejaran las superficies expuestas, con desmonte y sin movimientos de tierra.

En la realidad este proyecto plantea la modificación del terreno al mínimo, las superficies de las canchas y estructuras como el restaurante bar y demás instalaciones y zonas con vegetación

ornamental, mucha de ella proveniente del rescate. Únicamente habrá movimientos de tierra para la introducción de cimientos y la introducción de algunos aljibes para almacenamiento de agua.

Entonces, la implementación del proyecto implicará que: uno de los factores, específicamente el de uso de suelo y/o vegetación pasará a ser uso habitacional (aunque es un club deportivo, se le considera habitacional H2), por lo tanto, su valor en el Factor C se convertirá en 0.8 por lo máximo, ya que realmente aunque no hay vegetación, hay estructuras, aunque hay también unos 2,509.263 $m^2$ de vegetación reubicada o de áreas verdes. Lo anterior conlleva que a su vez la pérdida de suelo por erosión hídrica con el desarrollo del proyecto en estas superficies se convierta en valor menor al actual.

Respecto de la captura del agua, se hicieron las estimaciones de la misma en el sitio del proyecto, resultando en que actualmente existe una captura de agua de 830.3532635 $m^3$/año, en tanto que con la inserción del proyecto en cuestión, el agua que se captura será de 796.3308914$m^3$/año, se pierde **34.02237204 $m^3$/año (escenario 0, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte),** y una vez ejecutado el proyecto e implementadas las medidas de mitigación que más que nada consisten en las áreas verdes como superficie de reubicación (**escenario 2, captura de agua sin proyecto menos la captura de agua una vez implementado el proyecto**) tendremos una captura de agua en ganancia de **83.60404074 $m^3$/año, pero recordemos que el agua que cae se va hacia los canales de escurrimientos pluviales naturales del proyecto, de manera que el agua sigue incidiendo en la cuenca. Es decir, con el proyecto incluyendo áreas verdes, el agua que se captura es mayor en 83.60404074 $m^3$, con áreas de reubicación y áreas permeables, el agua capturada ahora aumenta, pasa de 408.0896416 $m^3$ a 491.6936824 $m^3$, o sea un aumento de 83.60404074 $m^3$ en vez de tener una pérdida de 34.02237204 $m^3$**; como podemos ver aún hay una ganancia de 49.5816687 $m^3$, de manera que si el proyecto usa el agua de lluvia podría compensar esta pequeña pérdida en el primer año.

CXX Captura de agua estimada dentro de la superficie solicitada para CUSTF, en los escenarios.

| Captura de agua ($m^3$/ha) | Solicitada actual, 0.985400 ha | Área permeable actual, 0.4842897 hectáreas | Área de reubicación una vez aplicadas las medidas | Ganancia ambiental de agua |
|---|---|---|---|---|
| 842.6560417 | 830.3532635 | 408.0896416 | 491.6936824 | 83.60404074 |

Socialmente hablando, este proyecto trae consigo fuentes de empleo, y la inserción de un proyecto de actividades deportivas únicas, con características muy importantes para la región como la protección de la fauna y flora local, la educación ambiental para los visitantes, la oportunidad de usar instalaciones deportivas en área urbana de Cabo San Lucas.

Hay que añadir que se generarán 15 a 20 empleos permanentes durante la fase de operación y mantenimiento de este proyecto.

## XII.3 *DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN*

Las medidas de mitigación propuestas, a realizarse en el desarrollo de las actividades de preparación del sito, desmonte y despalme e incluso construcción de instalaciones y operación, permitirán reducir al máximo los impactos sobre el ambiente, como su nombre lo indica el uso de suelo dejará de ser forestal para ser destinado a uso habitacional H2 de bajo impacto.

Algunos de los criterios más relevantes, a considerar en la proyección de un pronóstico del escenario, son:

- El sitio, como todos los demás evaluados para el desarrollo del proyecto, implican en mayor medida un impacto al medio natural.
- El sitio presenta una política muy clara de uso habitacional, ya que pertenece a una comunidad urbana H2.
- Actualmente la presión antropogénica del lugar es muy baja
- El sitio del proyecto se localiza cerca del centro de Cabo San Lucas
- El Proyecto incluye medidas para la protección de la biota silvestre, del entorno natural y la generación de empleos permanentes y mejora en la calidad de vida local así como su educación ambiental.

A partir de la evaluación integral realizada con los diferentes métodos expuestos anteriormente, se ratifica que la etapa de preparación del sitio y desarrollo del proyecto en su cambio de uso del suelo, es la fase donde se observan los mayores impactos ambientales de carácter adverso, ya que las obras desde la preparación del sitio hasta el desmonte y despalme, conllevan efectos negativos, que podrán impactar al aire, agua, suelo y a la flora y fauna presente en los sitios de proyecto. Sin embargo, se señala que los impactos no son altamente significativos, no comprometen un ecosistema natural demasiado especial o raro ya que se encuentra en área de asentamientos humanos, o alguna área natural protegida de carácter federal o estatal. Esto es consecuencia de que estos impactos son temporales, en el caso de la generación de polvo y ruido durante las fases de preparación del sitio y construcción, y son muy puntuales, es decir abarcan una superficie muy reducida, aunado a que la afectación social es casi nula pues los otros asentamientos humanos en las cercanías consisten en viviendas unifamiliares casi de las mismas características, con áreas verdes, conservación de superficie sin desmonte y cuidado del agua.

Se observan impactos negativos hacia la calidad del aire, que pueden ser mitigados con programas de mantenimiento de vehículos y uso obligado de verificación vehicular; la emisión o levantamiento de polvos es mitigable mayormente; los fenómenos erosivos hacia el suelo son adversos y pueden ser mitigados; el desarrollo de prácticas de conservación en las zonas así clasificadas permitirán mejorar la estructura de la masa y mantener las funciones ambientales, asimismo, la fauna que pudiera ser perturbada, se prevé se refugie en estas zonas; y la generación de residuos sólidos, será impactante, sin ser altamente significativo su valor, correspondiendo a un impacto temporal, acumulativo, no significativo y controlable.

La generación de ruido y polvo, aunque adversa, en la etapa de operación del proyecto, se considera que no afectará la calidad de vida de la población siempre que se instalen lonas o muros protectores de ruido y polvo durante la construcción, pero en el uso y mantenimiento es un proyecto con muy poco impacto negativo al estar las canchas en áreas abiertas sin obstaculizar la vista.

Los impactos convencionalmente positivos en la etapa de cambio de uso del suelo y operación, serán los aspectos socioeconómicos, que propician el flujo de demanda de empleos y servicios diversos para el desarrollo de las estas actividades, beneficiando a la población, cadenas de insumos, servicios y materiales. El fin mismo del proyecto, con implicaciones significativamente benéficas hacia la sociedad, la Federación, el Estado y el Municipio, por la continuidad e incremento en la generación de empleos, por la contratación de bienes y servicios varios, por el incremento en el pago de impuestos.

Así que es posible esperar un escenario ambiental en el que la magnitud de los impactos sea relativamente poco significativa, considerando el sistema ambiental del que forma parte el área, tanto por la mínima superficie destinada a las obras y actividades a desarrollar, como las medidas preventivas, de mitigación y compensación, diseñadas para los impactos a generarse sobre cada uno de los factores ambientales de los sitios del proyecto.

La pérdida de captura de agua, que es de 34.02237204 $m^3$/año (escenario 1, captura de agua sin proyecto menos la captura del agua con desmonte), se compensa bastante bien con las áreas de reubicación, en la que la captura de agua aumenta en 83.60404074 $m^3$, que aunque no alcanza los 29.2302644, si es necesario dejar claro que estos cálculos son considerando 2,509.263 $m^2$ de

superficie de reubicación, por lo que se considera que se mitiga bien el agua que deja de ser capturada.

La pérdida de captura del carbono mediante la vegetación existente es de 37.954 m3, de manera que las medidas de mitigación deberán permitir que se siga capturando ese carbono después del desarrollo del proyecto, sobre todo la aplicación del rescate de flora y la reforestación de las zonas de alrededor de la vivienda. Se menciona que se dejan 2,509.263 $m^2$ para reubicación, con destino para vegetación ornamental, por lo que el carbono perdido realmente no es de esa magnitud.

La medida más importante para mitigar la pérdida de biodiversidad, la captura de carbono, la retención de agua, la protección de flora y fauna, es la aplicación del plan de rescate de flora y fauna. Mediante el rescate de los ejemplares de especies más importantes en cuanto a tamaño, importancia biológica y diversidad, se asegura también la protección de los nichos ecológicos existentes, la creación de espacios para madrigueras, el sustrato alimenticio de muchas especies herbívoras y sus lugares de anidación, reproducción y alimentación.

Los sitios designados para el rescate de la flora son escogidos de manera que se aumente la vegetación en lugares en los que ésta es escasa o en donde existe el espacio necesario, para no sobrepasar la capacidad de carga del suelo.

Las especies elegidas para rescate son principalmente las cactáceas en la forma de las chollas, cardones, pitahayas agrias y aquellas que son susceptibles de dar sustento y nutrientes al suelo, como algunas leguminosas, así como aquellas que tardan mucho en crecer y que aportan a la fisionomía de la asociación vegetal como el torote colorado, lomboy, el copal etc.

De cualquier forma, a continuación se señalan algunas medidas para proteger las superficies aledañas a las solicitadas para CUSTF, contra posibles riesgos de degradación o desertificación:

**Se pretende respetar como área verde una superficie de 2,509.263 $m^2$, 0.2509263 ha, que a la vez servirá como parte del área de reubicación final de las especies de flora silvestre que se rescaten y reubiquen.**

## XII.4 *PRONÓSTICO AMBIENTAL*

En el **MEDIO SOCIOECONÓMICO** es donde se agrupan o inciden el mayor número de impactos benéficos con significancia alta, en donde la actividad deportiva inciden sobre la **economía local** en una comunidad urbana dentro de la ciudad de Cabo San Lucas.

El pronóstico indica un proyecto ambientalmente compatible si se cumple con las medidas establecidas por las autoridades competentes en los documentos legales. Como se ha mencionado, este predio actualmente se encuentra sin fauna, y la vegetación está formada por unos pocos individuos de 17 especies, por lo que no hay afectación a la fauna y aquellos ejemplares de plantas afectadas por la construcción de este proyecto pueden ser reubicados en buen porcentaje sin ningún problema.

Este proyecto permite que el crecimiento poblacional sea ordenado, que los servicios sean planeados y se asegura de que existan áreas verdes, un uso adecuado del agua, de manera que se mantenga como un sitio seguro con un ambiente agradable para vivir, que finalmente es lo que todo ser humano busca. Este proyecto se ubica en una comunidad urbana, conocida como Lomas del Cabo, y el proyecto tiene las características adecuadas para esta comunidad.

Este sitio se presenta con vegetación en malas condiciones y de tallas muy bajas, y se localiza en terreno con pendiente y suelo muy rocoso, por lo que se tienen que realizar pocas nivelaciones para

dar sustento a las canchas e instalaciones. Es necesario mencionar que no se pretende la afectación a la hidrología superficial del sitio, no hay escorrentías en el predio y no hay erosión aparente.

El área en estudio tiene una superficie total de 9,854.00 $m^2$**,** ubicada dentro de un sistema regional con características de lomerío delimitado al oeste por asentamientos humanos, la Vía de Lerry, así como lomeríos rocosos y tendidos al sur y edificación de departamentos al norte.

El área de estudio se encuentra totalmente inserta en la zona de asentamientos humanos de Cabo San Lucas y se cuenta con Dictamen Técnico Favorable de uso del suelo, para este lote 10 de la manzana X, del Fraccionamiento Lomas del Cabo, con superficie de 9,854.00 m2, para un uso del suelo Habitacional H2, mediante Oficio SEPUIMM.OS.1229.2025, del 22 de agosto de 2025, otorgado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Baja California Sur.

Particularmente en el sitio del proyecto la construcción de un espacio con uso habitacional H2 y sus áreas verdes traerá consigo una estabilización del terreno con nivelaciones y rellenos, además de una estabilización con el aumento de la vegetación tanto ornamental como funcional, y un incremento en la humedad, proveniente de las irrigaciones a las áreas verdes.

## XII.5 *PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL*

El programa de Manejo Ambiental tiene como función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas de mitigación planteadas para cada uno de los factores ambientales, a fin de minimizar o atenuar los impactos que generó el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

El objetivo de este programa es establecer los procedimientos de supervisión y evaluación del desarrollo de las medidas de mitigación, a fin de que éstas se realicen en tiempo y forma, de tal manera que los impactos que generó el desarrollo del proyecto puedan ser minimizados o atenuados y evitar la generación de impactos sinérgicos.

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se propone un conjunto de medidas y acciones que aportan a la ejecución del proyecto los elementos de control y seguimiento necesarios para garantizar su compatibilidad con los principios éticos y legales de protección al medio ambiente y los recursos naturales, consignados tanto en la legislación ambiental, como en los ordenamientos jurídicos e instrumentos de planeación, que permitan sustentar la factibilidad del cambio de uso de suelo propuesto por la ejecución del proyecto.

Asimismo, tal y como se demostró el proyecto puede ocasionar impactos ambientales, razón por la cual las medidas propuestas atienden a acciones que el titular deberá implementar para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como para prevenir y mitigarlos, de tal manera que, en todo momento, el proyecto se ajuste a lo establecido en el artículo 30 de la LGEEPA, que en su primer párrafo señala: Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Por lo tanto, bajo una perspectiva integral, se propone que el propietario atienda los efectos negativos al ambiente bajo los siguientes objetivos centrales:

- Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación;

- Minimizar las afectaciones al ambiente;
- Proporcionar información para identificar inmediatamente cuando un impacto determinado se acerca a niveles críticos; y
- Realizar las actividades correctivas cuando no se obtengan los resultados esperados al aplicar las medidas de prevención y mitigación de los impactos.

En el programa, un factor importante en la evaluación de los resultados y el análisis de estos impactos, es que nos mostrarán la efectividad de las medidas realizadas. El seguimiento y evaluación del presente programa será a corto y mediano plazo cuando los factores ambientales muestren una recuperación o desaparezca el impacto, materializando el objetivo medular de la evaluación de impacto ambiental, a la que el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) lo definen como un carácter estrictamente preventivo.

Como medio de control de este programa se requiere de mecanismos de la vigilancia ambiental que esté acorde con la información contemplada en el documento técnico unificado mostrándose en la siguiente tabla:

| ACTIVIDAD | ETAPA | FRECUENCIA DE LA VIGILANCIA |
|---|---|---|
| Protección a la fauna | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Diaria |
| Conteo de individuos del estrato arbóreo a derribar | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Variable |
| Desmonte de la vegetación | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Variable |
| Recuperación de sitio | Término de obras | Una sola vez |
| Evitar el uso de químicos y fuego para el desmonte | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Diaria |
| Instalar letrinas móviles | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Diaria |
| Colocar tambos para depósito de residuos | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Diaria |
| Cubrir camiones con lona | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Diaria |
| Verificar vehículos | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Cada 6 meses |
| Prohibir la colecta, caza o captura, comercialización y consumo de flora y fauna | Preparación del sitio-cambio del uso del suelo | Durante todas las etapas del proyecto |
| Capacitación al personal en materia de medio ambiente | Desde inicio de obra | Una sola vez |
| Programa de rescate de flora y fauna | Preparación del sitio | Durante toda la etapa de preparación del sitio |

Es muy importante la integración de un programa de monitoreo que permita garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestos por el mismo proyecto, así como de las condicionantes que se determinen para su ejecución.

El objetivo de un buen programa de vigilancia ambiental es tener una estructura de planeación y ejecución que permita asegurar la protección ambiental y el desarrollo de todas las actividades en forma ordenada, para garantizar la adecuada ejecución de los trabajos y el cumplimiento de todas las medidas de mitigación y condicionantes ambiéntales establecidas.

Otro objetivo importante deberá ser el conformar un instrumento operativo que dé seguimiento durante todas las fases del proyecto, que sirva de guía para integrar y facilitar la supervisión y evaluación de los trabajos en relación a los efectos al medio ambiente que pudieran generarse durante su desarrollo.

Para maximizar los alcances de este programa, deberá integrarse un equipo especializado de supervisión ambiental que será responsable de coordinar las acciones, actividades y verificar la correcta aplicación, cumplimiento y evaluación de las medidas de prevención y mitigación y las condicionantes establecidas por la autoridad federal.

El programa debe ser aplicado en cada una de las etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

Para su desarrollo se elaborará el programa calendarizado de condicionantes y medidas de mitigación y se dará a conocer a los responsables de cada una de las áreas en los que se divida el trabajo constructivo.

Se integrará un directorio de todas las autoridades ambientales municipales, estatales y federales que tengan relación con el desarrollo de los trabajos.

Se señalarán las técnicas de muestreo, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, así como los puntos de muestreo para el caso de algunos parámetros y la frecuencia con la que se realizarán las determinaciones, los equipos y materiales a emplear.

Se integrará una base de datos que tenga relación con los estudios previos desarrollados antes de la obra, la documentación legal del proyecto, así como la que reúna el grupo de supervisión ambiental antes y durante el desarrollo de la supervisión ambiental.

Con la aplicación del programa de monitoreo, se identificarán y describirán los cambios que pudieran presentarse en los componentes ambientales vigilados, debido a las actividades que involucran las etapas del proyecto.

Los informes que deriven de la aplicación del Programa de Monitoreo Ambiental permanente serán acompañados de una memoria fotográfica de las actividades propias de la realización del programa y serán presentados a las autoridades correspondientes.

Los lineamientos generales sobre los que trabajará el equipo de supervisión ambiental son los siguientes:

- Se establecerá un amplio contacto con los responsables del área, estableciendo reuniones de trabajo cada mes en los cuales se considerará como punto de partida el avance de las actividades con respecto del programa calendarizado.
- Se elaborarán cursos de capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como de las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.
- Se diseñará un Reglamento de Protección Ambiental que defina las obligaciones del constructor y del personal en relación a la protección de los ecosistemas. Este reglamento incluirá los rubros:

  - Disposiciones generales
  - Aguas residuales
  - Residuos sólidos
  - Contaminantes a la atmosfera
  - Protección de flora y fauna silvestre
  - Sanciones

- Se generará un procedimiento ambiental para la vigilancia que incluya la elaboración de memorandos, circulares y oficios que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión ambiental efectuada.
- Se presentarán informes a las autoridades ambientales municipales, estatales y federales conforme lo requieran.

De esta manera el programa de monitoreo ambiental pretende ajustarse a los índices e indicadores para el seguimiento de las medidas de mitigación.

La técnica propuesta de medición es con base en la identificación de las variables ambientales que permitan realizar adecuadamente informes del programa de monitoreo de cada una de las acciones del proyecto. De esta manera desde hace tiempo se está aplicando el uso de ciertos factores o parámetros ambientales, los cuales tienen como característica presentar un intervalo de comportamientos en función de sus propiedades intrínsecas o en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas.

Estos factores y parámetros ambientales son conocidos con el nombre de indicadores ambientales y sus análisis conjuntos se denominan Índices Ambientales. Diversos organismos e instituciones ambientales han utilizado los indicadores ambientales con varios propósitos, entre ellos el monitoreo del estado del medio ambiente con relación a los desarrollos.

El sistema ambiental regional del área de estudio está compuesto por tres componentes, que a su vez se subdividen en subcomponentes:

Cuenca afectada, componente biótico y abiótico

- Clima
- Geología y geomorfología
- Suelo
- Hidrología superficial
- Vegetación
- Fauna

Paisaje

- Paisaje natural

Componente socioeconómico

- Características de la población
- Servicios
- Núcleos poblacionales

Las características o condiciones de los subcomponentes son los indicadores ambientales que se pueden considerar a medirse, ya sea cualitativamente o cuantitativamente.

Con base en las medidas y las disposiciones establecidas en los insumos de planeación estatales y municipales, se establecen una serie de Programas de Monitoreo, los cuales se llevarán a cabo desde el inicio del proyecto y durante el desarrollo del mismo.

## XII.6 *SEGUIMIENTO Y CONTROL*

Como parte del programa se incluirá una estrategia de seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuyo fin sea asegurar el cumplimiento de las medidas correctivas y de mitigación indicadas en el mismo.

Se considera conveniente monitorear los cambios a componentes sensibles, y los posibles impactos ambientales más importantes aquí considerados a través del monitoreo de aquellas actividades que así lo tienen ya establecido.

Los objetivos globales ambientales del Programa de Monitoreo Ambiental en el proyecto aquí propuesto son los siguientes:

- Vigilar la evolución de la calidad ambiental de la zona de influencia del proyecto, evaluando la efectividad de las medidas de mitigación aquí propuestas e identificando oportunamente los posibles impactos ambientales no previstos en ella en las diferentes etapas de implementación del proyecto.
- Proporcionar a los tomadores de decisiones, elementos de información que les permita, si es el caso, reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen los impactos ambientales para asegurar la conservación de los ecosistemas, de los bienes y servicios que proporcionan y la sostenibilidad del proyecto.

Los principales objetivos y acciones de cada medida prevista para mitigar los impactos ambientales, serán descritos enseguida.

Monitoreo de Vegetación

Vigilar la salud y calidad ambiental de los sitios, particularmente las áreas aledañas a aquellas que serán intervenidas.

Identificar cambios críticos en la estructura y funcionamiento en los sitios para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de minimización de impactos ambientales no previstos.

Evaluar los efectos ambientales del desarrollo en los diferentes tipos de vegetación y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación.

Monitoreo de Suelo

Evaluar los efectos ambientales del proyecto sobre los recursos edáficos del predio y su zona de influencia para definir estrategias de mitigación.

Monitoreo de Fauna

Evaluar los efectos ambientales del proyecto sobre los recursos faunísticos del terreno y su zona de influencia para definir estrategias de mitigación.

Monitoreo de la Calidad del Agua

Aplicar medidas de mitigación ante cambios no previstos en la calidad del agua que pongan en riesgo el equilibrio de recurso agua en el marco de los usos que puedan ser autorizados por la autoridad competente.

Difusión Ambiental

Promover la sensibilización, reflexión y concientización al personal encargado de las diferentes actividades, preparación del terreno, desmonte, despalme, etc., sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el terreno y su zona de influencia.

Capacitar al personal contratado sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al proyecto.

Informar al personal del proyecto sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de su fuerza laboral.

Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio.

Prevención y Manejo de Contingencias

Ante la eventualidad que pudieran generarse situaciones de riesgo involuntarias o accidentales que pongan en riesgo al personal durante el proceso de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, es pertinente considerar la atención a contingencias ambientales.

El objetivo básico de la prevención y manejo de contingencias es:

- Aplicar el procedimiento para la prevención y atención a contingencias ocasionadas por movimientos geológicos, derrames de productos químicos al suelo y agua, entre otros.

Las principales acciones a aplicar son:

- Sistema de comunicación interna para notificar alertas.
- Identificación de sitios de riesgo en el predio.
- Extintores acordes al tipo de cada edificación y materiales con los que están construidos.
- Control sobre la disposición, manejo y señalamiento de sustancias y materiales inflamables.
- Reglamento de Control Ambiental, incluyendo tanto un manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales como las estrategias a seguir en caso de sismos.

Monitoreo y Seguimiento

El monitoreo y seguimiento está orientado a vigilar que los resultados obtenidos por la implementación de las acciones para restaurar el sitio del proyecto, sean los esperados o, de lo contrario, proceder a la realización de acciones correctivas. También incluirá, entre otras, las siguientes acciones:

- Monitoreo de la erosión del suelo y su mantenimiento.
- Monitoreo de las actividades de restauración.
- Monitoreo de la presencia o ausencia de derrames de productos químicos (aceites y lubricantes).
- Monitoreo de la calidad del agua.
- Reporte de las actividades de monitoreo y mantenimiento.

En cuanto a los trabajos a realizar en el predio se considera un plan de monitoreo semestral que permita verificar de manera sistemática el mejoramiento gradual de la calidad del predio y el control de sus niveles en el sistema y asimismo generar propuestas relacionadas de manejo y control de la contaminación, así como la supervisión de que los trabajos se estén llevando a cabo correctamente.

Un plan de monitoreo anual que permita verificar de manera sistemática, la recuperación gradual de las especies y comunidades principales de flora y fauna nativos de los ecosistemas por efecto del trabajo de restauración.

Se identificarán y realizarán los estudios demostrativos identificados como indispensables para la protección, rescate, restablecimiento o manejo de flora y fauna del predio, para lo cual los parámetros de medición son de presencia o ausencia, conforme se establece en la manifestación de impacto ambiental presente.

Sus resultados a corto plazo deberán definir poblaciones y especies indicadoras o diagnósticos y estrategias inmediatas para protección de la variabilidad en el predio.

Las técnicas de medición se realizarán por personal capacitado, se contará con un diseño de muestreo confiable y será integral; el monitoreo también será corresponsable por parte del trabajo del personal

encargado de la ejecución y seguimiento del cambio de uso del suelo, con la promoción de un monitoreo civil usando el conocimiento de la gente con su debida capacitación para extraer la información de campo y vigilar un buen desarrollo de las actividades forestales.

# XIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## XIII.1 *PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN*

### XIII.1.1 Cartografía

Se presenta la cartografía a las escalas adecuadas tal como se indica en este estudio.

### XIII.1.2 Otros anexos

Se presentan las memorias de los cálculos realizados para este trabajo en formato Excel.

Se presenta a continuación en forma de anexo el programa de rescate de flora silvestre a aplicar en este proyecto.

# XIV PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE

## XIV.1 *OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE*

Una de las medidas de mitigación de impactos directos sobre la flora silvestre lo representan las actividades de rescate y reubicación de individuos que de una u otra forma tienen alguna importancia de ámbito ecológico local y tradicional. Destacando aquellas especies que están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o bien de variedades de estas especies que aunque sin estar incluidas puedan significar valorarlas para conservarlas.

- El objetivo general es mitigar los efectos negativos en los recursos naturales y conservar la diversidad de especies de interés para trasplantarlas en áreas en donde se podrán proporcionar los cuidados adecuados para su sobrevivencia.
- El objetivo específico, es la definición de las actividades que se llevarán a cabo para la recuperación de flora silvestre, para con ello dar debido cumplimiento a una condicionante ambiental y forestal federal.

Se propone el rescate de ejemplares preferentemente individuos jóvenes de tallas menores a 2.0 metros de altura.

## XIV.2 *METAS Y PROPUESTAS DE RESCATE*

La conformación vegetal del sitio representa un área clasificada como *asentamientos humanos*, aunque cuenta con especies típicas de vegetación relacionada con vegetación secundaria arbustiva de Matorral Sarcocaule con presencia de especies dominantes como el lomboy, cardón, Copal, torote colorado y chollas, etc., los cuales conforman el estrato aéreo dominante, en contraparte hay poca cobertura en el estrato bajo, adicionalmente que la presencia de cactáceas no es muy abundante en comparación con otros sitios.

En tal sentido las especies involucradas en esta propuesta de rescate se resumen a las indicadas en el cuadro que se incluye más adelante, con el compromiso de extraer (y salvar) algunos ejemplares de las especies consideradas para la restauración de suelos degradados y que cuentan con especial interés.

Como actividades complementarias al rescate se propiciarán las siguientes:

- Se delimitará perfectamente la superficie autorizada en el CUSTF, medida que tiene carácter preventivo y de mitigación para evitar impactos en áreas aledañas no autorizadas.
- No se permitirá la apropiación de flora silvestre.
- Se llevará a cabo un seguimiento para aplicar los cuidados y actividades necesarias para garantizar la sobrevivencia del material vegetal extraído, de tal manera que sea efectiva la recuperación y la conservación de la biodiversidad.

En la tabla siguiente, se muestran la especie vegetal presente dentro de la superficie solicitada para el CUSTF y susceptible a rescate y reubicación.

CXXI Especies y número de individuos susceptibles a rescate y reubicación en la superficie a desmontar y solicitada.

| **Nombre Común** | **Nombre Científico** | **Individuos contabilizados en superficie solicitada (0.985400 ha.)** | % a rescatar | Rescate en superficie solicitada |
|---|---|---|---|---|
| Torote colorado | *Bursera microphylla* | 49.27 | 50 | 25 |
| Cardón | *Pachycereus pringlei* | 44.34 | 50 | 22 |
| Ciruelo | *Cyrtocarpa edulis* | 4.93 | 60 | 3 |
| Ejotón | *Pithecellobium confine* | 4.93 | 0 | 0 |
| Lomboy | *Jatropha cinerea* | 379.38 | 40 | 152 |
| Copal | *Bursera hindsiana* | 9.85 | 50 | 5 |
| Pitahaya agria | *Stenocereus gummosus* | 14.78 | 50 | 7 |
| Cholla | *Opuntia cholla* | 59.12 | 50 | 30 |
| Vara prieta | *Caesalpinia californica* | 34.49 | 0 | 0 |
| Rama prieta | *Indigofera fruticosa* | 34.49 | 0 | 0 |
| Amole | *Stegnosperma halimifolium* | 39.42 | 0 | 0 |
| Garebatillo | *Mimosa purpurascens* | 64.05 | 0 | 0 |
| Pimientilla | *Adelia brandegeei (A.* | 39.42 | 0 | 0 |
| Mariola | *Solanum hindsianum* | 59.12 | 0 | 0 |
| Damiana | *Turnera diffusa* | 54.20 | 30 | 16 |
| Palo colorado | *Colubrina californica* | 24.64 | 0 | 0 |
| Malva rosa | *Melochia tomentosa var.* | 103.47 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | | **1019.9** | | **260** |

En esta tabla se puede observar la cantidad de individuos a rescatar en la superficie solicitada de 0.985400 hectáreas o 9,854.00 $m^2$.

La propuesta de especies y cantidad de individuos a rescatar, se realizó con base en las siguientes consideraciones:

1.- De acuerdo con la estimación de densidades que se indican en el Documento Técnico Unificado (DTU), en el cual si bien se realizan muestreos y con base a éstos se deducen las posibilidades estimativas de encontrar cierto número de especies e individuos por unidad de superficie y en consecuencia en la superficie total por afectar en el desmonte; la realidad es que como la distribución de las especies no es homogénea, no se realiza una rodalización, de tal manera que se pueda definir unidades de superficies con iguales características físicas y biológica, en tal sentido los muestreos realizados, se realizaron de manera aleatoria por lo que los resultados obtenidos se encaminan más con el propósito de definir presencia de especies forestales; esto con sustento en que la vegetación no es importante desde el punto de vista comercial y no se cuantifican volúmenes forestales por obtener.

2.- La determinación de rescatar solo un determinado número de individuos de cada especie, tomando en cuenta la amplia experiencia con la que se cuenta en el rescate y reubicación de especies vegetales silvestres, obedece particularmente a las dimensiones en cuento a altura y cobertura que presentan los individuos vegetales dentro de la superficie que se autorizará para el CUSTF, ya que como se puede observar en el DTU, algunos sobrepasan los 2 metros de altura,

dificultando en gran medida su manipulación para su rescate y posterior reubicación, y con esto el aumento de las posibilidades de no sobrevivencia de dichos individuos.

3.- Además, la determinación de rescatar solo un determinado número de individuos de cada especie, obedece a que esta cantidad de plantas, bien mantenidas y cuidadas, garantizan la permanencia genética de las mismas.

# XIV.3 *METODOLOGÍA*

## XIV.3.1 Actividades previas a la extracción

Para ejecutar exitosamente este Programa de Rescate se recomienda la aplicación del procedimiento general siguiente:

Se identificarán y señalarán físicamente los límites del área de remoción de vegetación, mismos que deberán ser claramente identificables todo el tiempo para evitar afectar las plantas en los terrenos aledaños y que no cuentan con la autorización de CUSTF y por lo tanto que no están incluidos en el proyecto propuesto de remoción de vegetación.

Se realizarán recorridos sistemáticos zonales y por franjas, con el propósito de identificar, contabilizar y marcar las plantas de las especies involucradas en este programa de rescate.

Es importante mencionar que se tomarán las medidas para que los ejemplares de algunas especies no pasen inadvertidas ya que es frecuente que estas se desarrollen “al abrigo” o debajo de otras especies arbustivas, estableciéndose en la base de los tallos, por lo que generalmente cuando se ocupa gente sin experiencia de campo no se observan fácilmente, por lo que se debe tener especial atención para su detección.

En esta actividad participará un técnico u una brigada de campo.

- Es importante mencionar que la marca que se implante, deberá ser de tal manera que se identifique la orientación norte de la planta (utilizando cualquier señal visible, como un listón de color), con el propósito de que al trasplantarse el individuo se coloque con la misma orientación que tenía originalmente en campo.

### XIV.3.1.1 Proceso de extracción

La extracción de la especie involucrada en este programa de rescate se realizará utilizando el sistema de raíz desnuda. Bajo la experiencia adquirida en la ejecución de diversos Programas de Rescate de Flora silvestre, se puede asegurar que esta especies, permite con buenos resultados, que se extraigan y trasplanten bajo este sistema.

Se insiste en el cuidado para no golpear las plantas, puesto que su tejido es suculento y puede desgarrase con facilidad, causando daños que propician la entrada de hongos u otras enfermedades.

Las plantas y/o el material extraído de su hábitat natural no deberá quedar más de 24 horas a la intemperie, es recomendable que estas cactáceas no se expongan directamente a los rayos del sol (en caso estrictamente necesario pueden estar en campo, pero sin recibir de manera directa los rayos solares, deben permanecer bajo sombra).

- Una vez identificado el ejemplar por extraer, se procederá a realizar la excavación en la parte circular del tronco de la planta, dependiendo del tamaño de la planta será el distanciamiento desde el tronco y la profundidad de excavación, de tal manera que esta se extraiga con el mayor número de raíces posible.
- Inmediatamente después de extraída la planta las raíces deberán ser podadas, no se deben arrancar ni se deben destrozar, el corte debe ser limpio y cercano al tronco principal; se recomienda dejar cuando menos 50 cm. de longitud en individuos de tallas mayores, y en individuos de porte pequeño, mínimamente 10 cm.

Se insiste se deberán extremar los cuidados en esta labor para no dañar el sistema radicular.

### XIV.3.1.2 Proceso de traslado

**Movilización interna**

La manipulación de los ejemplares de cactáceas por contener espinas y ser de tejido suculento y blando, es difícil, por lo que muchas veces se llega a maltratar la planta.

Para obtener plantas de buena calidad fisiológica y estética, es necesario que se extremen mediadas para evitar afectaciones a las raíces y en general a la planta en su tejido.

- La movilización de plantas, desde el sitio de extracción al área de plantación, se realice tomando las medidas correspondientes para no lastimar las plantas, ya que en esta actividad que implica; arrime del sitio de extracción, carga, traslado y descarga y trasplante es donde se pueden llegar a propiciar daños de consideración a las plantas, razón por la que se aplicaran algunas medidas y aspectos que al final son de gran importancia para el éxito del programa.
- Para los ejemplares de tallas pequeñas, el levantamiento de las plantas se realizará en forma manual, utilizando guantes gruesos de piel o de carnaza y auxiliándose con cuerdas o instrumentos de material no cortante, de igual manera se aplicará esta acción en ejemplares de renuevo (tallas pequeñas).
- Para el traslado se utilizarán carretillas o cajas de cartón y/o madera (jabas) y de forma manual, en cualquier caso es recomendable que el piso se acondicione con acolchado con papel periódico o cartón.
- En caso necesario para los individuos de portes medianos y grandes, se auxiliará con equipo y/o herramientas adaptadas para la maniobra de levantamiento, carga y descarga debiendo observar medidas que eviten daños o golpes directos al tejido y sobre todo salvaguardar la raíz.

### XIV.3.1.3 Proceso de trasplante

Dado que se utilizará el sistema de raíz desnuda, una vez depositadas las plantas y el material vegetativo en el área o sitio definitivo de trasplante y considerando que las altas temperaturas o los rayos solares pueden causar daño en las raíces y en el tejido exterior de las cactáceas.

- Las plantas no permanecerán más de 2 días a la intemperie y menos aún expuestas directamente en áreas soleadas, por lo tanto, se trasplantarán entre el primer y segundo día después de extraídas.
- En caso estrictamente necesario que permanezcan más tiempo, debe acondicionarse un área sombreada. En caso contrario se pueden propiciar deshidratación severa de raíces y daño en las zonas de su tejido, lo que afectará severamente las plantas y pondrá en riesgo su sobrevivencia.

**Procedimiento**

El procedimiento general es mediante la apertura de huecos (cepas) de acuerdo al tamaño de la planta, del calibre del tronco y del sistema radicular.

- Se recomienda que la profundidad del trasplante para ejemplares de Cactáceas, sea de una cuarta parte de su tamaño, se deberá extremar cuidados para mantener las raíces en buena posición, es decir que no queden dobladas ni hacia arriba. Las otras especies deben quedar a la misma profundidad en la que estaban en su sitio original.
- Se procederá al trasplante que deberá ser entre el primer y segundo día después de la extracción y es mediante la colocación de la planta en la cepa y recubriendo con la misma tierra los espacios, el suelo utilizado debe de quedar con un nivel de compactación tal que soporte de manera vertical la planta y que no queden huecos (bolsas de aire) entre la tierra y la planta o raíces.

Para garantizar el “rebrotamiento” o “prendimiento” o mejor dicho la sobrevivencia de las plantas, se aplicarán productos con fitohormonas, aunque se han tenido experiencias que sin aplicación de estos se logra el prendimiento. Así mismo para prevenir entrada de patógenos, es recomendable prever la aplicación de fungicidas como el sulfato de cobre, captán, etc. sobre todo en caso de que las plantas presenten heridas o rasgaduras por efectos de la extracción y traslado.

## XIV.3.1.4 Áreas de reubicación de la vegetación rescatada

Como se mencionó en numeral anterior del DTU, la vegetación rescatada será reubicada en un sitio designado específicamente con la intención de reforestar dichas áreas y propiciar el aumento o ganancia de los recursos o servicios ambientales que se verían afectados por el CUSTF, con la finalidad de contrarrestar dichas afectaciones o minimizarlas. La superficie es de 2,509.263 $m^2$, para los cálculos para dar elasticidad a elegir la superficie de acuerdo con el terreno y características de las plantas a reubicar. Los polígonos de la superficie de reubicación y sus coordenadas son las siguientes.

CXXII Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 1.

| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 609746.907 | 2531330.672 | 24 | 609752.041 | 2531322.254 |
| 2 | 609746.976 | 2531330.813 | 25 | 609751.972 | 2531322.114 |
| 3 | 609747.067 | 2531330.941 | 26 | 609751.881 | 2531321.986 |
| 4 | 609747.177 | 2531331.053 | 27 | 609751.771 | 2531321.874 |
| 5 | 609747.303 | 2531331.146 | 28 | 609751.645 | 2531321.780 |
| 6 | 609747.442 | 2531331.219 | 29 | 609751.506 | 2531321.707 |
| 7 | 609747.590 | 2531331.269 | 30 | 609751.357 | 2531321.657 |
| 8 | 609747.745 | 2531331.296 | 31 | 609751.203 | 2531321.631 |
| 9 | 609747.902 | 2531331.297 | 32 | 609751.046 | 2531321.629 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 609748.057 | 2531331.274 | 33 | 609750.891 | 2531321.652 |
| 11 | 609748.207 | 2531331.228 | 34 | 609750.741 | 2531321.699 |
| 12 | 609753.683 | 2531329.030 | 35 | 609745.265 | 2531323.896 |
| 13 | 609753.683 | 2531329.030 | 36 | 609745.265 | 2531323.896 |
| 14 | 609753.838 | 2531328.952 | 37 | 609745.110 | 2531323.975 |
| 15 | 609753.978 | 2531328.847 | 38 | 609744.970 | 2531324.079 |
| 16 | 609754.097 | 2531328.720 | 39 | 609744.851 | 2531324.206 |
| 17 | 609754.192 | 2531328.574 | 40 | 609744.756 | 2531324.352 |
| 18 | 609754.261 | 2531328.414 | 41 | 609744.687 | 2531324.513 |
| 19 | 609754.300 | 2531328.244 | 42 | 609744.648 | 2531324.682 |
| 20 | 609754.310 | 2531328.070 | 43 | 609744.638 | 2531324.856 |
| 21 | 609754.289 | 2531327.897 | 44 | 609744.659 | 2531325.030 |
| 22 | 609754.238 | 2531327.730 | 45 | 609744.709 | 2531325.196 |
| 23 | 609752.041 | 2531322.254 | 46 | 609746.907 | 2531330.672 |

CXXIII Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 2.

| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 609755.079 | 2531327.393 | 23 | 609792.005 | 2531306.218 |
| 2 | 609755.148 | 2531327.533 | 24 | 609791.936 | 2531306.078 |
| 3 | 609755.239 | 2531327.661 | 25 | 609791.845 | 2531305.950 |
| 4 | 609755.349 | 2531327.774 | 26 | 609791.735 | 2531305.837 |
| 5 | 609755.475 | 2531327.867 | 27 | 609791.609 | 2531305.744 |
| 6 | 609755.614 | 2531327.940 | 28 | 609791.470 | 2531305.671 |
| 7 | 609755.762 | 2531327.990 | 29 | 609791.321 | 2531305.621 |
| 8 | 609755.917 | 2531328.016 | 30 | 609791.167 | 2531305.595 |
| 9 | 609756.074 | 2531328.018 | 31 | 609791.010 | 2531305.593 |
| 10 | 609756.229 | 2531327.995 | 32 | 609790.855 | 2531305.616 |
| 11 | 609756.379 | 2531327.949 | 33 | 609790.705 | 2531305.663 |
| 12 | 609793.647 | 2531312.994 | 34 | 609753.437 | 2531320.617 |
| 13 | 609793.787 | 2531312.925 | 35 | 609753.282 | 2531320.696 |
| 14 | 609793.915 | 2531312.834 | 36 | 609753.142 | 2531320.800 |
| 15 | 609794.028 | 2531312.724 | 37 | 609753.023 | 2531320.927 |
| 16 | 609794.121 | 2531312.598 | 38 | 609752.928 | 2531321.073 |
| 17 | 609794.194 | 2531312.459 | 39 | 609752.859 | 2531321.234 |
| 18 | 609794.244 | 2531312.310 | 40 | 609752.819 | 2531321.403 |
| 19 | 609794.270 | 2531312.156 | 41 | 609752.810 | 2531321.577 |
| 20 | 609794.272 | 2531311.999 | 42 | 609752.831 | 2531321.750 |
| 21 | 609794.249 | 2531311.844 | 43 | 609752.881 | 2531321.917 |
| 22 | 609794.203 | 2531311.694 | 44 | 609755.079 | 2531327.393 |

CXXIV Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 3.

| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 609787.258 | 2531336.494 | 22 | 609795.160 | 2531314.711 |
| 2 | 609787.337 | 2531336.650 | 23 | 609795.055 | 2531314.571 |
| 3 | 609787.442 | 2531336.789 | 24 | 609794.928 | 2531314.452 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 609787.569 | 2531336.908 | 25 | 609794.782 | 2531314.357 |
| 5 | 609787.715 | 2531337.004 | 26 | 609794.622 | 2531314.288 |
| 6 | 609787.875 | 2531337.072 | 27 | 609794.452 | 2531314.249 |
| 7 | 609788.045 | 2531337.112 | 28 | 609794.278 | 2531314.239 |
| 8 | 609788.219 | 2531337.121 | 29 | 609794.105 | 2531314.260 |
| 9 | 609788.392 | 2531337.101 | 30 | 609793.938 | 2531314.311 |
| 10 | 609788.559 | 2531337.050 | 31 | 609781.446 | 2531319.323 |
| 11 | 609801.051 | 2531332.037 | 32 | 609781.446 | 2531319.323 |
| 12 | 609801.206 | 2531331.959 | 33 | 609781.290 | 2531319.402 |
| 13 | 609801.346 | 2531331.854 | 34 | 609781.151 | 2531319.507 |
| 14 | 609801.465 | 2531331.727 | 35 | 609781.032 | 2531319.634 |
| 15 | 609801.560 | 2531331.581 | 36 | 609780.936 | 2531319.780 |
| 16 | 609801.629 | 2531331.421 | 37 | 609780.868 | 2531319.940 |
| 17 | 609801.669 | 2531331.251 | 38 | 609780.828 | 2531320.110 |
| 18 | 609801.678 | 2531331.077 | 39 | 609780.819 | 2531320.284 |
| 19 | 609801.657 | 2531330.904 | 40 | 609780.840 | 2531320.457 |
| 20 | 609801.607 | 2531330.737 | 41 | 609780.890 | 2531320.624 |
| 21 | 609795.238 | 2531314.866 | 42 | 609787.258 | 2531336.494 |

CXXV Coordenadas UTM de la superficie de reubicación 4 y 5.

| **4** | | | **5** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Vértice** | **X** | **Y** | **Vértice** | **X** | **Y** |
| 1 | 609841.994 | 2531281.626 | 1 | 609762.361 | 2531376.624 |
| 2 | 609812.677 | 2531293.406 | 2 | 609868.425 | 2531334.060 |
| 3 | 609828.289 | 2531332.750 | 3 | 609867.308 | 2531331.272 |
| 4 | 609857.974 | 2531320.945 | 4 | 609763.110 | 2531372.816 |
| 5 | 609841.994 | 2531281.626 | 5 | 609742.449 | 2531321.265 |
| 6 | | | 6 | 609740.510 | 2531322.044 |
| 7 | | | 7 | 609761.197 | 2531373.713 |
| 8 | | | 8 | 609762.361 | 2531376.624 |




**Figura 78. Localización de las poligonales donde será reubicada la vegetación rescatada.**

## XIV.3.1.5 Labores culturales (Riego), mantenimiento y supervisión

El suministro de agua dependerá de factores como; estación climática (temperaturas y lluvias puntuales en el sitio), tipo de suelo, tamaño y condición actual de la planta, en términos generales se recomienda lo siguiente:

- En el caso de cactáceas suculentas, se recomienda que no se les aplique riego hasta los 10 días posteriores de haber sido trasplantadas. Aunque esta medida es discutida ya que se han presentado casos de aplicación de riegos someros inmediatamente después del trasplante y la planta sobrevive perfectamente.

Las (3) tres semanas siguientes al trasplante, puede regarse en periodos semanales, dependiendo del clima y tipo de planta.

Al término de estas (3) tres semanas puede regarse cada (15) quince días por (4) cuatro ocasiones.

Posteriormente el periodo se alarga hasta cada (3) tres o (4) cuatro semanas; en invierno puede hacerse cada (2) dos meses, se insiste todo depende de las condiciones antes citadas.

- En este programa se contemplan todas las acciones para asegurar el establecimiento de todas las plantas trasplantadas, y la consecución de los objetivos relativos a minimizar los efectos de disminución y fragmentación del hábitat.
- Todo lo anterior, aunado a la mortandad de plantas por otros factores externos como son plagas y enfermedades, se estima que se obtenga no menos de un 80 % de sobrevivencia.
- Se pondrá especial cuidado a los trabajos de monitoreo a fin de registrar índices de sobrevivencia y el desarrollo que muestre la planta rescatada.
- En caso de detectarse la incidencia del factor plaga o enfermedades, se controlarán considerando el agente causante, siempre y cuando no se rebase el umbral de daño.
- Los trabajos de mantenimiento de las plantas rescatadas, será permanente, hasta lograr su establecimiento definitivo en el lugar de trasplante.

### XIV.3.1.6 Mantenimiento Post – Reubicación y Continuo

Cuando existen condiciones de sequía aguda en el sitio, se dará un riego inicial de auxilio, no obstante que las especies a rescatar están adaptadas a las sequías extremas y prolongadas, esto con el propósito de garantizar la sobrevivencia de las mismas.

El suministro de agua dependerá de factores como; estación climática (temperaturas y lluvias puntuales en el sitio), tipo de suelo, tamaño y condición actual de la planta, parte fundamental para el éxito del trasplante con altos índices de sobrevivencia es que durante cuando menos los seis primeros meses se mantenga humedad ligera en el sustrato.

En términos generales un programa de riego recomendado en la práctica de trasplante de especies nativas en Baja California Sur es el siguiente:

- En el caso de cactáceas suculentas (todas), se recomienda que no se les aplique riego hasta los 10 días posteriores de haber sido trasplantadas, aunque esta medida es discutida ya que hemos aplicado riegos someros inmediatamente después del trasplante y la planta sobrevive perfectamente.
- En el caso de otras especies, el primer riego se recomienda sea aplicado al momento del trasplante; en suelos totalmente secos, es conveniente primero llenar la cepa u orificio donde se colocará la planta a efecto de humedecer y bajar la temperatura del suelo; esperar que desaparezca el agua (se infiltre), se coloca la planta y se rellena con tierra, se aconseja dejar un cajete para propiciar la captura y almacenamiento de agua en épocas de lluvia y para evitar perdida de agua en posteriores riegos.

Los (3) tres meses siguientes al trasplante, puede regarse en periodos de quince días cada riego, dependiendo del clima y tipo de planta, la condición es que el sustrato se mantenga ligeramente húmedo.

Al término de estas (3) meses puede regarse cada mes en (4) cuatro ocasiones (cuatro meses).

Posteriormente el periodo se alarga hasta cada (3) tres o (4) cuatro meses; en invierno puede hacerse cada (4) cuatro meses, se insiste todo depende de las condiciones naturales que imperen en estos periodos, desde el trasplante hasta que se presenten lluvias.

## XIV.3.2 Cronograma de actividades

Se pretende iniciar con el Programa de Rescate de manera inmediata, una vez que sea autorizado el CUSTF por esa autoridad. La urgencia de inicio de las obras del proyecto así lo amerita.

La cronología de las actividades del programa de rescate, se estima que se realizarán en su totalidad en un periodo máximo de 4 (cuatro) meses para la extracción y trasplante del total de los individuos susceptibles a estas acciones.

Las actividades de supervisión y seguimiento se realizarán hasta el establecimiento definitivo de las plantas continuándose con la vigilancia en materia de conservación, protección de manera permanente.

## XIV.3.3 Evaluación y seguimiento

En este programa se contemplan todas las acciones para asegurar el establecimiento de todas las plantas trasplantadas y la consecución de los objetivos relativos a minimizar los efectos negativos a los recursos naturales.

- Existe la probabilidad de mortandad de plantas factores externos como son plagas y enfermedades, en caso de detectarse la incidencia de estas se controlarán considerando y abatiendo el agente causante, siempre y cuando no se rebase el umbral de daño.
- Se estima que se obtenga cuando menos un 90 % de sobrevivencia.
- Se pondrá especial cuidado a los trabajos de monitoreo a fin de registrar índices de sobrevivencia y el desarrollo que muestre la planta rescatada.
- Los trabajos de mantenimiento de las plantas rescatadas, será permanente, hasta lograr su establecimiento definitivo en el lugar de trasplante.

## XIV.3.4 Cronograma de actividades

Se pretende iniciar con el Programa de Rescate de manera inmediata, una vez que sea autorizado el CUSTF por esa autoridad. La urgencia de inicio de las obras del proyecto así lo amerita. La aplicación del **programa de rescate de flora y fauna relevantes se realizará en un periodo de 4 meses** en un proceso único y continuo dentro de la superficie solicitada antes de llevar a cabo la fase de desmonte y despalme.

Las actividades de supervisión y seguimiento se realizarán hasta el establecimiento definitivo de las plantas continuándose con la vigilancia en materia de conservación, protección de manera permanente.

CXXVI Cronograma de actividades para el programa de rescate y reubicación de la vegetación.

| Actividad | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Delimitación física del área a ocupar por el proyecto | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aplicación del programa de rescate de flora silvestre en la zona norte del terreno | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| Aplicación del programa de rescate de flora silvestre en la zona sur del terreno | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X |
| Limpieza del terreno | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

## XIV.3.5 Evaluación y seguimiento

En este programa se contemplan todas las acciones para asegurar el establecimiento de todas las plantas trasplantadas y la consecución de los objetivos relativos a minimizar los efectos negativos a los recursos naturales.

- Existe la probabilidad de mortandad de plantas factores externos como son plagas y enfermedades, en caso de detectarse la incidencia de estas se controlarán considerando y abatiendo el agente causante, siempre y cuando no se rebase el umbral de daño.
- Se estima que se obtenga cuando menos un 80 % de sobrevivencia.
- Se pondrá especial cuidado a los trabajos de monitoreo a fin de registrar índices de sobrevivencia y el desarrollo que muestre la planta rescatada.
- Los trabajos de mantenimiento de las plantas rescatadas, será permanente, hasta lograr su establecimiento definitivo en el lugar de trasplante.

Posterior al replante se realizará un monitoreo de los individuos replantados para evaluar el prendimiento y condición general de la plantación. Esta operación se efectuará durante al menos 1 año posterior a la reubicación y se realizará de forma mensual.

El procedimiento metodológico utilizado para monitorear la reubicación de individuos consistirá en el desarrollo de las siguientes actividades:

- • A fin de cuantificar el estado de los individuos plantados en cada una de las zonas de plantación, se realizarán muestreos en los cuales se evaluarán aproximadamente el 10% de los ejemplares.
- • Se realizará una inspección ocular de la integridad de los polígonos de reubicación, identificando la eventual ocurrencia de pérdida de individuos trasplantados por acción de

terceros o de las labores del proyecto o por razones de otro origen que pudiera haber afectado la zona.

- • Se registrarán y evaluarán aspectos fisionómicos que den cuenta de la condición general de la planta, ya sea positiva (signos de crecimiento, floración, etcétera), o negativa (pérdida de turgencia, focos de pudrición, etcétera).
- • Se registrarán aspectos relacionados con la condición fitosanitaria de los individuos. Para ello se describen tres estados según el grado de daño, por herbívora, deshidratación u otro (parásitos, coloración inadecuada, pudrición, etcétera).

Para la evaluación del éxito de las actividades de rescate de flora, se considerarán los siguientes indicadores:

- Número de individuos reubicados por especie.
- Supervivencia dentro de los polígonos de reubicación.
- Número de individuos reubicados en campo.
- Porcentaje de supervivencia en campo por especie.
- Porcentaje de reposición de individuos por especie.
- Salud de la planta
- Vigor de la planta al momento del muestreo.
- Mantenimiento de los individuos reubicados y reforestados.
- Grado de efectividad de programa de rescate y reubicación.

Informe de avances y resultados

Las acciones aquí planteadas, serán documentadas y reportadas mediante informes semestrales de seguimiento, permitiendo en todo momento conocer los resultados de los esfuerzos en campo para el rescate y reubicación de especies, al permitir determinar el porcentaje de supervivencia de los ejemplares reubicados.

Asimismo, en caso de ser necesario, permitirá establecer medidas extraordinarias para garantizar la supervivencia de los ejemplares en al menos 80%.

De esta manera, dentro de los informes se seguimiento y cumplimiento de lo Términos establecidos se consideran los siguientes aspectos:

- Reubicar aquellos ejemplares que dada su talla, sean susceptibles de buen pronóstico de sobrevivencia.
- Mantener un registro de todos los individuos rescatados y reubicados durante la aplicación del presente programa.
- Una vez que sean reubicados los individuos, serán marcados para su futura medición y seguimiento

**La evaluación y seguimiento será llevada a cabo mediante bitácoras, fotos, informes semestrales de sobrevivencia, en un periodo de 5 años.**

# XIV.3.6 Generalidades del programa de preservación y protección de fauna silvestre

**Objetivos**

General

Ejecutar las acciones y metodologías determinadas para el rescate y ahuyentamiento de las especies que se encuentren en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, enfatizando en aquellas que presenten alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Específicos

- Ahuyentar las especies de aves y mamíferos que se encuentren dentro del área solicitada para el cambio de uso del suelo, con el propósito de propiciar el desplazamiento de los individuos hacia las áreas aledañas que presenten cobertura vegetal matorral desértico micrófilo.
- Capturar las especies de lento desplazamiento como reptiles y mamíferos pequeños, para su reubicación en un sitio con las condiciones ambientales similares a las del área solicitada.
- Realizar el rescate de especies previo y durante a la etapa de preparación del sitio, con especial atención a aquellas con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Identificación de las especies o grupos de organismos que serán sujetas al programa

Los grupos faunísticos que sirvieron como indicadores de las condiciones dentro de las áreas en las que se considera la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales son las aves, mamíferos y reptiles, bajo la premisa de que son grupos relativamente fáciles de muestrear y que se han tipificado como indicadores de la estabilidad del hábitat.

Es posible que fauna adicional ingrese al terreno en cualquier momento dado y que sea encontrada durante las etapas de cambio de uso del suelo por lo que se sigue con la descripción del programa de preservación y reubicación de fauna, para el caso que pueda necesitarse.

Especies susceptibles a ahuyentamiento

Es probable que haya especies que no fueran detectadas o que hayan ingresado a la superficie del proyecto en un momento dado y que también estarán sujetas a este tipo de medida.

En este caso, se incluyen los grupos de aves, reptiles y mamíferos, ya que todas las especies poseen la capacidad de desplazarse lejos de la zona de afectación por sus propios medios, con excepción de aquellas que pudieran estar anidando en la zona de la obra y que podrían requerir técnicas especiales como la remoción responsable de nidos

Pese a que las actividades de rescate de fauna no se condicionan como un programa formal en los resolutivos tanto en materia de Impacto Ambiental (IA) como de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestal (CUSTF), el promovente en los estudios presentados para lograr estas autorizaciones, propone algunas medidas para conservar, preservar y proteger las especies de fauna silvestre.

A diferencia de la flora que se compone de elementos o individuos estáticos, las poblaciones de animales se componen de especies que son dinámicas (de movilidad constante) y de acuerdo a sus hábitos de vida, cambian en el tiempo y espacio en respuesta a diversos factores del ambiente. Así pues este dinamismo hace que los animales crezcan libremente en su territorio, que al verse modificado este, tienen la capacidad de trasladarse de manera inmediata a otros sitios que reúnan las características que requieren para su libre desarrollo.

Por lo tanto, las actividades o medidas para preservar y proteger la fauna, son diferentes totalmente de las aplicadas para lo protección o recuperación de la flora por su característica de ser organismos fijos, carentes de movilidad.

Otra característica de la fauna es que algunas especies requieren para vivir varios tipos de micro-hábitats de acuerdo a sus requerimientos biológicos y estacionales. Lo que significa que las especies silvestres tienen la capacidad de utilizar numerosas alternativas de alimento y refugio, para compensar las variaciones que se presenten en el ambiente ya sean naturales o las causadas por el hombre.

La fauna representativa que pudiera encontrarse en el sitio es el grupo de aves, lo que es relativamente bueno ya que éstas se desplazan por si mismas de manera rápida al sentirse amenazadas, aunado a que algunas aves, de manera sistemática se movilizan para buscar su sustento en cuanto a requerimientos de alimento, agua, sitios de percheo y dormideros.

## XIV.3.7 Objetivos generales

La inserción de cualquier proyecto en el medio natural, propicia una modificación del ecosistema, conscientes de lo anterior la empresa responsable del desarrollo del proyecto, propone la aplicación de medidas de mitigación de daños o impactos ambientales negativos, mediante la implementación de actividades para conservar, preservar y no dañar especímenes de fauna silvestre, en los sitios que se verán afectados con la remoción de vegetación y que hayan sido autorizada para realizar la remoción total de vegetación.

Especial atención se dará a aquellas especies que en un momento dado se pudieran presentar durante las actividades de desmonte y que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (aunque no las hay al interior de este terreno) y otras que pudieran tener presencia en el área del proyecto conforme en los estudios de Impacto Ambiental y Estudio Técnico Justificativo que sustentaron la expedición de los permisos del proyecto.

## XIV.3.8 Objetivos específicos

Una vez que se obtengan las autorizaciones de Impacto ambiental y de Cambio de Uso de Suelo de los Terrenos Forestales:

- Se deberá diseñar y establecer procedimientos adecuados para el rescate de fauna que utilicen los conocimientos y técnicas de preservación y manejo óptimo de esta.
- Preservar prioritariamente las especies de reptiles que se puedan encontrar en el predio donde se desarrollará el proyecto especialmente las que se encuentran en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante procedimientos de Rescate y Reubicación inmediata. Recordar que en cualquier momento algunos ejemplares

de fauna pueden desplazarse al interior de la superficie antes o durante las actividades de cambio de uso del suelo.

- Realizar un recorrido en campo preliminar para asegurar el desplazamiento propio de la avifauna presente en los sitios autorizados para su cambio de uso del suelo, hacia la zona que no se afectaran.
- Implementar procedimientos especiales de captura o rescate de herpetofauna considerada como peligrosa (especies venenosas), para su liberación inmediata, preferentemente en sitios naturales fuera del predio, evitando con ello posibles accidentes futuros dentro del proyecto.

**Acciones**

Por lo anterior, la medida o la estrategia fundamental para no dañar la fauna del sitio será:

- Se implementará un procedimiento de ahuyentamiento antes de iniciar con los trabajos de las especies que se encuentre en las áreas por afectar. Se pondrá especial atención en aquellas de lento desplazamiento y que se les dificulta moverse hacia sitios no impactados durante la ejecución del proyecto. En caso de encontrarse especies que por algún motivo no puedan desplazarse, estas serán capturadas por personal capacitado y reubicadas en sitios en donde no se tendrá perturbación.
- Se colocarán letreros informativos y restrictivos relativos al cuidado de la fauna nativa presente.
- El desmonte se realizará de manera gradual y direccionada, de acuerdo con los avances reales del proyecto, permitiendo con ello el desplazamiento de la fauna nativa hacia sitios naturales contiguos, áreas de rescate de vegetación del proyecto.
- No se permitirá el molestar, cazar o capturar a especies de fauna presentes dentro de las áreas correspondientes al proyecto; debiendo incluir esta restricción en los letreros alusivos a ello en sitios estratégicos, permitiéndoles el libre tránsito por dichas áreas.
- Aunque se permitirá el tránsito de vehículos a combustible, estos se limitarán al mínimo uso indispensable y se promoverá el transito lento, con el propósito de evitar el posible atropello de fauna que cruce por los caminos o veredas del proyecto.
- Se prohibirá el colectar, comercializar, tocar, dañar, cazar, perseguir, molestar o capturar especies de fauna dentro del predio del proyecto y colindancias.

**Captura en campo**

Es necesario establecer que en caso de encontrarse, para su reubicación, no requerirán que sean capturadas, ya que estas tienen la facultad de desplazarse con rapidez (aves, roedores o pequeños mamíferos, algunos reptiles). En contraparte, la captura en caso estricto de ser necesaria, se dirigirá especialmente a aquellos ejemplares de lento desplazamiento tales como los reptiles.

El procedimiento de captura de especies de reptiles en campo, se realizará desde la etapa de preparación del sitio de la siguiente manera:

- Se iniciará con recorridos por las zonas donde se haya determinado su desmonte, tratando de rescatar el máximo posible de organismos sin determinar el número exacto dado lo difícil de la labor.
- Durante los recorridos preliminares, en caso de ser necesario, se ubicarán madrigueras con banderolas o estacas marcadas con materiales no tóxicos o pinturas sin plomo, a

fin de localizarlas en posteriores recorridos. Durante dichos recorridos, no se permitirá el uso de maquinaria o equipos automotores para evitar estresar a los reptiles.

- Se llevarán los instrumentos y contenedores necesarios para que durante la captura de algún organismo, se coloquen en los recipientes evitando en lo posible una manipulación y provocarles estrés.
- Las capturas se realizarán por personal especializado cuyo entrenamiento en la forma de capturar a los reptiles y su manejo adecuado asegurarán su supervivencia y evitarán daño a los individuos.
- Una vez capturados los organismos y colocados en los recipientes contenedores, se trasladarán hacia sitios sombreados a fin de mantener una temperatura adecuada, colocando aserrín para mantener humedad en los mismos. Al final del recorrido diario, se contabilizarán y anotará en bitácoras el número de organismos capturados, su especie, estado de salud y algunas observaciones adicionales que considere el técnico responsable para su cuidado.
- Los recorridos se realizarán tanto en la mañana como recorridos nocturnos, de acuerdo a los hábitos de cada especie a rescatar. Los nidos o guaridas marcadas previamente se excavarán manualmente para localizar posibles reptiles, usando equipo de protección contra posibles mordeduras.
- Una vez recorrida un área, ésta se marcará con banderolas o cinta precautoria a fin de “liberarla” mediante formatos de liberación de zonas para su posterior desmonte con maquinaria y equipo especificados en las autorizaciones correspondientes.
- Solo se realizarán desmontes en las áreas liberadas, aprobadas por un responsable técnico y el supervisor ambiental del proyecto.
- Se realizarán reportes parciales de captura de especies, anotando solo el número de organismos por especie capturados y su condición al momento de la captura. El reporte final se realizará al término de los procedimientos de rescate en todos los sitios donde se desarrollará el proyecto.
- El o los técnicos responsables del rescate y reubicación de herpetofauna estarán presentes durante los procedimientos de desmonte de flora presente en los sitios a construir en el proyecto, a fin de recuperar la posible fauna presente durante la extracción de material vegetal. Estos organismos se revisarán cuidadosamente para verificar su estado de salud. Si algún individuo presentara heridas, se evaluará su estado y se propondrán medidas para de recuperación.

Otro método que es recomendable para llevar el registro de la población de herpetofauna rescatada por los procedimientos descritos, es la fotografía de los individuos.

Este tipo de actividades se catalogan como de poca peligrosidad tanto para el técnico de campo como para el organismo; sin embargo es conveniente tomar en cuenta una serie de recomendaciones para minimizar riesgos de accidentes durante su desarrollo.

- El exceso de confianza o los descuidos durante esta actividad, puede producir accidentes.
- Se requiere de la participación de uno o dos técnicos además del fotógrafo, para el manejo directo del organismo.
- Los técnicos que manipulen directamente a los organismos, deberán utilizar el material y equipo básico de seguridad para actividades riesgosas, como guantes, ganchos, sacos, entre otros.

- No debe mantenerse a los organismos y sus terrarios o cajas de contención por mucho tiempo al sol.
- Este tipo de actividad debe realizarse en lugares aislados no transitados por personal ajeno al equipo ambiental designado para el proyecto.
- Se recomienda el uso de equipos fotográficos especializados y accesorios como telefotos, filtros, lentes macro, etc. evitando el acercamiento a los organismos, sobre todo los venenosos.

**Serpientes**

Es posible que en el trascurso de los días pueda encontrarse alguna fauna como reptiles o aves esporádicamente. El manejo de las serpientes debe hacerse con precaución, ya que casi todas pueden morder y dependiendo de la especie puede o no poseer aparato venenoso con efectos muy variados. Las serpientes no venenosas se pueden manipular directamente con la mano, usando un guante como protección o bien empleando un gancho herpetológico, lazaderas o pinzas.

El gancho herpetológico puede usarse simplemente para mover al animal de un sitio a otro o para inmovilizado. Este instrumento es de los más empleados, para lo cual se ejerce presión sobre la cabeza y contra el suelo sin lastimar al organismo, situando el dedo índice sobre el dorso de la cabeza y poniendo el dedo pulgar y el dedo medio a los lados de la cabeza presionando sobre los huesos cuadrados (atrás de la comisura oral), después con la otra mano se toma del cuerpo de la serpiente para poderla maniobrar.

Al realizar la manipulación de cualquier serpiente es preciso no sujetarle únicamente por la cabeza, ya que el animal puede efectuar movimientos bruscos y producirse una dislocación o fractura de las vértebras cervicales. El manejo de algunas especies puede facilitarse después de haber aplicado frío; es decir, bajar la temperatura corporal por refrigeración moderada lo cual reduce la tasa metabólica y por consiguiente la locomotora.

**Medidas de seguridad**

El manejo de la herpetofauna durante los procedimientos de rescate y en cautiverio, requiere de ciertas medidas de seguridad que permitan el manejo de las especies con riesgos mínimos para el manipulador, ya que como es sabido, algunos grupos de reptiles han desarrollado aparatos venenosos, que entre otras funciones les sirven como estrategias defensivas.

Las medidas recomendadas consisten en el uso adecuado y obligatorio de instrumentos de manejo (guantes, botas, ganchos, pinzas y redes), en la prudencia al tomar a los ejemplares, en el entrenamiento y supervisión de la manipulación de especímenes y en conocer los tratamientos en casos toxicológicos (ubicación del botiquín).

**Material Utilizado:**

Equipo de manejo y protección:

- 1 juego de ganchos de diferentes tamaños.
- 1 juego de pinzas whitco.
- 1 par de guantes de cuero.
- 2 botes de plástico con tapa de seguridad.
- 1 hule para mordida.

- Costales de tela para ejemplares.
- Lámpara de mano.
- Jeringa extractora de veneno.
- Equipo de auxilios nivel herpetario.

**Utilería para el manejo de reptiles**

Utensilios de diseño simple y de fácil fabricación permiten el manejo seguro para este tipo de vertebrados. El gancho herpetológico, la lazadera, las pinzas y redes con asidero, se requieren para la sujeción, inmovilización y transporte de serpientes, y grandes saurios a larga distancia.

Los guantes de carnaza y de hule flexible se requieren para la misma función pero a corta distancia. Como equipo de protección también es necesario el empleo de botas de hule, batas de tela y anteojos.

**Reubicación de herpetofauna**

La liberación de la fauna se realizará de manera inmediata, no es recomendable el manejo excesivo para evitar el estrés, preferentemente se liberaran en las áreas del mismo proyecto en donde se han definido áreas de conservación o área que no serán afectadas por las actividades de desmonte. Se recomienda levantar un acta de liberación y cumplimiento de la condicionante correspondiente es recomendable que en estas liberaciones participe personal de la empresa desarrolladora y autoridades ambientales.

**Zonas de liberación**

La mayoría de las especies rescatadas y/o capturadas, serán liberadas en las áreas que no se verán afectadas por el desmonte pretendido.

Las especies consideradas como de riesgo, tales como los crotálidos, se propondrán su liberación en zonas no impactadas alejadas de las instalaciones en donde existe o existirá presencia humana y que posean las mismas características naturales que aquellos en donde se capturaron.

**Recomendaciones generales para el proyecto**

- El desmonte se realizará de manera gradual y direccionada, de acuerdo con los avances reales del proyecto, permitiendo con ello el desplazamiento de la fauna nativa hacia sitios naturales contiguos.
- No se permitirá el molestar, cazar o capturar a especies de fauna presentes dentro de las áreas correspondientes al proyecto;
- En la operación del proyecto aunque se permitirá el tránsito de vehículos a combustible se promoverá el transito lento, con el propósito de evitar el posible atropello de fauna que cruce por los caminos o veredas del proyecto.

Es recomendable establecer prohibiciones a los trabajadores de estas prohibiciones, para que de esta manera quede señalado que a quien se sorprenda haciendo caso omiso, será acreedor a una sanción o despido.

Recomendándose estas medidas puntuales:

No se permite (Prohibido):

- **Colectar, comercializar, tocar, dañar, cazar, perseguir, molestar o capturar especies de fauna dentro del predio del proyecto.**
- **Introducir mascotas (perros, gatos) a la zona del proyecto durante las etapas de Preparación del proyecto.**

Así mismo es recomendable que durante la duración de las etapas de preparación del sitio y el desmonte se tomen las siguientes medidas en general no solo para en materia de flora y fauna silvestre.

- Se recomienda contar con el asesoramiento de personal especializado, con el conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal, cuyas funciones serán dar el seguimiento, vigilancia y atención de todas las actividades desde el punto de vista ambiental.
- Se deberá contar con el equipo, materiales y personal capacitado para la atención inmediata de contingencias ambientales.
- Como medida preventiva, se recomienda aplicar un programa de vigilancia ambiental con el fin de que se cumplan las medidas de mitigación y prevención. Se designará a una persona para supervisar las actividades que se van a desarrollar.