



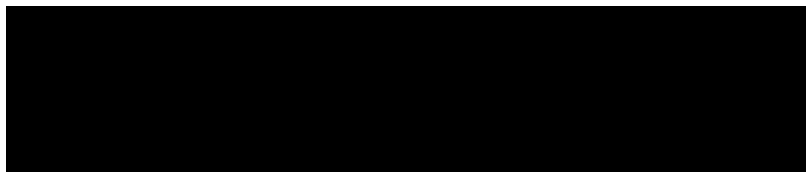
Presenta el siguiente:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B-PARTICULAR

Del Proyecto:

“Construcción de Presa Seca de Jales Mineros”

Elaborado por:



ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO;	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO;	9
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS ECOLOGICOS APLICABLES;	64
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION;	136
V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACION Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL;	387
VI. JUSTIFICACION TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO;	406
VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUSLES DEL SISTEMA AMBIENTAL;	432
VIII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS;	455
IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO;	464

BIBLIOGRAFÍA

A N E X O S

ANEXO 1

PAGO DE DERECHOS
FORMATO FF-
SEMARNAT

ANEXO 2

PODER LEGAL DEL
REPRESENTANTE COPIA DE
IDENTIFICACIÓN OFICIAL
CONSTANCIA DE SITUACIÓN
FISCAL REGISTRO FORESTAL DEL
EXPERTO
CEDULA PROFESIONAL RESPONSABLE DE IMPACTO
AMBIENTAL

ANEXO 3

ACTAS DE ASAMBLEA DE COMUNIDADES EJIDAL SANTA
MARÍA

ANEXO 4

PLANOS DEL
PROYECTO
PLANOS
TEMATICOS

ANEXO 5

MEMORIAS DE CÁLCULO DEL
INVENTARIO
CATALOGO DE FAUNA AVISTADA

ANEXO 6

SILVESTRE

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE

FLORA

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y

AGUA

I.1 Datos generales del proyecto

Proyecto del Sector Minero, referido a la Construcción de Presa Seca de Jales Mineros, obra complementaria a las que ya tiene en operación y debidamente autorizadas la empresa minera Dynaresource de México SA de CV en el Municipio de Sinaloa, Estado de Sinaloa.

Con la obra propuesta en el presente DTU-BP, la empresa promotora pretende continuar con el aprovechamiento sustentable de minerales reservados a la federación en el Ejido Santa Maria, pues con la construcción de la presa de jales se realizará la disposición innovadora de tales residuales previamente filtrados, los cuales provienen de la planta de beneficio minero que desde años atrás opera tan importante empresa minera.

El desarrollo del proyecto minero de la empresa Dynaresource de México SA de CV se ha vislumbrado y ha demostrado ser una alternativa de solución ante la problemática socioeconómica que atraviesa la zona, ya que al existir baja productividad de las actividades primarias se recurre al desarrollo de ciertas actividades que erosionan la cohesión social y abren camino al conflicto y la violación de la ley, con graves consecuencias que ponen en riesgo la integridad de los pobladores de la zona y sus visitantes, por ello al promover proyectos alternativos que traen inversión a las zonas marginadas se dan respuesta a las necesidades socioeconómicas que mejoran la calidad de vida de las poblaciones en comunidades serranas.

Es importante mencionar que en las distintas obras y actividades contempladas en el presente proyecto, no se requerirá el uso de sustancia química alguna señalada en los listados publicados en el Diario Oficial de la Federación los días 28 de marzo de 1990 y 04 de mayo del 1992, por lo cual la actividad no es considerada altamente riesgosa y por ende no requiere de la elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental.

I.1.1 Nombre del proyecto.

Construcción de presa seca de jales mineros.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

El proyecto objeto del presente DTU-BP, se localiza en el Ejido Santa Maria, Municipio de Sinaloa, próximo a los poblados Montón de Piedra y Llanos de Peraza, dicho proyecto consistirá en la construcción de una presa de jales secos, los cuales provendrán del proceso de beneficio que desde hace años opera la empresa promotora.

El proyecto será desarrollado en 6-22-05.42 Ha de terrenos colindantes con el poblado San José de Gracia, donde cuenta además en operaciones la planta de beneficio de la empresa promovente. La zona de estudio dista a 48.95 Km de la cabecera municipal.

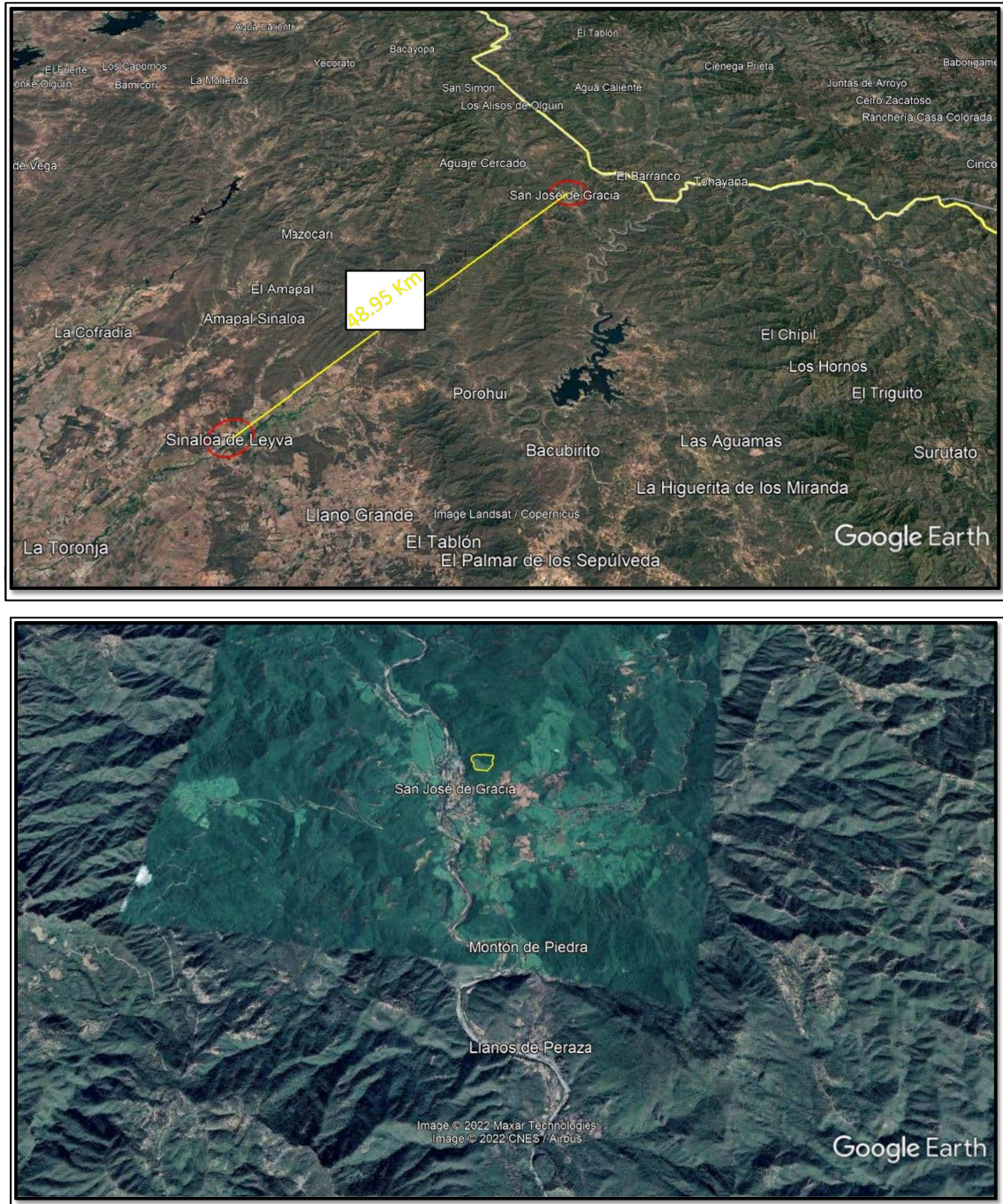


Figura 1.2 Ubicación del sitio del proyecto con respecto a los poblados vecinos

La ubicación exacta de cada uno de los polígonos bajo estudio se describen en el punto II.1.3 del capítulo II "Descripción del Proyecto".

1.1.3 Duración del proyecto.

El proyecto pretenderá ser realizado en un periodo de 20 años, tiempo que puede prorrogarse si se continua con el aprovechamiento y beneficio de minerales.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social.

[REDACTED]

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

[REDACTED]

I.2.3 Datos del Representante Legal.

[REDACTED] (Ver en anexo 2 identificación oficial)

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

[REDACTED]

En apego al Art. 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo indistintamente se faculta a realizar gestiones del presente trámite ante su H. Secretaria a:

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

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

**INDUSTRIAS Y ANALISIS
AMBIENTALES SC**

[REDACTED]

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED]

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

[REDACTED]

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



[REDACTED]

[REDACTED]



[REDACTED]

Ver en anexo 2, documentos legales y técnicos de los responsables de elaboración del DTU-BP, tanto en materia de impacto ambiental como en materia forestal.

Los Responsables Técnicos, en cumplimiento a lo dispuesto en los Art. 36 del REIA de la LGEEPA y 121 fracción VI del Reglamento de Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, declaran bajo protesta de decir verdad, que los resultados consignados en el presente documento 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, mitigación y compensación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales determinados.

En materia de impacto ambiental	En materia forestal
	

Los abajo firmantes bajo protesta de decir verdad y manifestando expresamente el conocimiento del contenido de los Art. 247 fracción I y 420 Quater fracción II del Código Penal Federal, en el trámite relacionado con la solicitud de Resolución del Documento Técnico Unificado Modalidad B Particular, del proyecto Ampliación de Unidad Metalúrgica El Arco, es real y fidedigna.

EI	El Promovente
	

II.1 Información general del proyecto

El proyecto de construcción de presa seca de jales mineros, forma parte de los planes y programas de la Coordinación General de Minas de la Secretaría de Economía, pues con obras como la propuesta se pretende dar congruencia al objetivo de tal coordinación, el cual es incrementar la productividad y competitividad del sector minero en el Estado de Sinaloa. El proyecto promovido en el presente DTU-BP formará parte del importante desarrollo minero que desde hace años realiza Dynaresource de México en el poblado de San Jose de Gracia, en el municipio de Sinaloa.

Las obras en estudio se desarrollaran en terrenos de uso común del ejido Santa Maria, en el municipio de Sinaloa, en terrenos adyacentes a las obras ya autorizadas pues distan solo a 170 m del resto de las obras mineras en operaciones, en terrenos cuyas características topográficas favorecen al desarrollo del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto objeto del presente documento técnico unificado modalidad B particular, contempla la construcción de una presa seca de jales mineros en una superficie total de 6-22-05.42 Ha de terrenos de uso común del Ejido Santa María, Municipio de Sinaloa, de dicha superficie solamente se requerirá del cambio de uso de suelo de 3-09-81.00 Ha, puesto el resto de la superficie se encuentra libre de vegetación pues había sido desde hace años utilizada con fines agrícolas.

Las obras mineras proyectadas se vinculan llanamente con la estrategia nacional de seguridad pública 2019-2024, puesto algunos de sus principales ejes rectores es garantizar el empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de oportunidades de empleos en cumplimiento al derecho que tienen los mexicanos, así como reformular el combate a las drogas mediante el desarrollo alterativo de crear de la mano de las dependencias encargadas de la política económica y social, alternativas económicas sostenibles para los hogares y comunidades que dependen del ingreso provisto por actividades ilícitas como el cultivo de drogas, la extracción y distribución ilegal de hidrocarburos, el robo de autotransporte, etc.

Con la inversión que la empresa promovente ha traído a la zona de estudio desde hace años, ha favorecido a la totalidad de las familias de la zona serrana del Municipio de Sinaloa, por tanto al proyectar obras como la objeto de estudio, es extender el periodo de explotación y beneficio sustentable de minerales (oro y plata) en la zona, lo cual por ende traerá la permanencia en la generación de empleos directos e indirectos que traen a los pobladores de San Jose de Gracia tajantes beneficios económicos y mejores condiciones de calidad de vida.

Según el plan nacional de desarrollo 2019-2024, uno de los principales propósitos es detonar el crecimiento económico, por lo que se promueve el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. En este sentido, el enfoque principal es generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado en un desarrollo integral y equilibrado de todos los mexicanos. Para poder mejorar el nivel de vida de la población es necesario incrementar el potencial de la economía de producir o generar bienes y servicios, lo que significa aumentar la productividad.

Se busca elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello el gobierno trabaja en establecer una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

En este tenor, la minería es un detonador económico para el país. El sector minero-metalúrgico contribuye con el 2.05% del Producto Interno Bruto Nacional. En cuanto a inversión se refiere, el sector minero invirtió 4 mil 809.6 millones de dólares en 2021, lo que significó un aumento del 36.1% en comparación con lo invertido en 2020; el sector continúa manteniéndose como una de las ramas productivas que atrae mayor inversión al país.

Entre los principales retos del sector destacan el mantener el dinamismo y la competitividad del mismo en un ambiente de volatilidad en los precios internacionales; beneficiar y respetar los derechos de las comunidades o municipios donde se encuentran las minas, así como aumentar los niveles de seguridad en éstas.

Con la fundamentación anteriormente establecida se pone de manifiesto la clara y llana vinculación del proyecto, con las metas, objetivos, estrategias y líneas de acción del PND 2019-2024, puesto estas obras y actividades promueven la continuidad de la inversión en la zona, la creación de empleos, el desarrollo socioeconómico de la región y el mejoramiento sustancial de la calidad de vida de los pobladores circundantes.

Por otra parte, derivado de los propósitos de desarrollar las obras y actividades en apego a lineamientos de protección, preservación y conservación, es que resulta importante la vinculación del proyecto con las acciones y estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el DOF el pasado 07 de septiembre de 2012, dicho programa consta de 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), las cuales son empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico.

La zona donde pretende desarrollarse el proyecto se ubica en la **Región 9.19** correspondiente a la **UAB 92** denominada “**Cañones Chihuahuenses Sur**”, No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 40.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Política Ambiental. Aprovechamiento Sustentable, con prioridad de atención baja, reactores del desarrollo forestal-minería, coadyuvantes de desarrollo preservación de flora y fauna, asociados del desarrollo agricultura-ganadería- poblacional.

El proyecto objeto de estudio no alterará la situación ambiental actual de la región 9.19 de la UAB 92, ya que en la zona desde hace años se realizan actividades de explotación mineral, así como otras actividades antropogénicas como la agricultura y ganadería, de manera adicional el proyecto pretende ser desarrollado de tal manera que cada obra y/o actividad sea realizada en total apego a las condicionantes de sus resoluciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, además del resto de las disposiciones legales vigentes aplicables.

La minería sustentada en la extracción de metales preciosos en Sinaloa, fue la actividad económica más relevante durante la época colonial y durante el siglo XIX.

Situación que se modificó en la primera década del siglo XX, cuando ésta empezó a ser sustituida en importancia por la agricultura. Sin embargo, fue a finales del porfiriato cuando se alcanzaron los mayores niveles de producción de plata y oro, tendencia que fue afectada por una serie de factores externos (crisis económicas de 1907 y 1929) e internos (lucha revolucionaria, agotamiento de los yacimientos, política económica desfavorable), que originaron un periodo de altibajos que culminó con la decadencia de la misma en los años cuarenta.

Para 1950 Sinaloa contaba con 59 minas, las cuales dejaron de explotarse, dejando con ello instalaciones en yacimientos de minerales, los cuales hoy en día pueden reaprovecharse, tomando a consideración la apertura de los mercados internacionales y los precios atractivos que en la actualidad se manejan.

Aprovechando tal situación **Dynaresource de México S.A. de C.V.** empresa mexicana, con evidencias de disponibilidad de minerales tales como oro y plata concesionó desde hace años y mantiene en explotación yacimientos mineros y una planta de beneficio ubicados en el poblado de San Jose de Gracia, Municipio de Sinaloa.

Como ya se ha mencionado la empresa mantiene la explotación de yacimientos subterráneos y beneficia los minerales a través de una planta de gravimetría y flotación, donde los minerales son separados gracias al uso de algunos productos químicos tales como agua, xantatos (alcoholes), aeroflar y A31 que es un espumante, a la fecha cuenta con un presa de jales con un capacidad de llenado de un 70%, y por así demandarlo requiere de la construcción de una presa de jales más, la cual será construida con terracerías permeables y cubiertas de geomembrana para evitar las escasas a nulas infiltraciones, toda vez que los jales que serán dispuestos en ésta, serán en planta de beneficio previamente filtrados, para recuperar los afluentes y disponerlos nuevamente en proceso de extracción. La nueva presa de jales secos pretende construirse en una superficie de 6-22-05.42 Ha.

El proyecto objeto del presente DTU-BP, se localiza en el Municipio de Sinaloa, justo en el poblado de San Jose de Gracia, dicho proyecto consistirá en la como en reiteradas ocasiones se ha mencionado, en ampliar la infraestructura minera, la cual consistirá en construir una presa seca de jales mineros, dicha obra requerirá del cambio de uso de suelo de 3-09-81.00 Ha de terrenos forestales para incorporarlos a la actividad minera que desarrolla la empresa promovente en la zona, la superficie a ampliar la conforma un solo lote de terreno cuya exacta ubicación y superficie serán descritos en los siguientes puntos del presente capítulo II.

La descripción detallada de las características particulares del proyecto y la descripción de cada una de las actividades a desarrollar en cada etapa de la obra se describen a continuación.

II.1.2 Objetivo del Proyecto.

Realizar obras que garanticen la permanencia de la explotación minera sustentable en el Municipio de Sinaloa.

Contar con superficie autorizada para realizar la construcción de la presa seca de jales mineros.

Contribuir a incrementar la producción de minerales en el estado de Sinaloa, a la vez permitir subsanar las pérdidas de empleo que tanto en la entidad como en el país ha sufrido la industria minero-metalúrgica.

Mantener la creación empleos, tanto directos como indirectos, en una región apartada y relativamente aislada en la que, por tales razones, las fuentes de trabajo son escasas. Colateralmente, contribuir al desarrollo social y económico del poblado de San José de Gracia, en el Municipio de Sinaloa, para a su vez continuar con la rehabilitación de las vías terrestres de comunicación y la introducción de otros servicios e infraestructura básica que puede ser detonante para el fomento de otras actividades económicas adicionales a la minería.

Es importante aclarar que el proyecto será desarrollado cuidando cada uno de los aspectos ambientales, pues el proyecto considera el CUSTF de 3-09-81.00 Ha, considera de la misma manera desarrollar proyectos de compensación, como lo es un programa de conservación y restauración de suelo y agua, programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre. El proyecto es viable ambiental y socioeconómicamente toda vez que no se considera causal de desequilibrio ecológico en la zona, ya que se observan predios impactados que han sido desmontados con fines agropecuarios, mismos que al ser poco productivos son abandonados sin propiciar en ellos mejoramiento ambiental alguno.

II.1.3 Ubicación física

La ubicación física de predio de terrenos de uso común arredrando por el Ejido Santa María, mismo donde la empresa promovente desea la construcción de una presa seca de jales mineros, obra promovida en el presente DTU-BP se describe a continuación.



Figura II.1 Ubicación del área del proyecto

Como se ha mencionado la presa seca de jales mineros, se construirá en una superficie total de 6-22-05.42 Ha, de las cuales solo se requerirá el CUS en 3-09-81.00 Ha.

A continuación se describe la ubicación exacta en imágenes y cuadros de construcción tanto del polígono general de la presa seca de jales mineros, como del polígono del predio sujeto a cambio de uso de suelo.



Figura II.2 Poligonal general de la presa seca de jales mineros

Tabla II.1 POLIGONO PRESA SECA DE JALES MINEROS

ID	POINT_X	POINT_Y	ID	POINT_X	POINT_Y	ID	POINT_X	POINT_Y
1	211355.5600	2895712.7100	17	211093.5900	2895566.2900	33	211149.3900	2895463.0200
2	211284.7100	2895711.3900	18	211096.3200	2895561.4400	34	211185.4800	2895459.0700
3	211206.7500	2895709.5900	19	211098.4100	2895553.7700	35	211224.1500	2895458.2900
4	211168.7500	2895699.0600	20	211100.7600	2895543.8900	36	211256.6000	2895465.0600
5	211150.8600	2895701.7300	21	211107.1300	2895536.5800	37	211267.2100	2895465.0600
6	211133.4900	2895704.7600	22	211106.9200	2895531.1600	38	211285.2900	2895458.2900
7	211098.5000	2895686.5400	23	211106.2500	2895522.2000	39	211293.8700	2895455.0800
8	211074.4200	2895674.8300	24	211106.2100	2895515.6200	40	211301.3600	2895457.9000
9	211060.4200	2895643.1300	25	211106.8100	2895513.6200	41	211306.4700	2895464.7300
10	211058.7300	2895632.0000	26	211107.9600	2895511.6700	42	211315.4800	2895487.4800
11	211060.5000	2895617.6600	27	211108.8100	2895508.1300	43	211333.4300	2895510.6800
12	211062.7300	2895604.9400	28	211110.3500	2895504.4500	44	211342.0600	2895533.7900
13	211065.8100	2895590.5600	29	211119.2500	2895486.9700	45	211352.2400	2895547.6400
14	211083.5800	2895580.2300	30	211120.4200	2895481.7800	46	211357.0900	2895555.4700
15	211089.4000	2895573.2200	31	211130.6800	2895471.5100	47	211358.2400	2895577.2800
16	211090.6500	2895571.0700	32	211138.5300	2895459.6700	48	211343.3200	2895633.1200

SUPERFICIE= 62,205.42 m2 (6-22-05.42 Ha)

Tabla II.2 CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS								
COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 13								
ID	POINT_X	POINT_Y	ID	POINT_X	POINT_Y	ID	POINT_X	POINT_Y
1	211344.9390	2895627.0606	45	211260.9988	2895556.6098	89	211155.3763	2895633.3612
2	211343.5439	2895626.1935	46	211257.7054	2895556.3763	90	211152.3618	2895631.3369
3	211341.5053	2895623.5434	47	211254.4238	2895557.0534	91	211149.0554	2895630.5183
4	211339.1550	2895621.2070	48	211251.5040	2895558.9122	92	211145.7737	2895631.1861
5	211336.1406	2895619.1827	49	211247.8952	2895559.5873	93	211142.5269	2895633.0521
6	211333.4615	2895617.1510	50	211244.9755	2895561.4461	94	211139.2386	2895633.4227
7	211330.7691	2895614.5247	51	211242.0623	2895563.6021	95	211136.3254	2895635.5788
8	211328.7457	2895612.1811	52	211239.4762	2895565.7509	96	211133.3990	2895637.1402
9	211330.3226	2895609.1532	53	211236.1944	2895566.4187	97	211130.1239	2895638.1054
10	211332.2482	2895606.7217	54	211232.9143	2895566.7890	98	211126.8573	2895639.0797
11	211332.5087	2895603.7231	55	211229.6394	2895567.7635	99	211123.5624	2895639.1530
12	211334.0922	2895601.0017	56	211226.3792	2895569.0256	100	211120.2823	2895639.5233
13	211336.0179	2895598.5703	57	211223.1108	2895570.2973	101	211117.3560	2895641.0849
14	211338.6041	2895596.4215	58	211219.4888	2895570.3778	102	211114.7632	2895642.9364
15	211339.8538	2895593.4010	59	211216.1890	2895569.8564	103	211112.1771	2895645.0851
16	211341.1039	2895590.3896	60	211212.5603	2895569.6396	104	211108.8422	2895643.3655
17	211342.6873	2895587.6590	61	211209.3002	2895570.9018	105	211105.8361	2895641.3412
18	211342.2941	2895584.6842	62	211206.3720	2895572.7608	106	211103.1636	2895639.6068
19	211341.8922	2895581.7004	63	211203.4523	2895574.6195	107	211100.1707	2895638.1769
20	211338.8861	2895579.6759	64	211201.8687	2895577.3409	108	211097.1628	2895636.4500
21	211335.5731	2895578.5599	65	211199.2825	2895579.4896	109	211093.1739	2895634.7449
22	211332.5718	2895577.1302	66	211196.0075	2895580.4641	110	211089.8675	2895633.9262
23	211329.5789	2895575.7003	67	211193.4279	2895582.9101	111	211086.2254	2895633.1056
24	211326.5860	2895574.2704	68	211191.8444	2895585.6314	112	211082.9057	2895631.6923
25	211324.5476	2895571.6296	69	211190.9282	2895588.9421	113	211079.5973	2895631.1618
26	211322.1973	2895569.2932	70	211190.9947	2895591.9335	114	211078.0200	2895613.0900
27	211320.1653	2895566.9404	71	211189.0908	2895594.9593	115	211086.9000	2895586.5200
28	211316.8390	2895565.2298	72	211185.8422	2895597.1228	116	211083.5800	2895580.2300
29	211313.5240	2895564.4020	73	211184.2588	2895599.8534	117	211065.8100	2895590.5600
30	211310.2307	2895564.1778	74	211182.6752	2895602.5747	118	211062.7300	2895604.9400
31	211306.9292	2895563.9537	75	211180.7496	2895605.0063	119	211060.5000	2895617.6600
32	211303.3072	2895564.0342	76	211179.4999	2895608.0268	120	211058.7300	2895632.0000
33	211299.6936	2895564.1145	77	211179.2392	2895611.0162	121	211060.4200	2895643.1300
34	211296.6923	2895562.6848	78	211178.6518	2895614.0221	122	211074.4200	2895674.8300
35	211293.6862	2895560.6604	79	211177.7287	2895617.0262	123	211098.5000	2895686.5400
36	211290.3663	2895559.2378	80	211176.4790	2895620.0468	124	211133.4900	2895704.7600
37	211287.3651	2895557.8081	81	211175.5559	2895623.0509	125	211150.8600	2895701.7300
38	211284.0586	2895556.9894	82	211173.9726	2895625.7815	126	211168.7500	2895699.0600
39	211280.7570	2895556.7654	83	211171.3864	2895627.9302	127	211206.7500	2895709.5900
40	211277.4637	2895556.5411	84	211168.1113	2895628.8954	128	211284.7100	2895711.3900
41	211274.1753	2895556.9118	85	211165.5251	2895631.0441	129	211355.5600	2895712.7100
42	211270.8821	2895556.6875	86	211163.9417	2895633.7748	130	211343.3200	2895633.1200
43	211267.5871	2895556.7607	87	211161.0220	2895635.6336	SUPERFICIE= 30981.00 m2 (3-09-81.00 Ha)		
44	211264.2938	2895556.5366	88	211157.7270	2895635.7069			

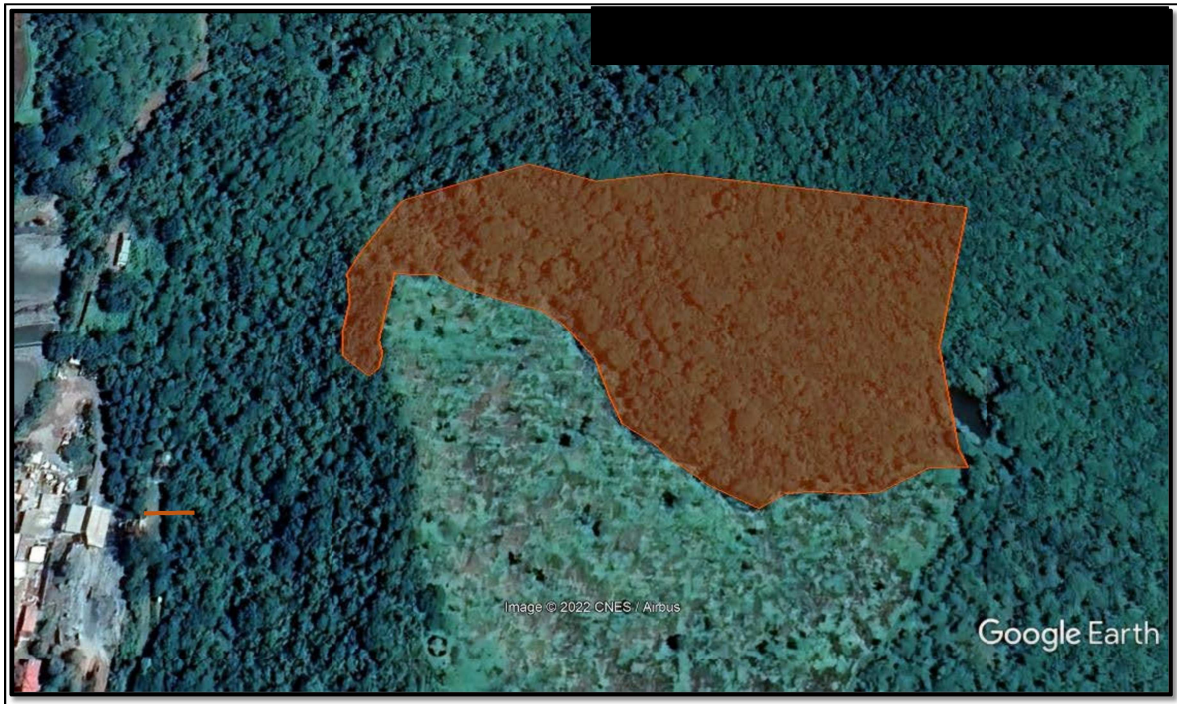


Figura II.3 Porción de terreno sujeta a CUS TF

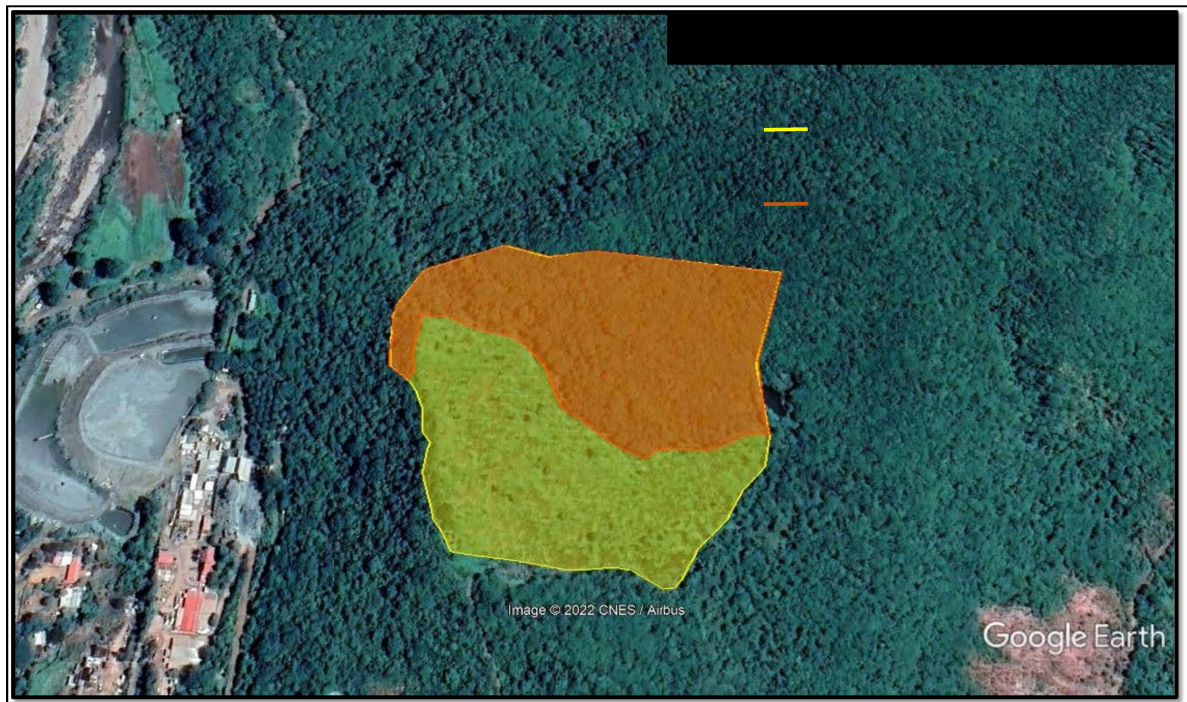


Figura II.4 Localización de la porción de CUS dentro del polígono en estudio

Ver anexo 4, plano de superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, incluye cuadro de construcción de polígonos.

Para facilitar la ubicación la obra objeto de estudio, a continuación se muestran algunas imágenes de la localización del proyecto dentro de los contextos nacional, estatal, municipal y a nivel microcuena.

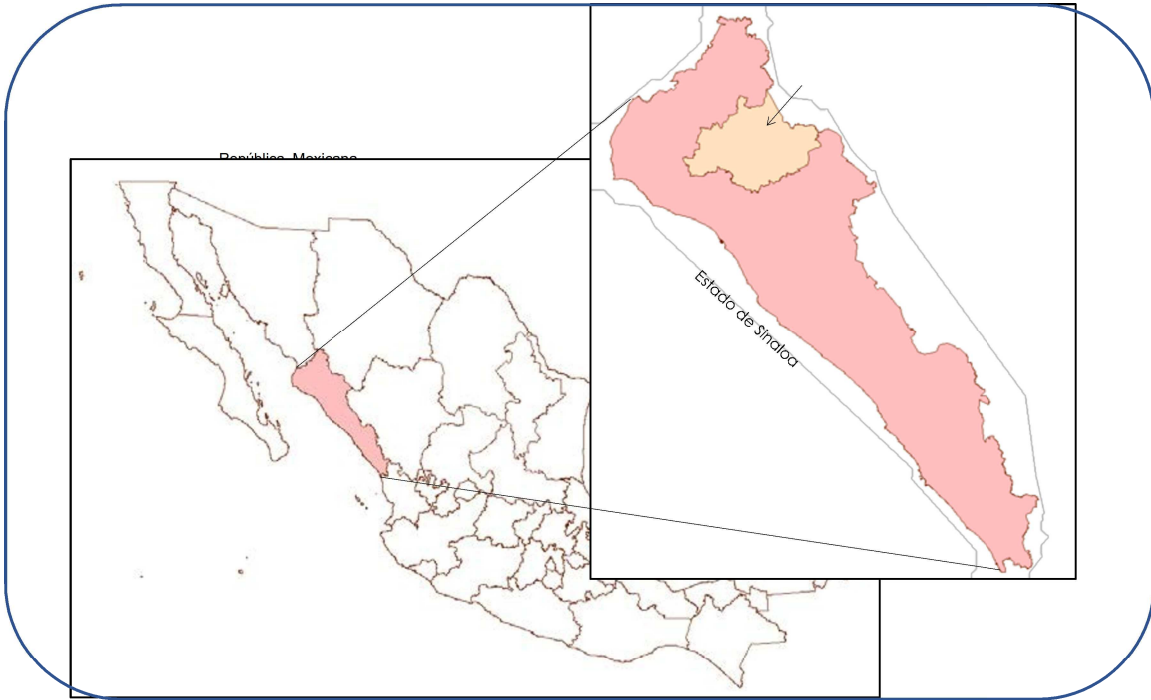


Figura II.5. Ubicación del proyecto en el Estado de Sinaloa, dentro del Municipio de Sinaloa

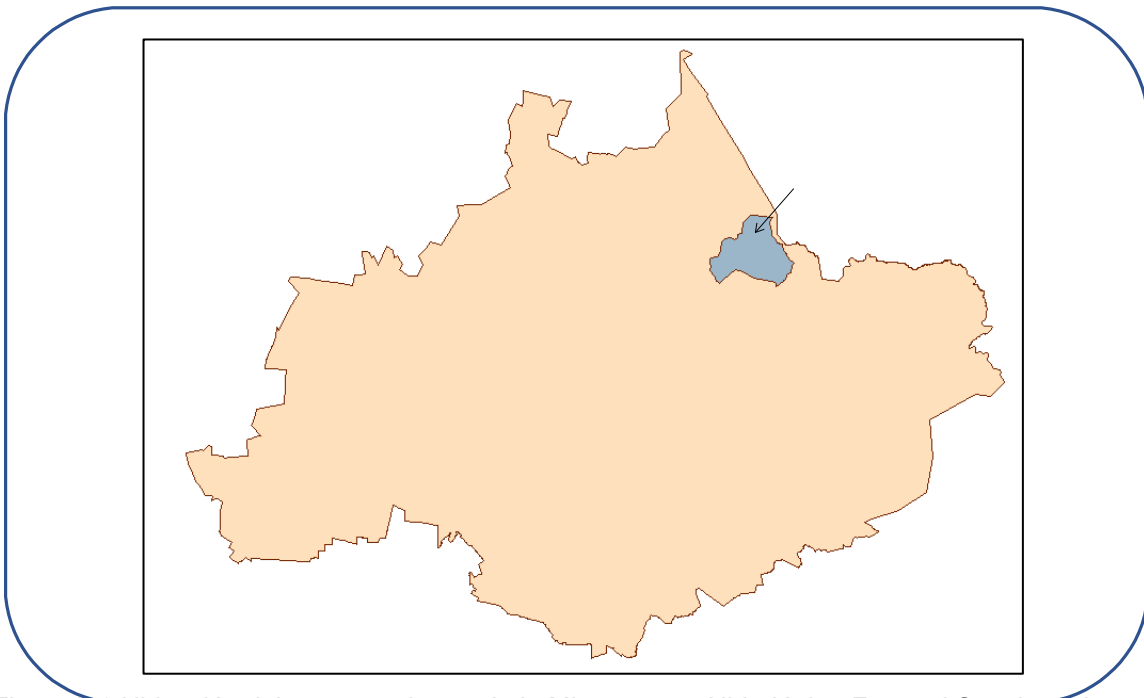


Figura II.6 Ubicación del proyecto dentro de la Microcuena Hidrológico-Forestal San José de Gracia, en el Municipio de Sinaloa

El proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Sinaloa, localizada en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa, Municipio de Sinaloa, en la Cuenca Río Sinaloa y en la Subcuenca San Jose de Gracia y está integrado en la Microcuenca San Jose de Gracia, que es del tipo dendrítico y comprende un área de 8378.39335 Ha.

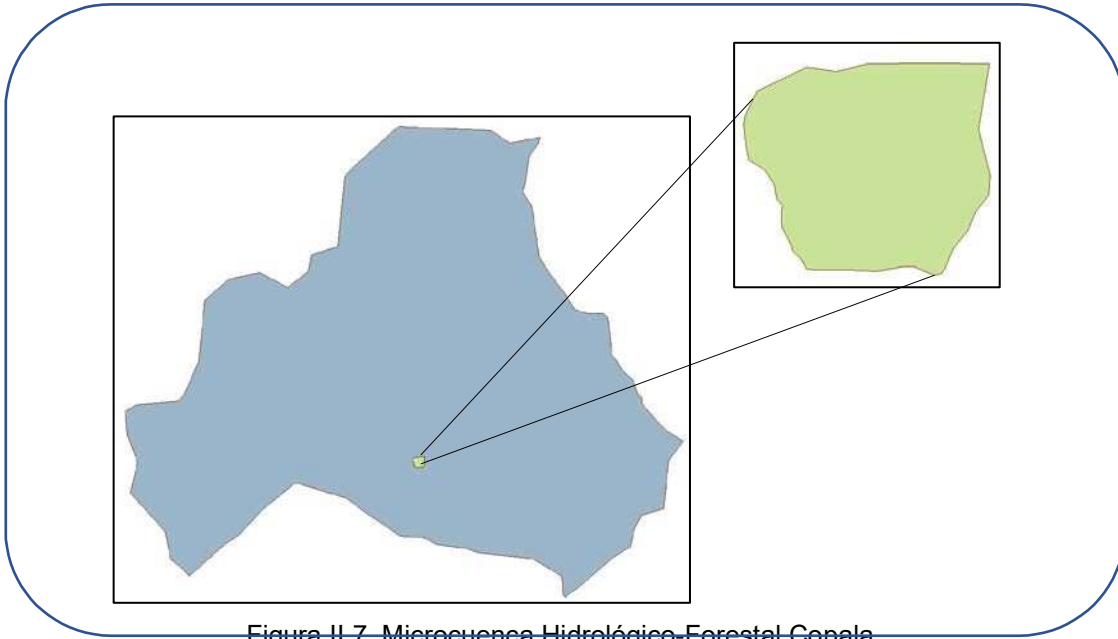


Figura II.7 Microcuenca Hidrológico-Forestal Copala.

La obra minera proyectada por Dynaresource de México solo ocupará 3.0981 Ha en dicha microcuenca, es decir solamente el 0.0742% de su superficie total.

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Como parte de las particularidades del proyecto, hay que mencionar la urbanización que presenta la zona y la demanda de servicios que el proyecto requerirá.

La zona de estudio se encuentra dentro de la zona rural del Municipio de Sinaloa, en poblado de San Jose de Gracia se cuenta con los servicios básicos como energía eléctrica, y agua potable, se carece de drenaje y sistemas de tratamiento de aguas sanitarias.

En lo que respecta a vías de acceso, la zona cuenta con carreteras y caminos vecinales de terracería en perfectas condiciones, en lo que respecta a servicios el proyecto demandará.

Energía eléctrica: El servicio de energía eléctrica lo proporciona en la zona la Comisión Federal de Electricidad, mediante las torres y redes de cableado existentes en el municipio.

Para la operación de la planta de beneficio existente fue necesario conducir la energía eléctrica hasta una subestación.

Agua potable, alcantarillado y drenaje sanitario: La zona cuenta con disponibilidad de agua potable, servicio que administra y proporciona la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa. No se cuenta con drenaje ni sistema de alcantarillado en la zona, aunado a lo anterior se carece de sistemas de tratamiento de aguas residuales, las casas habitación descargan sus afluentes en fosas sépticas.

En lo que respecta al proyecto, este no demandará agua para el proceso, solo requerirá agua subterránea, para el regado del estrato durante la construcción de terracerías, así como en el regado de los caminos de acceso para el control de tolveneras, Dynaresource cuenta con pozo de extracción en planta de beneficio, el cual se encuentra debidamente autorizado por CONAGUA y las aguas residuales sanitarias que el área de dormitorios y comedor generan son descargados a fosa séptica que periódicamente es desazolvada por compañía prestadora de tal servicio. Como ya se mencionó la obra de ampliación, solo requerirán de agua para el movimiento de tierras, y las aguas sanitarias en el frente de trabajo serán dispuestas en letrina portátil instalada en los frentes de trabajo, la cual será usada por los trabajadores contratados para el desarrollo de las obras.

Combustibles: La gasolina y diesel requeridos para el funcionamiento de los vehículos de transporte, maquinaria y equipo a utilizar en las obras serán abastecidos de los tanques de almacenamiento de la misma mina Dynaresource Resource.

Servicios de recolección y disposición final de residuos sólidos: Los residuos y materiales generados durante las diferentes etapas de la obra serán depositados en los sitios donde el departamento de desarrollo urbano y ecología municipal autorice.

Los residuos sólidos urbanos y peligrosos que se llegaran a generar durante la construcción de la obra serán almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para ser posteriormente enviados a planta, para ser recolectados posteriormente por empresas contratadas para su disposición final adecuada.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión fija que se requiere para ejecutar el proyecto es de un total de \$6,000,000.00 (Seis millones de pesos 00/100 mn), lo que equivale a 300,300.30 (trescientos mil trescientos pesos 30/100 mn) según paridad dólar peso (\$19.98) al 05 de septiembre del 2022.

El desarrollo de la obra de construcción de la presa seca de jales mineros generará 20 empleos directos, y 80 indirectos.

II.2 Características particulares del proyecto.

II.2.1 Dimensiones del proyecto

Especifique la superficie total requerida para el proyecto, desglosándola de la siguiente manera:

a) Superficie total del predio (m2)

Las obras consideran la ocupación de terrenos de uso común del ejido Santa María, municipio de Sinaloa en una superficie total de 6-22-05.42 Ha.

Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)
Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00

b) Superficie a afectar (m2) con respecto a la cobertura vegetal área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio. Indicar para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

De la superficie total del proyecto (6-22-05.42 Ha), solo será necesario el cambio de uso de suelo de 3-09-81.00 Ha de terrenos de selva baja caducifolia, lo cual corresponde el 49.804% de la superficie total.

c) Superficie (m2) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Como obras permanentes se considera toda aquello que implique desarrollo de obra civil, por lo tanto la superficie total solo será trabajada en movimientos de tierras, necesarios para la construcción de terracerías, bermas y taludes. Por tanto puede decirse que no habrá con el desarrollo del proyecto obras permanentes.

d) Superficies (s) del predio (s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, resturación y otros usos, además considerar las dimensiones del proyecto de acuerdo con las siguientes variantes:

Como ya se ha manifestado, la superficie total de las obras destinadas a la construcción de la presa seca de jales mineros es de 6-22-05.42 Ha, misma superficie que un 49.804% será sujeta a cambio de uso de suelo, el proyecto considera programa conservación de suelo y agua, y conforme avancen las obras, se realizarán actividades de restauración concurrente, es decir se trabajará a la par en la operación y restauración de sitios, con ello se garantiza que el daño ocasionado por el desmonte, será restaurado al 100% mediante la reforestación propuesta en anexo 6.

Lo anteriormente descrito se concentra en la siguiente tabla.

Descripción	Superficie (Ha)	Superficie CUSTF	Superficie restauración (Ha)
Construcción de presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00	4-00-30.00

En otro tenor, de acuerdo a la zonificación de terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal con base al inventario forestal nacional y el ordenamiento ecológico del territorio nacional, las superficies sujetas a cambio de uso de suelo también pueden clasificarse de la siguiente manera:

Zonas	Clasificación	Sup (Ha)	%
Zonas de Conservación y Aprovechamiento Restringido	Áreas Naturales Protegidas		
	Superficie arriba de los 3000 MSNM		
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°		
	Superficie con v egetación de manglar o bosque mesófilo de montaña		
	Superficie con cobertura v egetal		
Zona de Producción	Superficie con v egetación de galería		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestalde productiv idad maderable alta		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestalde productiv idad maderable media		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestalde productiv idad maderable baja	3-09-81.00	100%
	Terrenos con v egetación forestal de zonas áridas		
Zonas de restauración	Terrenos adecuads para realizar forestaciones	*4-00-30.00	100%
	Terrenos con degradación alta		
	Terrenos con degradación media		
	Terrenos con degradación baja		
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración		

* Superficie que será restaurada concurrentemente con el desarrollo de las obras

- Si el proyecto se encuentra dentro de un conjunto predial se mencionará las superficies totales del conjunto predial y/o de cada predio, además, especificar el tipo de superficie en hectáreas y el porcentaje de las mismas.

La obra en estudio trata de un solo predio de 6-22-05.42 Ha, el cual presenta en 3-09-81.00 cobertura de selva baja caducifolia que requiere de CUST, dicha superficie representa el 49.804% de la superficie total del predio en estudio.

II.2.2 Representación gráfica regional

El complejo minero en estudio se ubica bajo los siguientes rasgos geográficos.

Estado: Sinaloa
Municipio: Sinaloa
Comunidad: San Jose de Gracia
Región Hidrológica: Sinaloa Cuenca
Hidrológica: Río Sinaloa
Subcuenta hidrológica: San Jose de Gracia
Microcuenca: San Jose de Gracia

Ver a continuación, imágenes de ubicación del proyecto en los contextos estatal, municipal, y regional.

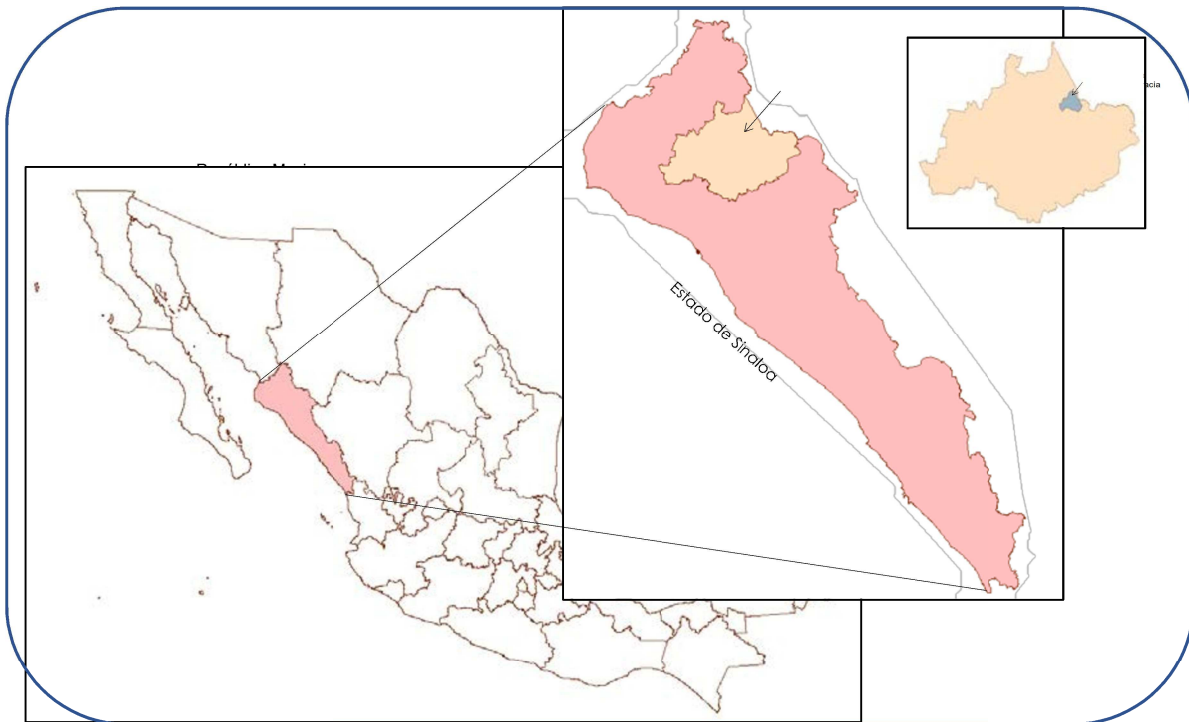


Figura II.8 Ubicación del proyecto en el contexto nacional, estatal y municipal.

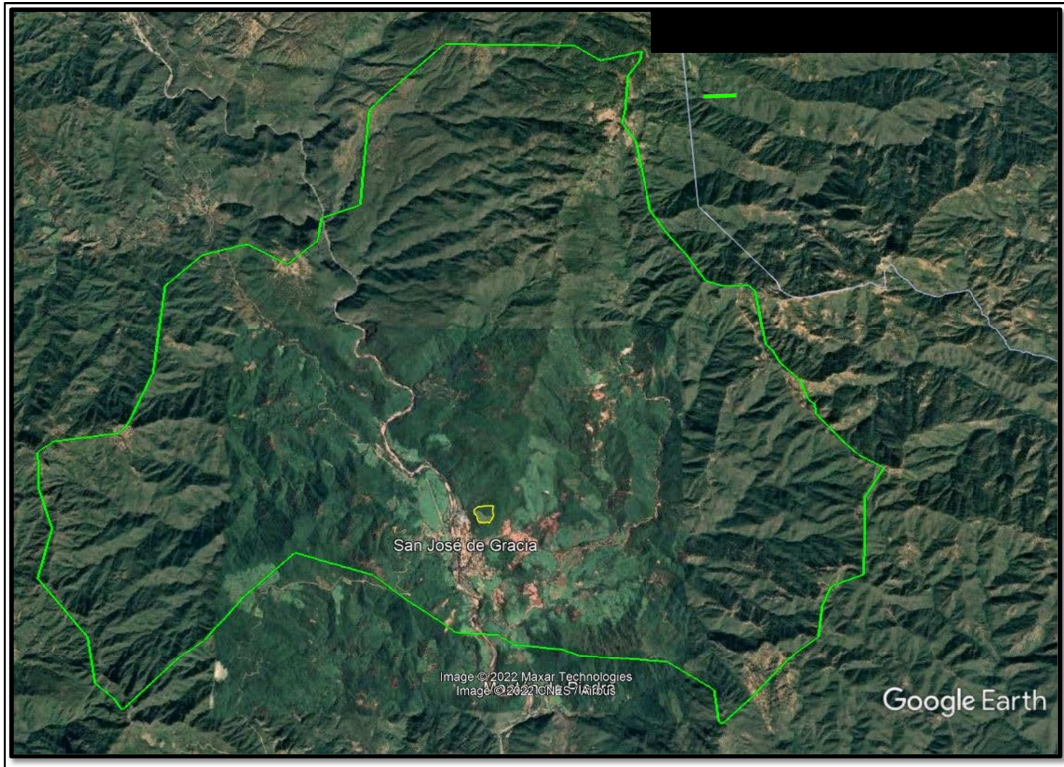


Figura II.9 Localización del proyecto en el contexto regional, en la microcuenca Copala

II.2.3 Representación gráfica local

El proyecto objeto de estudio, implica una serie de actividades para el desarrollo de la obra de construcción de la presa seca de jales mineros, dentro de las cuales se considera el cambio de uso de suelo de 3-09-81.00 Ha de Selva Baja Caducifolia, actividad que representa la mayor afectación ambiental.

En las siguientes imágenes se muestra la localización de la obra de mayor impacto.

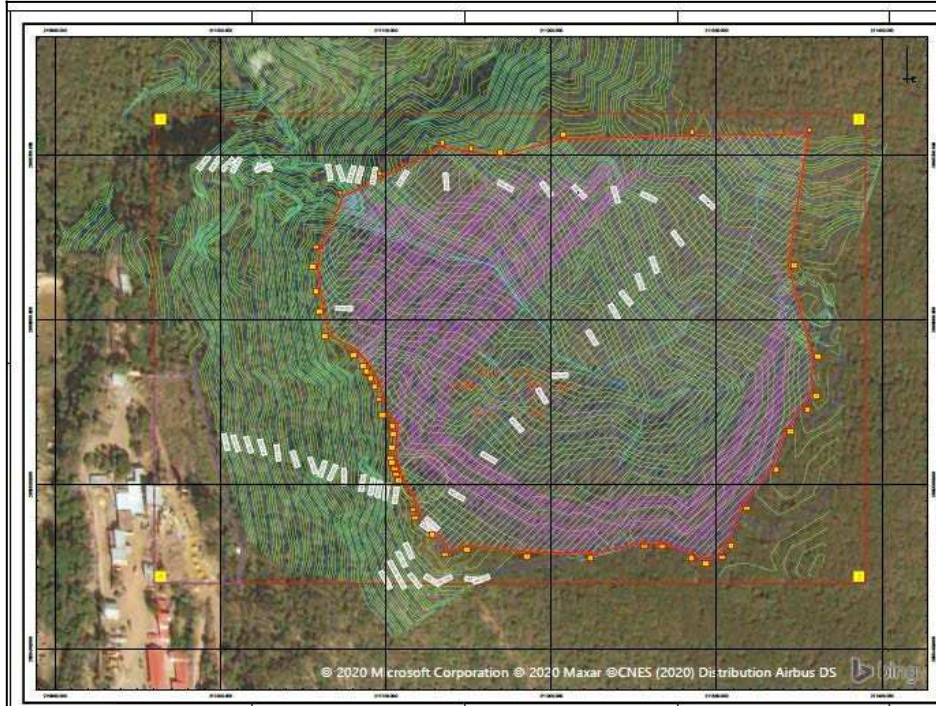


Figura II.10.- Localización de la obra dentro del contexto local (poblado San Jose de Gracia)

II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

El área de estudio es un área que recibe la influencia de las actividades el poblado donde se enclava y de las propias actividades mineras que este desde hace años se desarrollan, por tal situación aunado a que los trabajos preliminares de campo y de gabinete ya fueron realizados, en esta etapa solo consideraremos como actividades de preparación del sitio las siguientes:

Ahuyentamiento y traslocación de fauna.- Previo a la introducción de maquinaria y equipo a las áreas de desmontar, se realizarán recorridos con la intención de hacer sonidos ruidosos para que la fauna presente emigre a zonas de mayor tranquilidad, dichos recorridos se realizarán también con la intención de rescatar y reubicar especies de lento desplazamiento. Ver en anexo 6 programa de rescate y reubicación de fauna silvestre propuesto.

Rescate de flora.- Durante los mismos recorridos para ahuyentar y rescatar la fauna, los biólogos determinarán todos aquellos organismos susceptibles de ser rescatados y reubicados, aun cuando no fueron detectados en los trabajos de campo especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se pondrá especial atención en el rescate y reubicación de cactáceas, representadas en su totalidad por 75 organismos,

Ver en anexo 6 programa de rescate y reubicación de flora propuesto.

Para garantizar el éxito de las tareas de rescate y reubicación de flora, se deben aplicar los siguientes criterios:

- ✓ Los organismos a traslocar serán retirados de forma manual, utilizando herramientas menores como palas rectas y curvas, como extraer el cepellón, efectuando de inmediato su traslado en carretillas al sitio de replantación.
- ✓ El sitio de trasplante será en un sitio con características ambientales similares al sitio de donde fueron los organismos rescatados.
- ✓ Los organismos reubicados serán identificados con cintillas de color metálico o fluorescente, para su fácil localización.
- ✓ Realizar mantenimiento a las plantas reubicadas, cuyas actividades serán riego periódico, poda y fertilización en caso de requerirse.
- ✓ Mantener monitoreo de organismos trasplantados, llevando su registro de sobrevivencia, y estado de conservación.

Aunado a lo anterior en las actividades de preparación de sitio se realizarán las siguientes actividades para evitar problemas de contaminación:

Delimitación de la superficie a desmontar: Con el equipo de topógrafos se trabajará en delimitar con mojoneras las áreas sujetas a cambio de suelo de suelo, esto consistirá marcar los vértices del polígono, donde se construirá bien cimentada la mojonera que contenga la identificación del punto y su coordenada UTM correspondiente.

Desmonte.- Estos trabajos consistirán en remover la vegetación que queda dentro de los frentes de trabajo, para ello serán perfectamente bien delimitadas las áreas que presentan vegetación y que nos dan una superficie de 3-09-81.00 Ha de recursos forestales, estas actividades eliminarán de la superficie todo organismos arbustivo y arbóreo presente, se utilizará maquinaria pesada como bulldozer y retroexcavadoras, los restos vegetativos serán clasificados en leña, pedacería y hojarasca, la leña será donada a los ejidatarios y la hojarasca será dispuesta en el sitio destinados a almacenamiento temporal de suelo orgánico.

Despalme y Almacenamiento de Suelo Orgánico.- Esta actividad consiste en retirar una capa de 10 cm de suelo orgánico, en esta capa se retira la materia orgánica, suelo, hierbas, raíces que quedaron después del desmonte, la finalidad es encontrar el material rocoso sobre el cual se harán los cortes y se trabajará en compactar las terracerías. Se estima generar aproximadamente 3098.10 m³ de suelo orgánico, mismo que será dispuesto temporalmente en predio asignado para ello para posteriormente ser reutilizado en las actividades de restauración.

Colocación de letrinas móviles.- Previo al inicio de cualquier actividad en el sitio éste deberá ser acondicionado para atender las necesidades de los trabajadores de la obra, situación por la cual serán instaladas letrinas móviles en los frentes de trabajo con la intención de que los trabajadores atiendan en ellas sus necesidades fisiológicas. Se tiene proyectado instalar 1 letrina móvil en cada frente de trabajo

Colocación de contenedores de residuos.- Al igual que las letrinas móviles, se colocarán en los frentes de trabajo contenedores perfectamente bien identificados para disposición temporal de basura común y residuos peligrosos generados de manera emergente.

La etapa de preparación del predio según calendario de trabajo pretende llevarse a cabo en 4 meses.

CONSTRUCCIÓN

Construcción de presa seca de jales mineros.- El proyecto objeto de estudio considera en realizar excavaciones y cortes que permitan la construcción de la presa seca de jales mineros (bordo perimetral), se trabajará en realizar primeramente los movimientos de tierras con maquinaria pesada necesarios para la construcción de las terracerías (cortes para suavizar pendientes y compactación) y así poder continuar con la construcción del bordo iniciador, el cual no es más que un terraplén perfectamente compactado de suelo del predio y tepetapes (corona de 5 m y taludes 3:1), el cual será la estructura inicial que sostendrá a los jales secos que serán enviados desde la planta de beneficio, se continuará el proceso constructivo con la instalación de la cubierta de geomembrana en los fondos a fin de evitar cualquier infiltración al subsuelo, las pendientes de la presa se trabajarán de tal manera que cualquier agua puvial sea adecuadamente conducida. Como se ha redactado los trabajos de construcción propuestos en este DTU-BP solo implican el corte, excavación y movimiento de tierras con maquinaria pesada, siendo la compactación unos de los más importantes, lo que se pretende es construir el vaso de disposición seguro de los jales mineros, los cuales son subproductos sin valores provenientes de los procesos de beneficio de mineral, por lo que su confinamiento especial debe ser seguro y ambientalmente amigable.

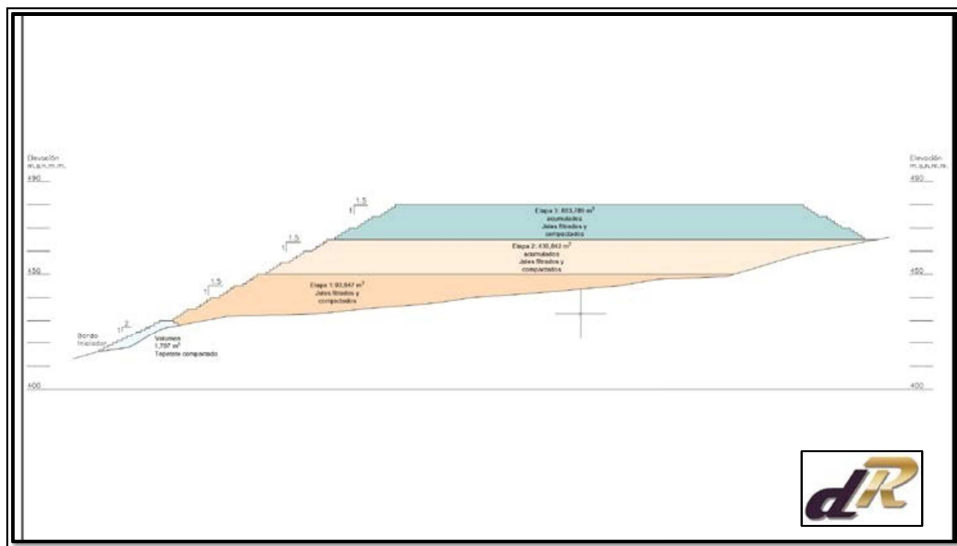


Figura II.11 Diseño de la presa de jales seco propuesta

La maquinaria prevista a utilizar para la construcción de la presa de seca de jales mineros se describe a continuación.

No.	Tabla II.3 Maquinaria pesada	Cantidad
1	Cargador frontal Caterpillar 950H de 3 m ³ de capacidad	1
2	Camión de volteo Caterpillar capacidad 12 m ³	3
3	Aplanadora de Rueda Caterpillar	1
4	Motoconformadora Caterpillar	1
5	Camión pipa con capacidad de 20 m ³	2
	Total	8

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

La obras y actividades propuestas en el presente DTU-BP no considera el desarrollo de obras provisionales, ya que la planta de beneficio y sus áreas complementarias ya se encuentran construidas y en operación, motivo por el cual se hará uso de tal infraestructura para satisfacer la demanda de los requerimientos que el presente proyecto demande.

Se cuenta con dormitorios, áreas de servicio, y servicios como agua potable, baños y sanitarios, así como maquinaria, equipo y combustibles a primera mano.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto cuenta con adecuadas vías de comunicación, se puede acceder a la cabecera municipal por la carretera No. 40 y de ahí continuar por caminos de terracería que llevan a los poblados Las Higueras, para continuar por los poblados Santa Magdalena y La Mesa del Gallo, tras dichos poblados se llega a San Jose de Gracia, es importante mencionar que dichos caminos son sinuosos y en ocasiones en temporada de lluvia se ponen intrasitables, por lo que la vía más común de acceso a la mina de Dynaresource de México, es a través de los vuelos en aerotaxis. En lo que respecta al resto de obras asociadas como dormitorios, comedor, oficinas, éstas no son requeridas en el presente estudio, puesto ya fueron autorizadas, y se encuentran ya construidas y en operación.

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

La vegetación del área por afectar está constituida por especies del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, pertenecientes a los siguientes tipos de vegetación: **Selva baja caducifolia**, esto en base al muestreo realizado en el área del proyecto (en el Proyecto de Uso del Suelo y Vegetación Serie VI, del Mapa digital editado por el INEGI (2017), presenta que corresponde al tipo de vegetación Selva Baja Caducifolia Secundaria Arbustiva; igualmente en el SIGEIA, presenta el mismo tipo de vegetación que presenta el mapa digital del INEGI).

Debido a las características dasométricas encontradas hacen posible la cuantificación volumétrica de las especies en el área bajo estudio, se determinó dejar como **Selva Baja Caducifolia Arbórea**, en base a la fracción LXXI Bis. "Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ...", ya que, la frecuencia de altura acumulada arriba de 5 metros corresponde al 65.30% del total del arbolado, como se muestra en la tabla y figura siguientes, por lo que a continuación se describe la metodología empleada para la cuantificación de materias primas.

Tabla II.4.- Resultado de la Frecuencia de la Altura en metros del estrato arbóreo, para los 10 Sitios de muestreo.

Altura	Frecuencia	Porcentaje
Válido 1.40	2	0.4
1.60	3	0.5
2.00	2	0.4
2.50	1	0.2
3.00	5	0.9
4.00	73	12.9
5.00	110	19.5
6.00	172	30.4
7.00	142	25.1
8.00	36	6.4
9.00	7	1.2
10.00	5	0.9
11.00	5	0.9
12.00	1	0.2
13.00	1	0.2
Total	565	100.0

Estadísticos
 Altura

N	Válido	565
	Perdidos	0
Media		5.9789
Error estándar de la media		.06214
Mediana		6.0000
Moda		6.00
Desviación estándar		1.47701
Varianza		2.182
Mínimo		1.40
Máximo		13.00
Suma		3378.10
Percentiles	25	5.0000
	50	6.0000
	75	7.0000

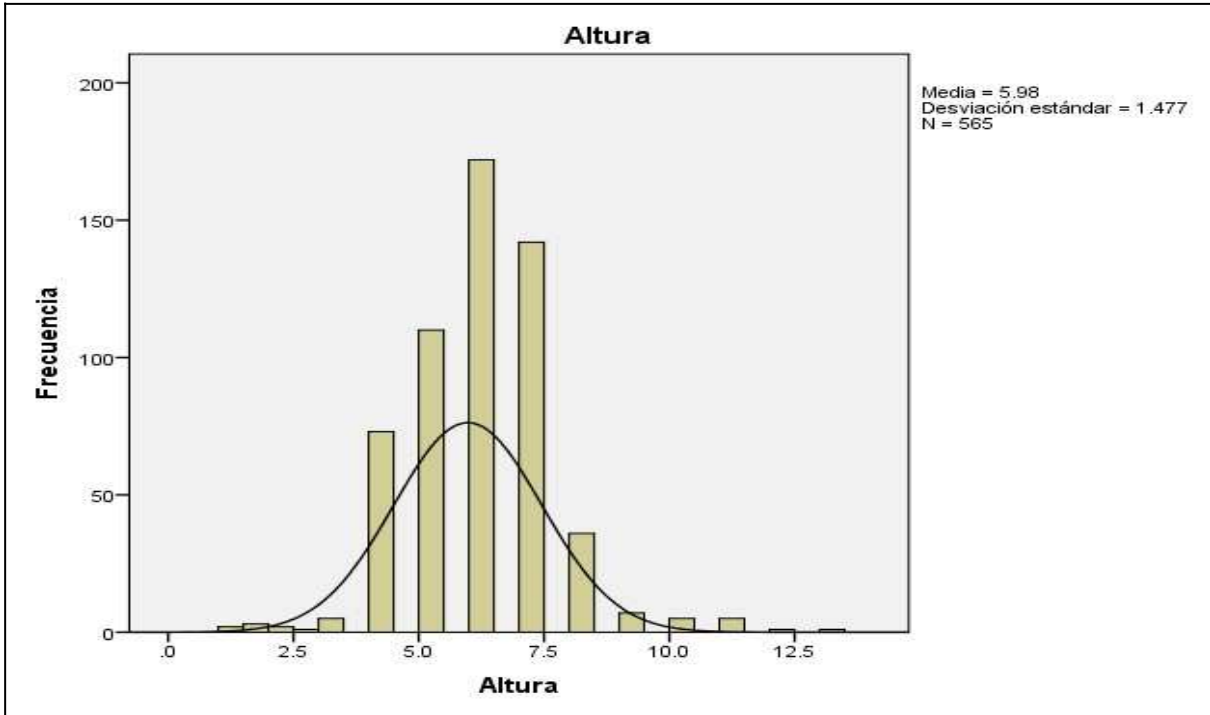


Figura II.12.- Resultado de la Frecuencia de Altura del estrato arbóreo.

II.2.7.1 Metodología empleada para la determinación de los volúmenes a extraer.

II.2.7.1.1 Diseño de muestreo.

Un inventario forestal es un proceso mediante el cual se logra determinar la productividad del bosque en algunas de sus características más importantes como la cantidad (volumen) de madera, calidad de la misma, especies, etc.

Aunque tradicionalmente el inventario se ha reducido casi que específicamente a la madera, es de suponerse que con la extensión ecológica de la palabra bosque a otros seres vivos, la teoría de inventarios empieza a rondar por esos terrenos.

El inventario tradicional para considerarse completo debe llevar una descripción de la zona, del régimen de propiedad, así como de la forma de elaborar los cálculos, (volumen de los árboles, incrementos), y otra serie de informaciones de acuerdo a su complejidad.

El muestreo es un elemento imprescindible; se requirió acudir a las técnicas estadísticas de muestreo de recursos naturales, es decir estableciendo fórmulas que permitan llegar a estimaciones confiables; lo anterior, porque un censo o conteo completo de recursos resulta demasiado costoso y tardado. El muestreo se realizó con el objetivo de determinar la cantidad de volumen de madera por especie a extraer de la superficie del proyecto.

Existen algunas técnicas de muestreo, cuadradas, circulares, rectangulares y rectangulares angostas; se determinó hacer del tipo rectangulares, dado que abundancia de especies es muy variable.

Con el propósito de obtener una muestra representativa de los individuos a muestrear, se utilizó un inventario de muestreo que se basa en una cuadrícula con inicio aleatorio, con el fin de obtener resultados confiables y poder generalizar los resultados obtenidos a toda la población, logrando optimizar recursos, utilizando el **Sistema de Muestreo Simple Aleatorio**.

Muestreo simple aleatorio, el muestreo simple al azar es el método fundamental de selección y todos los otros procedimientos de muestreo probabilístico son realmente modificaciones que pretenden lograr mayor economía o precisión. El muestreo simple al azar requiere que todas las posibles combinaciones de las n (tamaño de muestra) unidades muestrales tengan una probabilidad igual de ser elegidas entre la población de N (tamaño de la población).

La elección de una unidad muestral debe estar libre de toda predisposición y debe ser totalmente independiente de la elección de las otras unidades. Cuando se van a emplear unidades muestrales (sitios) de área fija de forma rectangular es posible dividir el área en un número de sitios de esa forma con el tamaño establecido que incluyan a toda la superficie de **3.0981 hectáreas**, posteriormente sólo se requiere que por cualquier procedimiento al azar se elijan las unidades que se incluirán en la muestra.

II.2.7.1.2 Forma y tamaño de los sitios.

El tamaño de los sitios se dividió por estrato.

- a) Estrato arbóreo sitio de forma rectangular: Largo 50 m x 20 m de ancho (1000 m²)
- b) Estrato arbustivo sitio de forma cuadrada: Largo 10 m x 10 m de ancho (100 m²)
- c) Estrato herbáceo sitio de forma cuadrada: Largo 2 m x 2 m de ancho (4 m²)

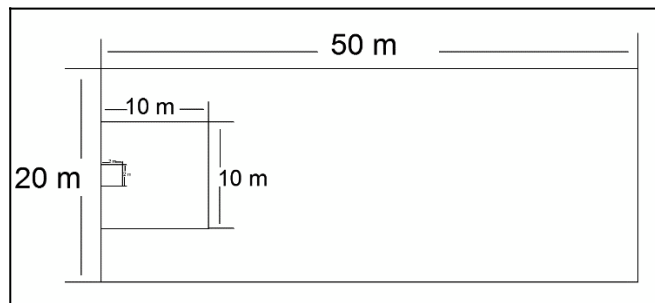


Figura II.13. Esquema del tamaño de los 3 sitios de muestreo

II.2.7.1.3 Intensidad de muestreo.

El diseño de premuestreo para el área del proyecto se conformó por **10 sitios** de 1,000 m²/uno (premuestreo total de 10,000 m²) los cuales se están distribuidos en el área del mismo, con el tipo de vegetación Selva baja caducifolia, con una superficie de cambio de uso del proyecto de **3.0981 hectáreas**, por lo que se tiene una intensidad de muestreo del **32.28%**.

II.2.7.1.4 Número total de sitios muestreados

El cálculo del tamaño de la muestra es una de las decisiones más importantes a adoptar en la planificación del inventario forestal, puesto que determina la precisión y valor de los resultados, así como el tiempo y costos requeridos. Generalmente es conveniente tener un balance eficiente entre precisión y costo. Uno de los factores clave para determinar el tamaño de la muestra es la variabilidad de la población a inventariar. Poblaciones con alta variabilidad requieren de más parcelas para obtener un determinado nivel de precisión, mientras que poblaciones con baja variabilidad requieren de menos parcelas de muestreo. De no disponerse de tales informaciones, es conveniente realizar un premuestreo o muestreo piloto cuyo objetivo principal sería determinar la variabilidad del bosque a inventariar.

Para calcular ***n* = tamaño de muestra** en este caso, como en todo el inventario los valores conocidos para la realización de un premuestreo aleatorio son:

Para esto se realiza un muestreo piloto o premuestreo, para así conocer una medida de la variabilidad. Con los valores de los 10 sitios al azar se efectuarán los primeros cálculos.

t = de las tablas de ***t*** de Student; generalmente se usa una ***α*** de **0.05**, para tener un **95%** de confiabilidad.

N = Número total de unidades de la población (30 sitios).

n = preliminar igual 10 sitios (premuestreo aleatorio)

Se tomó la consideración de utilizar un método de muestreo extensivo por las características del área sujeta a cambio de uso del suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera irregular en toda el área, ya que la distribución depende de la superficie de cada polígono de cambio de uso de suelo.

Se trata de un macizo forestal irregular, incoetáneo, constituido por vegetación de selva baja caducifolia, con alteraciones aisladas de tipo antropogénico, con espesura que varía en el 70-80% en promedio, ya que existen algunas áreas que no presentan vegetación, donde su estado sanitario es aceptable, con una perturbación media.

Con el propósito de obtener una muestra representativa de los individuos a muestrear, se utilizó un inventario de muestreo que se basa en una cuadrícula con inicio aleatorio, con el fin de obtener resultados confiables y poder generalizar los resultados obtenidos a toda la población, logrando optimizar recursos, utilizando el SISTEMA DE MUESTREO SIMPLE ALEATORIO.

Para el polígono del predio donde se ubicará el proyecto se realizó un premuestreo simple aleatorio, utilizando un premuestreo al azar de 10 sitios y a partir de este poder determinar el tamaño de muestra mediante la fórmula:

Fórmula Tamaño de Muestra:

$$n = \frac{S_y^2}{\frac{B_\mu^2}{t^2} + \frac{S_y^2}{N}}$$

Varianza:

$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1-f]$$

Una vez, haber realizado el premuestreo en los 10 sitios, se calculó el tamaño de muestra con una confiabilidad del 95%, para determinar el error de muestreo, utilizando el índice de Shannon-Wiener, usando este último, debido a que nos interesa la biodiversidad del proyecto

Fórmula Tamaño de Muestra:

$$S^2$$

Varianza:

$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1-f]$$

Tabla II.5.- Determinación del índice de Shannon-Wiener para cada sitio de muestreo.

Sitio	índice Shannon-Wiener	Sitio	índice Shannon-Wiener
1	1.669	6	1.687
2	1.961	7	1.311
3	1.622	8	1.280
4	1.533	9	1.237
5	1.332	10	1.385

Tabla II.6.- Estadísticos Frecuencia del índice de Shannon

Estadísticos		
Shannon Predial		
N	Válido	10
	Perdidos	0
Media		1.5017
Mediana		1.4590
Moda		1.2370 ^a
Desviación estándar		0.2326
Varianza		0.054
Suma		15.0170
Percentiles	25	1.3033
	50	1.4590
	75	1.6735
a. Existen múltiples modos. Semuestra el valor más pequeño.		

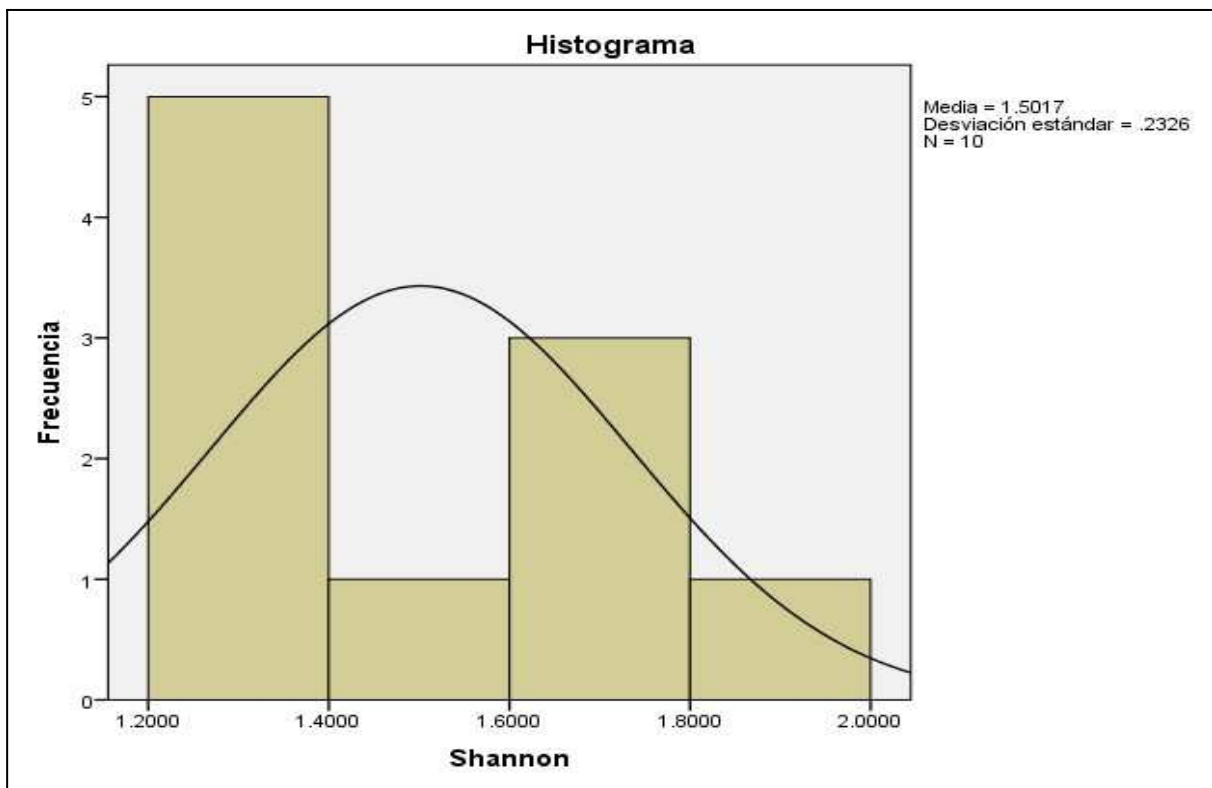


Figura II.14.- Histograma de Distribución Normal de los valores de diversidad de Shannon (Frecuencia)

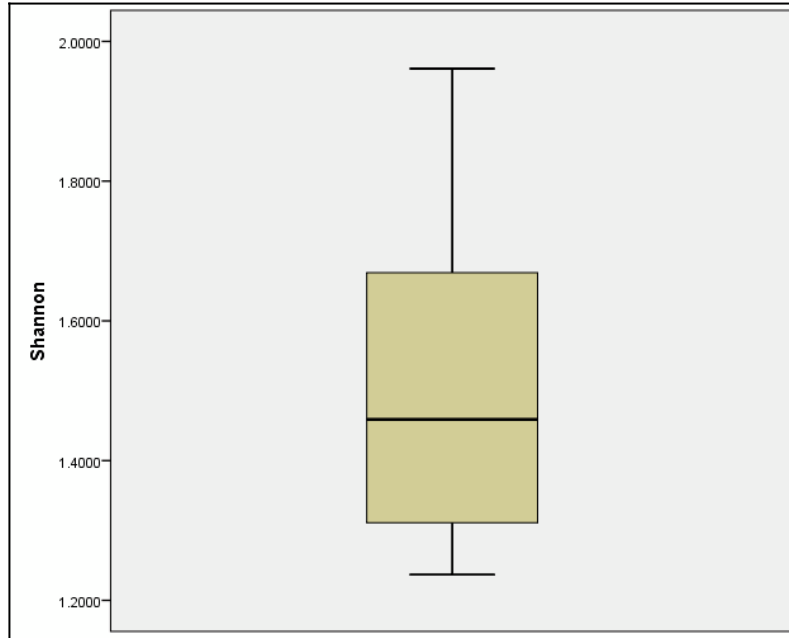


Figura II.15.- Determinación del Número de sitios (n)

Resultado del tamaño de muestra que debe de realizar	n = 9
--	-------

Tabla II.7- Descriptivos estadísticos de los datos de Shannon.

Descriptivos estadísticos de los datos de Shannon				
PARAMÉTR O S		Estadístico	Error estándar	
Shannon	Media	1.5017	0.073402	
	95% de intervalo de confianza para la media ¹	Límite inferior	1.33534	
		Límite superior	1.66806	
	Media recortada al 5%	1.490889		
	Mediana	1.459000		
	Varianza	0.054		
	Desviación estándar	0.232554		
	Rango	0.724		
	Rango intercuartil	0.3702		
	Asimetría	0.738	0.687	
Curtosis	-0.135	1,334		

Se realizó una Prueba de Normalidad de Kolmogórov- Smirnov para una muestra, con el objetivo de señalar si los datos provienen de un universo que tiene una distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada. Si presentan particularmente unadistribución normal.

¹ Comparar Medias (Prueba T para una muestra)

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra		
		Individuos
N		10
Parámetros normales ^{a,b}	Media	1.5017
	Desviación estándar	.232554
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.192
	Positivo	0.192
	Negativo	-0.128
Estadístico de prueba		0.192
Sig. asintótica (bilateral)		0.200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las categorías de Sitio se producen con probabilidades de igualdad.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	1.000	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Shannon es normal con la media 1.5017 y la desviación estándar 0.233.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	.200 ^{1,2}	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

¹Lilliefors corregido

²Este es un límite inferior de la verdadera significación.

Figura II.16.- Resumen de contrastes de hipótesis de la Prueba no Paramétrica.
 Fuente: IBM SPSS
 Statistics

De acuerdo al resultado del dato estadístico de contraste, el test de significancia resultante es igual a $p=0.200$, que es mayor de 0.05, lo que indica que la distribución es normal. Por lo que, se concluye que el número de sitios de premuestreo levantados, son más que suficientes y podrían convertirse en el muestreo realizado, por ser mayor la significación del estadístico de contraste que el nivel previamente establecido (alfa = 0.05).

POR LO QUE PODEMOS CONCLUIR QUE EL NÚMERO DE SITIOS DE PREMUESTREO LEVANTADOS SON MÁS QUE SUFICIENTES Y SE CONVIERTEN EN EL MUESTREO REALIZADO.

En base al premuestreo levantado, se puede concluir que el número de sitios levantados son más que suficientes, por lo tanto, se relaciona el cuadro donde se asientan las coordenadas de cada sitio de muestreo en donde fueron levantados de 1,000 m² cada uno:

Tabla II.8.- Coordenadas de los sitios de muestreo

Coordenadas de los sitios del muestreo predial							
Coordenadas UTM WGS84 zona 13							
N° Sitio	Vértice	X	Y	N° Sitio	Vértice	X	Y
1	1	211321.7	2895659.0	6	1	211221.3	2895609.7
	2	211322.0	2895709.0		2	211221.7	2895659.7
	3	211342.0	2895708.9		3	211241.7	2895659.6
	4	211341.7	2895658.9		4	211241.3	2895609.6
2	1	211181.7	2895660.0	7	1	211301.3	2895609.1
	2	211182.0	2895710.0		2	211301.7	2895659.1
	3	211202.0	2895709.9		3	211321.7	2895659.0
	4	211201.7	2895659.9		4	211321.3	2895609.0
3	1	211281.0	2895559.3	8	1	211241.3	2895609.6
	2	211281.3	2895609.3		2	211241.7	2895659.6
	3	211301.3	2895609.1		3	211261.7	2895659.4
	4	211301.0	2895559.1		4	211261.3	2895609.4
4	1	211181.3	2895610.0	9	1	211281.3	2895609.3
	2	211181.7	2895660.0		2	211281.7	2895659.3
	3	211201.7	2895659.9		3	211301.7	2895659.1
	4	211201.3	2895609.9		4	211301.3	2895609.1
5	1	211241.0	2895559.6	10	1	211321.3	2895609.0
	2	211241.3	2895609.6		2	211321.7	2895659.0
	3	211261.3	2895609.4		3	211341.7	2895658.9
	4	211261.0	2895559.4		4	211341.3	2895608.9

II.2.7.2. Volúmenes de las materias primas forestales.

Con el basamento de la anterior información, es de señalar que la cantidad a intervenir para la realización del proyecto, se determinó por los volúmenes por especie, realizando la medición directa de todo el arbolado que se ubicó dentro del área censada; donde además de la identificación de las especies, se obtuvieron los parámetros dasométricos de cada uno de los árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro; con estos parámetros, diámetro y altura por especie, se obtuvo con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, la estimación de la hectárea tipo para cada una, así como la estimación de número de árboles y volumen por afectar para la superficie por despallar. Debido a que, en la zona del proyecto, ni en el Estado de Sinaloa, no existe bibliografía referente a tablas de volúmenes, ni modelos matemáticos de las especies sujetas a remoción motivo del presente estudio, para el cálculo de los volúmenes por especie, posterior a la medición directa del arbolado, se determinó a través de la fórmula de **Pressler**:

Fórmula mediante los cuales se obtuvo el volumen por especie:

$$V = \left(\frac{2}{3}\right) \times S_o \times h$$

Donde:

V = Volumen total árbol

S_o = Área basal a 1.3 m de altura, Expresada por $(\pi \times (d^2 / 4))$

h = Altura

Ver en anexo 5, memoria de calculo en Excel por especie maderable y no maderable.

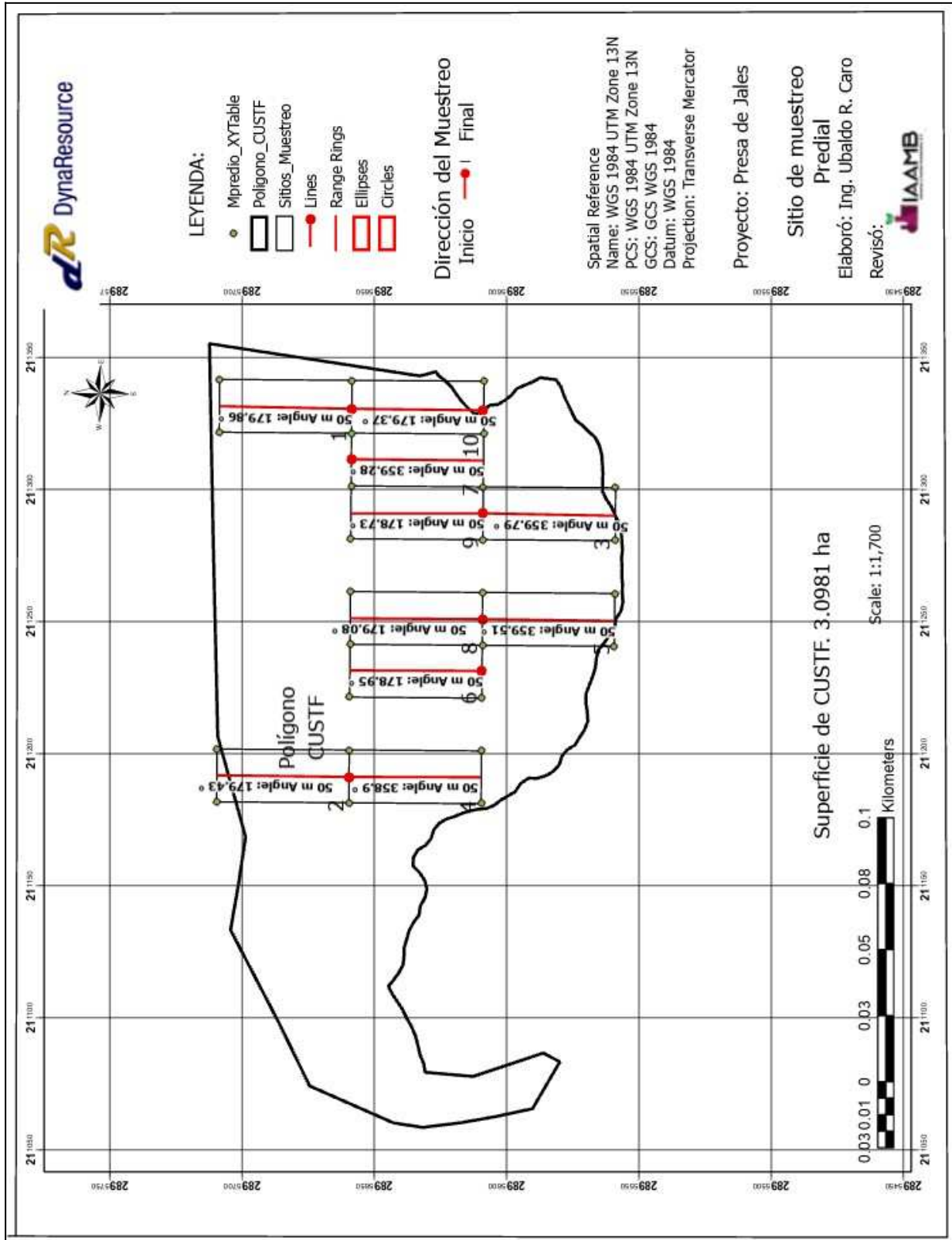


Figura II.16.- Localización de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto

A continuación se presenta la Dirección y coordenadas de inicio y final de como se fue levantando la información de campo en cada sitio de muestreo predial.

Tabla II.9. Coordenada inicial, dirección y coordenada final del muestreo.

N° Sitio	COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 13				
	INICIO		DIRECCIÓN	FINAL	
	X	Y		X	Y
10	211331	2895659	179.4°	211330	2895609
1	211332	2895709	179.8°	211331	2895659
7	211311	2895609	359.3°	211312	2895659
9	211291	2895659	178.7°	211291	2895609
3	211290	2895559	359.8°	211291	2895609
5	211251	2895560	359.5°	211251	2895610
8	211252	2895660	179.1°	211251	2895610
6	211232	2895660	178.9°	211232	2895610
4	211191	2895610	358.9°	211191	2895660
2	211192	2895710	179.4°	211191	2895660

II.2.7.3. Hectarea tipo del proyecto

En Dasometría, inventario forestal significa la determinación de alguna característica de los recursos forestales de un lugar en forma más o menos precisa. Las características que se determinan con más frecuencia son: el volumen, el área basal, la altura media, el número de árboles y a veces se incluye alguna medida de regeneración, etc².

Una vez, haber levantado la muestra y validarla, trataremos de determinar el número de individuos (árboles por especie) para el área total contempla de cambio de uso de suelo, pero antes, determinaremos la hectárea tipo.

Para lo cual, se tomará en cuenta las medidas descriptivas de las muestras (número de individuos, unidades de muestreo, promedios y medianas de la muestra, utilizando para el ello el Software **IBM SPSS Statistics**, el cual ofrece un análisis estadístico avanzado. En el cual, utilizaremos la Estadística Descriptiva (conjunto de técnicas numéricas y gráficas para describir y analizar un grupo de datos, sin extraer conclusiones (inferencias), sobre la población a la que pertenecen, dentro de esta se utilizará las Frecuencias, donde aprovecharemos las medidas de tendencia central, media, mediana y moda. Para el caso que nos ocupa, tomaremos el resultado de la media y la mediana. La media es el valor medio ponderado de la serie de datos o valores que toma la variable estadística y la mediana representa el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados.

² Ramírez M., H., y Romahn de la V., C.F. 2010. Dendrometría. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Méx. México. 294 p.

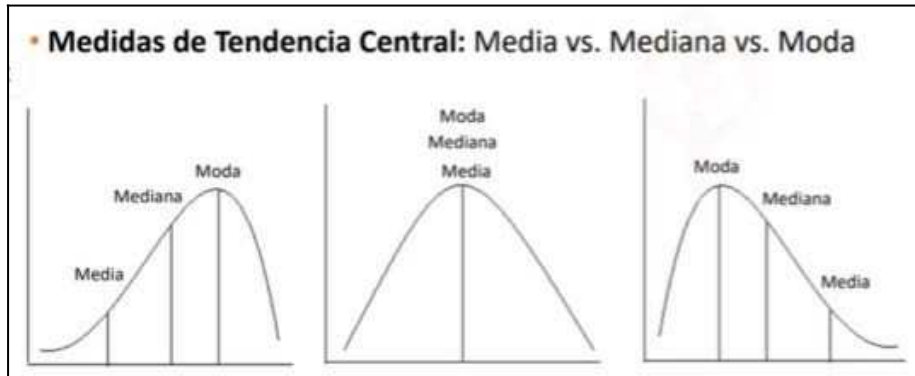


Figura II.17.- Medidas de tendencia central (Media, Mediana y Moda)

Como se observa en las gráficas, representa un error más grande si tomamos la media para realizar el cálculo de la hectárea tipo y del total de los individuos por especie en el área de cambio de uso de suelo, es por esto, que se tomará la mediana, determinando el número de individuos por especie/sitio, lo que nos ayudará a obtener una medida más precisa del número de especies.

Debido a esto, tomaremos la mediana para determinar la hectárea tipo, pero para el caso, donde la mediana nos da un valor de 0, se tomará en cuenta la media, para dicho cálculo.

Procesando los resultados (número de individuos) por especie y por sitio, para estar en posibilidades de conocer la media y la mediana por sitio de la especie y multiplicarla, para la hectárea tipo por 10 (sitios de 1,000 m²) y para el área total de cambio de uso de suelo, por el total de sitios, siendo 30 (superficie de cambio de uso de suelo 3.0981 ha).

Para la estimación del número de individuos para el estrato arbustivo y herbáceo, se tomará en cuenta las dimensiones del sitio por estrato y el número total de sitios en base a la superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla II.10.- Hectárea tipo del proyecto (maderable y no maderable)

ID	Especie	nombre científico	N° Ind. Muestreo	Mediana	Hectárea Tipo 10 Sitios	
					N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	279	28.00	280	7.171
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	12	1.00	10	0.140
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	14	1.00	10	0.492
4	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	4	0.40	4	0.207
5	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	7	0.70	7	0.096
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	11	1.00	10	0.197
7	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	3	0.30	3	0.228
8	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	21	2.00	20	0.282
9	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0.30	3	0.035
10	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	35	2.00	20	2.757
11	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	3	0.30	3	0.078

ID	Especie	nombre científico	N° Ind. Muestreo	Mediana	Hectárea Tipo 10 Sitios	
					N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
12	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	21	1.00	10	9.210
13	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	1	0.10	1	0.170
14	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	1	0.10	1	0.008
15	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	20	2.00	20	0.221
16	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	16	1.50	15	1.675
17	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.10	1	0.222
18	Vinolo	<i>Vachellia campechiana</i> / <i>Acacia cochliacantha</i>	113	11.00	110	3.178
TOTA			565		528	26.367

Analizando las Estadísticas Descriptivas de los datos que nos arroja la hectárea tipo, nos indica los resultados siguientes:

Tabla II.11.- Estadísticos descriptivos de la Hectárea Tipo.

		N° Individuos
N	Válido	18
	Perdidos	0
Media		29.33
Error estándar de la media		15.856
Mediana		10.00
Moda		10
Desviación estándar		67.271
Varianza		4525.412
Cuartosis		12.740
Rango		279
Suma		528
Percentiles	25	3.00
	50	10.00
	75	20.00

La Hectárea Tipo, nos Indica una frecuencia (media) de 29.33 individuos, con una desviación estándar de 67.271 individuos, indicando una alta variabilidad en la distribución, lo que se presenta en la curva de distribución donde tenemos altas frecuencias de individuos en dos especies.

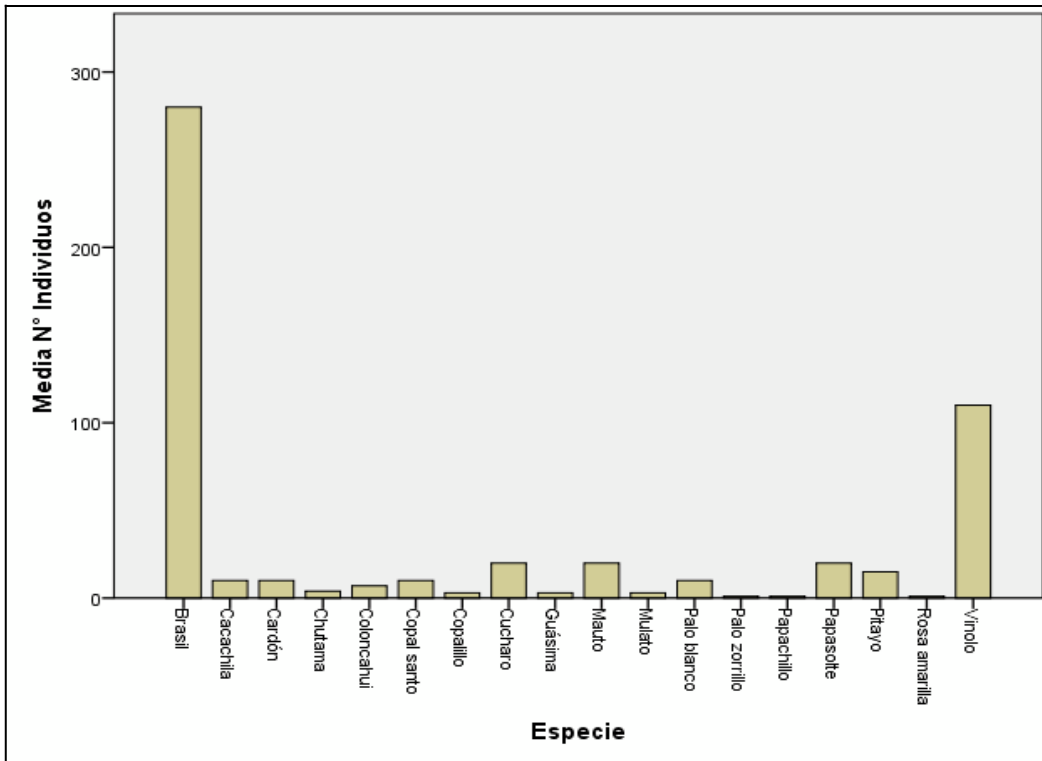


Figura II.18.- Esta gráfica arroja algunos valores atípicos en base al número de individuos por especie de la Hectárea Tipo.

La gráfica anterior, nos arroja algunos valores atípicos en base al número de individuos, donde nos indica las especies que sobresalen y se refiere a las especies, 1 Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y 18 Vinolo (*Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha*).

II.2.7.4. Existencia total de especies para el área de cambio de uso del suelo.

Después de haber determinado la mediana para cada especie, se determinó el número de individuos por especie/sitio, y se multiplica por el número total de sitios (30) del área de cambio de uso de suelo, como se muestra en la tabla siguiente, donde se presenta un resumen general del área de cambio de uso de suelo por especie y la estimación de la existencia total en la superficie de 3.0981 Ha de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya sea maderable y no maderable. En el anexo 5 se presenta los volúmenes del censo realizado por polígono.

Tabla II.12.- Resumen de la estimación de especies maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	28.00	840	21.618
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.00	30	0.422
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	0.40	12	0.624
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.70	21	0.289
5	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	1.00	30	0.594
6	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	0.30	9	0.687
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	2.00	60	0.850
8	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.30	9	0.106
9	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	2.00	60	8.312
10	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	0.30	9	0.235
11	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	1.00	30	27.765
12	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	0.10	3	0.512
13	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	0.10	3	0.024
14	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	2.00	60	0.666
15	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.10	3	0.669
16	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	11.00	330	9.581
TOTA				1,509	72.954

Tabla II.13.- Resumen de la estimación de especies no maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1.00	30	1.483
2	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	1.50	45	5.050
TOTA				75	6.533

Tabla II.14.- Estadísticos descriptivos:

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
Nindividuos	Media	88.00	47.568	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-12.36	
		Límite superior	188.36	
	Media recortada al 5%	50.94		
	Mediana	30.00		
	Varianza	40728.706		
	Desviación estándar	201.814		
	Mínimo	3		
	Máximo	840		
	Rango	837		
	Rango intercuartil	51		
	Asimetría	3.498	0.536	
	Curtosis	12.740	1.038	

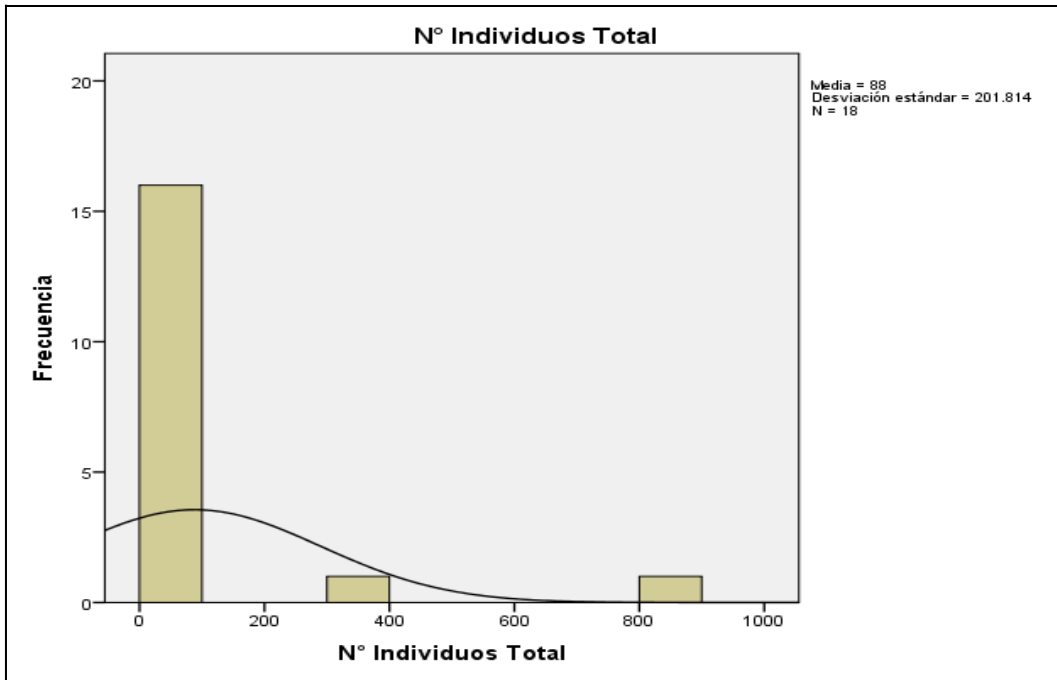


Figura II.19.- Histograma que indica una frecuencia (media) de 88.00 individuos.

Nos Indica una frecuencia (media) de 88.00 individuos, se presenta una curva de distribución a la izquierda, donde tenemos alta frecuencias de individuos con baja abundancia de especies.

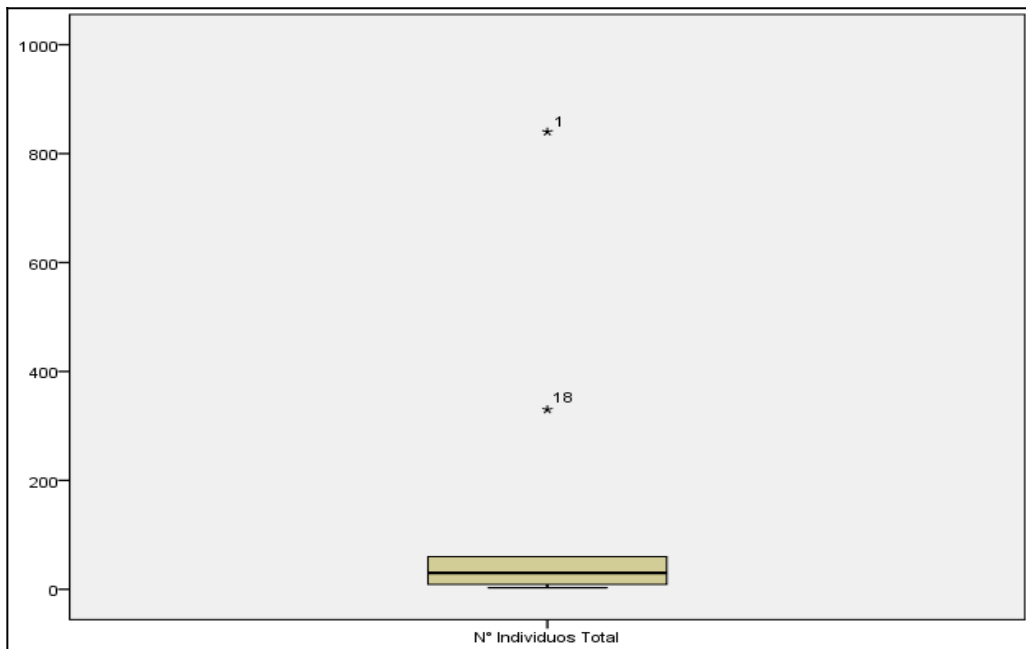


Figura II.20 Esta gráfica nos arroja algunos valores atípicos en base al número de individuos.

La gráfica anterior, nos arroja algunos valores atípicos en base al número de individuos, donde nos indica las especies que sobresalen y se refiere a las especies, 1 Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y 18 Vinolo (*Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha*).

II.2.7.5. Cálculo del volumen del estrato arbustivo

El volumen forestal es un parámetro muy utilizado por los profesionales forestales para establecer la cantidad de madera de una o varias especies existentes en una determinada zona. Para la estimación del número de individuos para el estrato arbustivo, de la misma manera, la estimación del número de individuos por especie total, se tomará en cuenta el resultado de la mediana por especie/sitio (100 m²), y se multiplica por el número total de sitios (30) (excepto para las cactáceas, se toma el muestreo del tamaño de sitio del estrato arbóreo de 1,000 m²), esto en base a la superficie de cambio de uso de suelo. De forma general, debido a la inexistencia de tablas volumétricas, el volumen se calculó de la forma siguiente:

Fórmula mediante los cuales se obtuvo el volumen por especie:

$$V = \left(\frac{2}{3}\right) \times S_o \times h$$

Donde:

V = Volumen total árbol

S_o = Área basal a se tomó en cuenta el diámetro de la base de cada arbusto, donde se asumió que la forma de la sección es circular, Expresada por ($\pi \times (d^2 / 4)$)

h = Altura, se empleó el método directo el cual consistió en medir con la forcípula (metro), desde la base hasta la punta de cada arbusto.

Factor de forma

A finales del siglo XIX, Toward desarrolla la idea de los factores como una respuesta a las dificultades surgidas del uso de los sólidos en revolución. La idea de Toward plantea que el factor de forma relaciona forma y volumen a través de una relación entre el volumen real del fuste y el de un sólido de revolución.

Para este caso en la fórmula se utiliza la constante de "2/3" (0.666).

A continuación, se reportan los volúmenes para el estrato arbustivo en base a la hectárea tipo.

Tabla II.15.- Cálculo de Existencia de individuos y volumen de arbustos maderables del área de cambio de uso del suelo.

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
1	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	0.40	121	0.0022
2	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2.50	754	0.3253
3	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.90	271	0.0322
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.20	60	0.0102
5	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	0.20	60	0.0003
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	0.50	151	0.0282
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	0.50	151	0.0570
8	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	1.00	302	0.0505
9	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	6.00	1809	0.1986
10	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	0.60	181	0.0214
11	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	1.50	452	0.0319
12	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	0.10	30	0.0040
13	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	3.50	1055	0.0883
14	Vara prieta	<i>Cordia sonora</i>	0.40	121	0.0118
15	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	0.60	181	0.0651
TOTA				5,699	0.9270

Tabla II.16.- Resumen de estimación de individuos del estrato arbustivo no maderable en el área de cambio de uso del suelo (PREDIO).

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	0.30	9	0.0421
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	0.10	3	0.0146
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	0.30	9	0.0220
4	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	1.00	30	0.0601
5	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	4.00	120	0.0697
6	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	0.10	3	0.0009
TOTA				174	0.2094

II.2.7.6. Cálculo del número de individuos del estrato herbáceo**Tabla II.17.-** Cálculo de la existencia de individuos del estrato herbáceo en el área de CUSTF

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind. Muestreo	N° Ind. Total
1	Ayale/Tecomate	<i>Crescentia alata</i>	0.10	1	754
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	3.00	50	22610
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.50	5	3768
4	Candelilla	<i>Euphorbia colletoides</i>	4.50	53	33916
5	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	0.10	1	3
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	4.00	43	30147
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	1.00	11	7537

ID	Especie	nombre científico	Mediana	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
				N° Ind. Muestreo	N° Ind. Total
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	18.50	185	139431
9	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	0.30	3	2261
10	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	0.90	9	6783
11	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	0.10	1	754
12	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	8.00	71	60294
13	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	0.10	1	3
14	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	0.10	1	754
15	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	2.50	20	18842
16	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	1.50	43	11305
17	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	0.20	2	1507
18	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	2.00	40	15074
19	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	0.30	3	2261
20	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	8.00	83	60294
TOTA				626	418,298

II.2.7.7 Determinación total de las especies sujetas a CUSTF

De lo anterior, podemos concluir que se removerán 7,457 individuos, de los cuales 1,509 serán maderables arbóreas, 75 serán no maderables arbóreas, 5,699 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 174 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos estimado es de 418,298 plantitas).

Tabla II.39.- Resumen de recursos forestales a remover

Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha			
	Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables
Proyecto	1,509	75	5,699	174
TOTAL	7,457			

Con un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 79.489 m³vta, vegetación arbórea.

Respecto al destino de la madera obtenida del desmonte de la vegetación, se da a conocer que toda la madera será extraída del área de cambio de uso de suelo y acomodada de material vegetal en curvas a nivel en una superficie de 4.609 ha, esto permitirá mitigar la erosión de los suelos, mitigar la acumulación de carbono, permitir la infiltración y favorecer su incorporación al suelo de la materia orgánica.

II.2.7.8 Determinación del valor de importancia de las especies

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces,

cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes.

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.* (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Donde: ABi = Área basal de la especie i .
 ABT = Área basal de todas las especies.

Toda vez que la dominancia de una especie tiene relación directa con el espacio que ocupa sobre el terreno, dicho factor también se puede estimar directamente con los datos de cobertura de las especies. Se señala que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Donde: NAi = Número de árboles de la especie i .
 NAT = Número de árboles de las especies presentes.

Frecuencia según Franco *et al.* (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Donde: Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie. Ft = Número total de sitios de muestreo.

II.2.7.8.1 Resultados del valor de importancia de las especies para cada comunidad vegetal por afectar.

En este tipo de vegetación el estrato arbóreo presenta 18 especies distintas, de las cuales el Brasil/Palo de tinta (*Haematoxylum brasiletto*) es la que obtuvo el valor de importancia más alto con 94.81% y siendo el más bajo de 1.31% sobre la especie Papachillo/Crucetillo (*Randia tetraacantha*); en el caso del estrato arbustivo se obtuvo que la misma especie Brasil/Palo de tinta (*Haematoxylum brasiletto*), con un valor de 38.067% es la que registró el valor de importancia más alto de 21 especies, en comparación con las especies que obtuvo el valor más bajo con 2.17%, que se encuentra la especie Confituría/órgano de monte (*Lantana frutilla*); y para el estrato herbáceo la especie Cordoncillo/Pata de pollo (*Elytraria imbricata*) con el valor de importancia más alto (72.06%), de 20 especies registradas y una especie es las que se encuentra con 1.73%, siendo la especie Nopal de tortuga (*Opuntia rileyi*) que obtuvo el valor de importancia más bajo. Con estos valores se conoce que las especies con el valor de importancia (Anexo 5) más alto son las más importantes ecológicamente para la comunidad vegetal, siendo las mejor adaptadas a las condiciones locales y por ende las de mayor presencia en este tipo de vegetación.

Tabla II.18.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbóreo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	840	53.03	10.9	30.91	94.81
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	30	1.89	6.5	0.65	9.07
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	30	1.89	6.5	3.08	11.50
4	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	12	0.76	3.3	0.78	4.80
5	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphusa occidentalis</i>	21	1.33	3.3	0.48	5.07
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	30	1.89	6.5	0.94	9.36
7	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	9	0.57	2.2	0.99	3.74
8	Cucharero/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	60	3.79	8.7	1.46	13.94
9	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0.57	3.3	0.17	4.00
10	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	60	3.79	8.7	7.60	20.08
11	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	9	0.57	2.2	0.33	3.07
12	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	30	1.89	8.7	31.42	42.01
13	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	3	0.19	1.1	0.43	1.71
14	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	3	0.19	1.1	0.03	1.31
15	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	60	3.79	7.6	1.11	12.50
16	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	45	2.84	7.6	6.89	17.34
17	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0.19	1.1	0.71	1.99
18	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	330	20.83	10.9	11.99	43.70
		TOTAL	1584	100.00	100.00	100.00	300.00

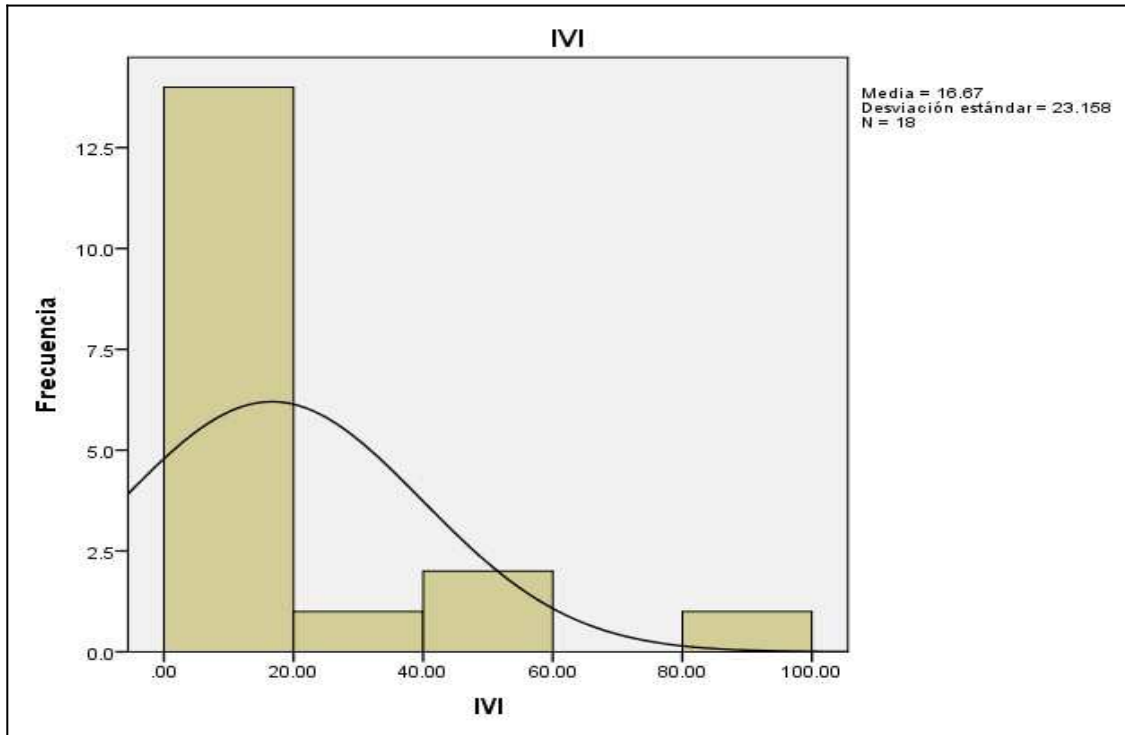


Figura II.20.- Histograma de Frecuencia de I.V.I. por especie.

El histograma de frecuencia del Índice del Valor de Importancia, muestra una tendencia a la izquierda, lo que indica que tenemos valores muy altos en pocas especies.

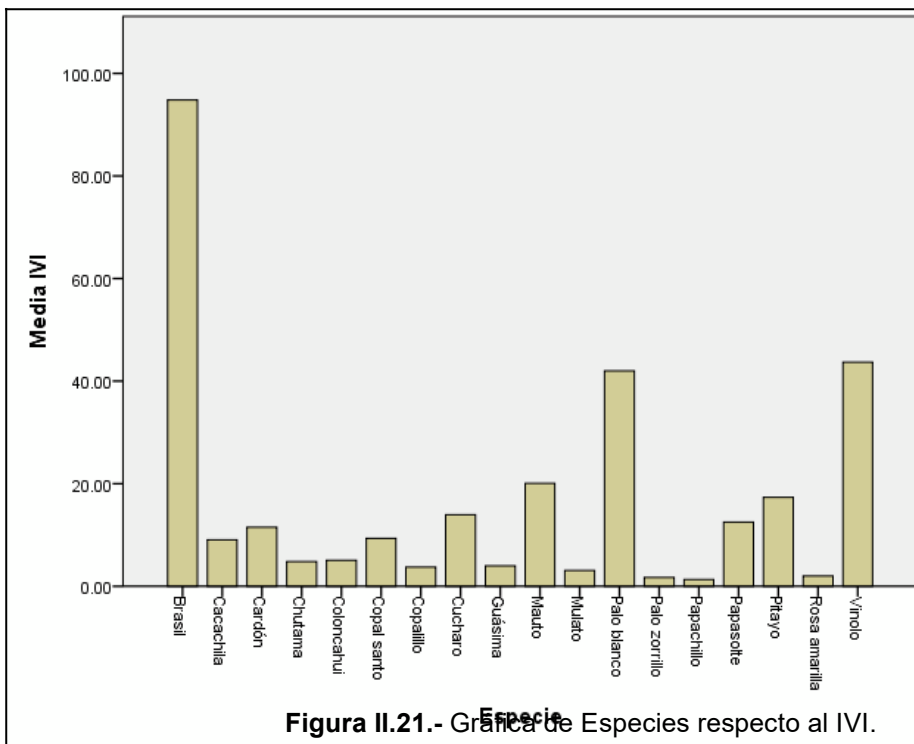


Figura II.21.- Gráfica de Especies respecto al IVI.

Tabla II.19.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbustivo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	9	2.2	2.2	10.50	12.80
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	3	1.1	10.8	5.25	6.38
3	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	121	2.2	6.5	0.32	4.52
4	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	754	10.8	2.2	15.08	38.67
5	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	271	6.5	7.5	2.45	13.52
6	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	9	2.2	2.2	2.06	4.37
7	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	30	7.5	1.1	5.67	13.71
8	Colonchui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	60	2.2	4.3	0.63	3.81
9	Confituria/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	60	1.1	4.3	0.07	2.17
10	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	151	4.3	1.1	1.33	8.20
11	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	151	4.3	8.6	2.59	9.46
12	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	120	1.1	7.5	22.87	25.99
13	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	3	8.6	10.8	0.32	8.97
14	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	302	7.5	4.3	2.81	15.47
15	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	1809	10.8	6.5	13.15	54.71
16	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	181	4.3	1.1	1.23	8.61
17	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	452	6.5	10.8	3.77	17.92
18	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	30	1.1	3.2	0.70	2.29
19	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	1055	10.8	2.2	6.17	34.90
20	Vara prieta	<i>Cordia sonora</i>	121	3.2	2.2	0.63	5.91
21	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	181	2.2	10.8	2.39	7.62
		TOTAL	5873	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla II.20.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato herbáceo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Ayale/Tecomate	<i>Crescentia alata</i>	754	0.18	1.4	0.32	1.91
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	22610	5.41	7.0	6.14	18.58
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	3768	0.90	2.8	0.75	4.47
4	Candelilla	<i>Euphorbia colletioides</i>	33916	8.11	9.9	7.86	25.83
5	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	3	0.00	1.4	0.43	1.84
6	Confituria/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	30147	7.21	8.5	10.98	26.64
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	7537	1.80	1.4	0.86	4.07
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	139431	33.33	12.7	26.05	72.06
9	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	2261	0.54	1.4	0.86	2.81

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
10	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	6783	1.62	1.4	0.75	3.78
11	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	754	0.18	1.4	0.65	2.23
12	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	60294	14.41	9.9	10.87	35.15
13	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	3	0.00	1.4	0.32	1.73
14	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	754	0.18	1.4	0.43	2.02
15	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	18842	4.50	8.5	3.12	16.08
16	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	11305	2.70	7.0	6.57	16.31
17	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	1507	0.36	1.4	1.40	3.17
18	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	15074	3.60	7.0	8.50	19.15
19	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	2261	0.54	2.8	0.97	4.33
20	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	60294	14.41	11.3	12.16	37.85
		TOTAL	418298	100.00	100.00	100.00	300.00

II.2.7.9 Abundancia relativa e Índice de riqueza (Shannon)

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones optimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde: H = Índice de diversidad de Shannon. pi =
 Abundancia relativa de especies.

H' max = log S

Donde S = número de especies de la población.

II.2.7.9.1 Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la selva baja caducifolia.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los estratos de la selva baja caducifolia primaria presente (Anexo 5), lo cual nos dio que para el estrato arbóreo se obtuvo un valor para el Índice de Shannon-Wiener de 2.2434 y una H max= 3.4658, con lo que se determina que se trata de un estrato heterogéneo y con una diversidad media de acuerdo con Shannon-Wiener, cuya riqueza es de 32 especies, se puede inferir que el ecosistema se encuentra en estado moderado.

El estrato arbustivo se encuentra aparentemente heterogéneo ya que para el Índice de Shannon obtuvo un valor de 2.7962 y de H máx= 3.5262 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 34 especies y se puede inferir en base a estos resultados que el ecosistema se encuentra en estado moderado.

Por último, el estrato herbáceo, se trata de un estrato con un valor para el índice de Shannon de 1.9748 y una H máx= 2.5116, que son valores considerablemente distantes, con una diversidad baja de acuerdo con Shannon, una riqueza de 10 especies.

Tabla II.20.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	840	0.5303	-0.6343	-0.3364
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	30	0.0189	-3.9665	-0.0751
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	30	0.0189	-3.9665	-0.0751
4	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	12	0.0076	-4.8828	-0.0370
5	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyophysa occidentalis</i>	21	0.0133	-4.3232	-0.0573
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	30	0.0189	-3.9665	-0.0751
7	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	9	0.0057	-5.1705	-0.0294
8	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	60	0.0379	-3.2734	-0.1240
9	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0.0057	-5.1705	-0.0294
10	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	60	0.0379	-3.2734	-0.1240

N°	Especie	Nombre científico	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	LN $p(i)$	$p(i)*LN p(i)$
11	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	9	0.0057	-5.1705	-0.0294
12	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	30	0.0189	-3.9665	-0.0751
13	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	3	0.0019	-6.2691	-0.0119
14	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	3	0.0019	-6.2691	-0.0119
15	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	60	0.0379	-3.2734	-0.1240
16	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	45	0.0284	-3.5610	-0.1012
17	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0.0019	-6.2691	-0.0119
18	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	330	0.2083	-1.5686	-0.3268
Total			1584	1.0000	I. Shannon	1.6549
Máxima diversidad del ecosistema H' max						2.8906
Equitatividad (J) H/H' max =						0.5725

	D
Taxa_S	18
Individuals	1584
Dominance_D	0.3315
Simpson_1-D	0.6685
Shannon_H	1.655
Evenness_e^H/S	0.2907
Brillouin	1.629
Menhinick	0.4523
Margalef	2.307
Equitability_J	0.5725
Fisher_alpha	2.847
Berger-Parker	0.5303
Chao-1	18

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software³.

Tabla II.21.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

N°	Especie	Nombre científico	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	LN $p(i)$	$p(i)*LN p(i)$
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	9	0.0015	-6.4808	-0.0099
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	3	0.0005	-7.5794	-0.0039
3	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	121	0.0205	-3.8855	-0.0798
4	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	754	0.1284	-2.0529	-0.2635

³ Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología. Electrónica* 4(1):9 pp.

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
5	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	271	0.0462	-3.0746	-0.1421	
6	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	9	0.0015	-6.4808	-0.0099	
7	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	30	0.0051	-5.2768	-0.0270	
8	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	60	0.0103	-4.5787	-0.0470	
9	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	60	0.0103	-4.5787	-0.0470	
10	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	151	0.0257	-3.6624	-0.0940	
11	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	151	0.0257	-3.6624	-0.0940	
12	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	120	0.0204	-3.8905	-0.0795	
13	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	3	0.0005	-7.5794	-0.0039	
14	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	302	0.0513	-2.9692	-0.1524	
15	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	1809	0.3081	-1.1775	-0.3627	
16	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	181	0.0308	-3.4801	-0.1072	
17	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	452	0.0770	-2.5638	-0.1974	
18	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	30	0.0051	-5.2718	-0.0271	
19	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	1055	0.1797	-1.7165	-0.3084	
20	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	121	0.0205	-3.8855	-0.0798	
21	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	181	0.0308	-3.4801	-0.1072	
		total	5873	1.0000		2.2439	
		Máxima diversidad del ecosistema H' max					3.0446
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.7370

	E
Taxa_S	21
Individuals	5873
Dominance_D	0.1591
Simpson_1-D	0.8409
Shannon_H	2.244
Evenness_e^H/S	0.4491
Brillouin	2.233
Menhinick	0.274
Margalef	2.305
Equitability_J	0.737
Fisher_alpha	2.737
Berger-Parker	0.308
Chao-1	21

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software

Tabla II.22.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
1	Ayale/Tecomate	<i>Crescentia alata</i>	754	0.0018	-6.3190	-0.0114	
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	22610	0.0541	-2.9178	-0.1577	
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	3768	0.0090	-4.7095	-0.0424	
4	Candelilla	<i>Euphorbia colletioides</i>	33916	0.0811	-2.5123	-0.2037	
5	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	3	0.0000	-11.8453	-0.0001	
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	30147	0.0721	-2.6301	-0.1896	
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	7537	0.0180	-4.0164	-0.0724	
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	139431	0.3333	-1.0986	-0.3662	
9	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	2261	0.0054	-5.2204	-0.0282	
10	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	6783	0.0162	-4.1218	-0.0668	
11	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	754	0.0018	-6.3190	-0.0114	
12	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	60294	0.1441	-1.9370	-0.2792	
13	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	3	0.0000	-11.8453	-0.0001	
14	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	754	0.0018	-6.3190	-0.0114	
15	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	18842	0.0450	-3.1001	-0.1396	
16	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	11305	0.0270	-3.6109	-0.0976	
17	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	1507	0.0036	-5.6258	-0.0203	
18	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	15074	0.0360	-3.3233	-0.1198	
19	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	2261	0.0054	-5.2204	-0.0282	
20	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	60294	0.1441	-1.9370	-0.2792	
		total	418298	1.0000		2.1258	
		Máxima diversidad del ecosistema H' max					2.9958
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.7094

	F
Taxa_S	20
Individuals	418298
Dominance_D	0.1722
Simpson_1-D	0.8278
Shannon_H	2.125
Evenness_e^H/S	0.4187
Brillouin	2.125
Menhinick	0.03092
Margalef	1.468
Equitability_J	0.7094
Fisher_alpha	1.604
Berger-Parker	0.3333
Chao-1	20

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software

Presentación del listado de especies si se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla II.23.- Especies del estrato arbóreo maderable

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin Categoría
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	Sin Categoría
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	Sin Categoría
5	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin Categoría
6	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	Sin Categoría
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin Categoría
8	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sin Categoría
9	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Sin Categoría
10	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	Sin Categoría
11	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	Sin Categoría
12	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	Sin Categoría
13	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin Categoría
14	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin Categoría
15	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Sin Categoría
16	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría

Tabla II.24.- Especies del estrato arbóreo no maderables

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aborigenum</i>	Sin Categoría
2	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	Sin Categoría

Tabla II.25.- Especies del estrato arbustivo maderable

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin Categoría
2	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
3	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin Categoría
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	Sin Categoría
5	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin Categoría
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin Categoría
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin Categoría
8	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
9	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin Categoría
10	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin Categoría
11	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	Sin Categoría

12	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Sin Categoría
13	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	Sin Categoría
14	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	Sin Categoría
15	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría

Tabla II.26.- Especies del estrato arbustivo no maderable

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	Sin Categoría
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	Sin Categoría
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin Categoría
4	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	Sin Categoría
5	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin Categoría
6	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	Sin Categoría

Tabla II.50.- Especies del estrato herbáceo

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SERMARNAT-
1	Ayale/Tecomate	<i>Crescentia alata</i>	Sin Categoría
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin Categoría
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
4	Candelilla	<i>Euphorbia collettioides</i>	Sin Categoría
5	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	Sin Categoría
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin Categoría
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	Sin Categoría
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	Sin Categoría
9	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	Sin Categoría
10	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	Sin Categoría
11	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	Sin Categoría
12	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	Sin Categoría
13	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin Categoría
14	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
15	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin Categoría
16	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin Categoría
17	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Sin Categoría
18	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	Sin Categoría
19	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría
20	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	Sin Categoría

En el estrato arbóreo se estimaron 1,584 individuos, pertenecientes a 18 especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en una superficie de 3.0981 ha, la valoración económica se realizó de forma directa.

Para el estrato arbustivo se estimaron 5,873 individuos, pertenecientes a 21 especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo, cuyos costos fueron estimados mediante valoración directa e indirecta.

Para el estrato herbáceo se registraron 418,298 individuos pertenecientes a 20 especies distribuidas en el área bajo cambio de uso del suelo, no se estimará la valoración económica, por causa de que la mayoría de las especies no tienen un aprovechamiento forestal como tal.

II.2.8 Operación y Mantenimiento

Construida la presa seca de jales mineros, la operación consistirá solamente en el acarreo de jales previamente filtrados en planta de beneficio, dicho acarreo consistirá en el transporte de los jales en camiones de volteo a la sección de la presa destinado, en la presa se trabajará en distribución uniforme y compactación del jal, esta actividad será reiterativa en tanto se va dicha presa relleno de jales.

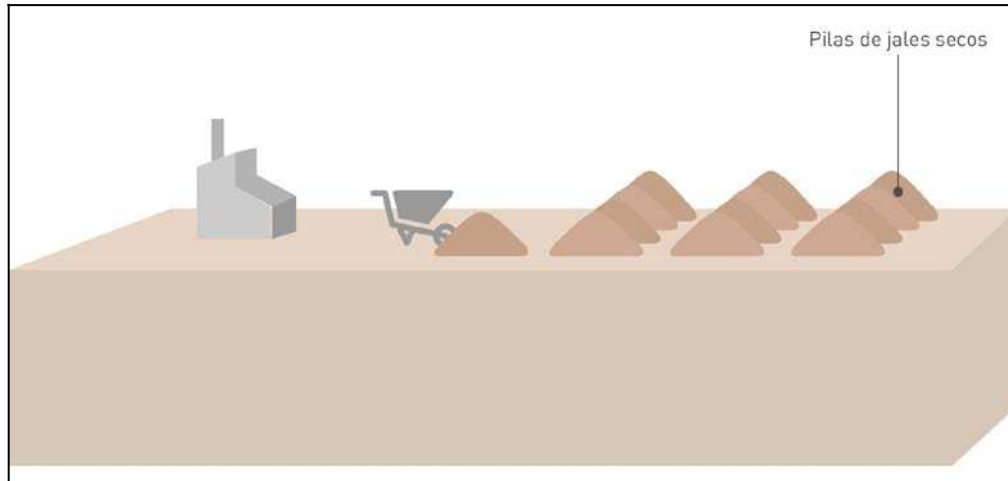


Figura II.21 Prototipo de la disposición de jales secos en la presa

En el área se trabajará en realizar ciertas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, entre las que tenemos:

Limpieza de las áreas: Las áreas de taludes y bermas construidos puede darse el caso de que por procesos naturales aparezcan organismos florísticos y se de la caída de las hojas, es común también que sedimentos se acumulen, por lo que se prevé trabajar en esta etapa en la limpieza de las canaletas de aguas pluviales, se revisará también de manera simultanea la estabilidad y calidad de los terraplenes.

Relleno y compactación de áreas erosionadas: Cuando se observen secciones de terraplenes y bermas erosionadas, se procederá a su reporte y su respectivo relleno y compactación.

Operación y mantenimiento de maquinaria pesada. Como se ha mencionado el proyecto demandara de la operación constante de buldozzer y compactadores, así como de camiones de volteo, el mantenimiento de los mismos se dará en los patios de la planta de beneficio del promovente, donde el manejo de residuos peligrosos es adecuado.

II.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Cuando se tome la decisión de abandonar el proyecto, se notificará de manera previa a la PROFEPA y a la SEMARNAT y se dará cumplimiento a las disposiciones que dichas autoridades establezcan. Independientemente de lo anterior se tiene planeado retirar las instalaciones y equipo de los frentes de trabajo; y efectuar acciones de limpieza y adecuada disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos; nivelar el terreno; y trabajar en estrategia de restauración específica diseñadas para el grado de afectación que presente el área.

II.2.10 Programa de trabajo

El programa general de trabajo que se presenta a continuación tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevará a cabo cada una de las etapas que conforman el proyecto; con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar actividades, previniendo de esta manera necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

A continuación se presenta un diagrama de Gantt, en el cual se calendariza la ejecución de las obras y actividades por cada etapa del proyecto, las cuales serán posteriormente descritas.

Tabla II.26 Programa General de Trabajo

ACTIVIDAD	AÑO 2023												AÑO 2024												AÑO 2025-2043
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL																									
Ahuyentismo y traslocación de fauna																									
Rescate y reubicación de flora																									
Delimitación de la superficie sujeta a CUS																									
Desmante																									
Despalme y almacenamiento de suelo orgánico																									
Colocación de letrinas																									
Colocación de contenedores de residuos																									
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																									
Construcción de terracerías																									
Construcción de bordo iniciador																									
Instalación de geomembrana																									
Construcción de canaletas pluviales																									
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																									
Filtrado y acarreo de jales secos																									
Disposición, distribución y compactación de jales																									
Construcción de terraplenes y bermas																									
Limpieza de áreas																									
Relleno y compactación de zonas erosionadas																									
Operación y mantenimiento de maquinaria pesada																									
ETAPA DE ABANDONO																									
Suspensión de Actividades																									
Desmantelamiento de las instalaciones	Esta actividad se considera no se de, si la actividad productiva es sustentable y rentable, sin embargo en caso extremo que esto suceda tras los 20 años proyectados, deberá de realizar en el 2044 las actividades consideradas en esta etapa																								
Restauración del sitio																									

II.2.11 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos líquidos

En lo referente a los residuos líquidos serán únicamente de tipo sanitario provenientes de las letrinas que se instalen en los frentes de trabajo y estos serán retirados por la empresa a la cual se le contrate el servicio, de la misma manera serán utilizados los baños y sanitarios construidos en la planta de beneficio, las aguas residuales que en esta se generan se descargan en fosa séptica que periódicamente es drenada por una empresa contratado para tal fin, cuya disposición final la realiza donde la autoridad municipal le autoriza.

RESIDUOS			
Tipo de residuo	Etapas	Cantidad Aprox.	Disposición final
Aguas residuales de tipo sanitario	Preparación del Sitio y Construcción	0.15 m3/d	<ul style="list-style-type: none"> 1 Letrina móvil, que se instalará en el frente de trabajo.
Aguas residuales de tipo sanitario	Operación y Mantenimiento	0.5 m3/d	<ul style="list-style-type: none"> Recolección por empresa contratada para retiro, desazolve y mantenimiento de fosa séptica (planta beneficio)

Emisiones a la atmósfera

Se generará con el desarrollo de las obras y actividades partículas suspendidas totales y PM-10 provenientes del polvo, además se generarán las emisiones propias de la combustión de los motores de la maquinaria pesada utilizada en las obras, entre estos contaminantes tendremos los gases de combustión (CO₂, NO_x, SO₂, CO e hidrocarburos), dentro de este rubro consideraremos a su vez la emisión de ruido que la operación constante de maquinaria pesada generará en el área de influencia de cada frente de trabajo.

La cantidad de estos contaminantes que se ha estimado es la siguiente:

Cantidad de emisiones contaminantes que se pueden generar

Tipo de emisión o descarga	Cantidad aprox. kg/jornada	Medida por aplicar
PS	3.6	Tanto las emisiones de gases como de ruido de vehículos y maquinaria, serán minimizadas con adecuados programas de mantenimiento, usando filtros; silenciadores y aditivos en combustibles. En lo referente a las polvaredas que se generen del suelo, se efectuarán riegos de agua con camiones cisterna, además los vehículos que transporten materiales estarán cubiertos con lonas, para evitar la dispersión de polvos. Cabe mencionar que se construirá barrera natural periférica, es decir se plantarán árboles de porte alto y porte bajo con la intención de que mitiguen la dispersión de polvos.
PM-10	2.8	
CO	4.8	
SO ₂	2.04	
NO _x	10.30	
HC totales	4.88	
Ruido	70 a 92 dB intensidad a 15 m	

**II.2.12
Residuos**

Es evidente que todas las actividades antropogénicas generan residuos, el proyecto en estudio no será la excepción por lo que tomando en cuenta los principales elementos que en el mismo intervienen (personal, maquinaria, materiales e insumos), se ha determinado el proyecto genere lo siguiente:

Residuos no peligrosos.

Durante la preparación del sitio se recolectarán restos propios del desmonte y deshierre, así como basura proveniente de las acciones de limpieza de los sitios de obra, así como piedras y escombros, sacos de cemento y resto de materiales de construcción, madera, clavos y alambre, estos materiales generados en la construcción de las mojoneras que delimitarán las áreas a desmontar. Durante la construcción se generarán residuos propios de esta actividad, y consistirá en restos de rocas y suelo inapropiado, de la misma manera se generan residuos propios de la alimentación de los trabajadores. Durante la operación del proyecto, se generará una cantidad muy baja de residuos sólidos domésticos, estimándose generar a lo sumo 2 kg diarios, mismos que también serán depositados en contenedores de basura con tapa de 200 litros de capacidad, ubicados en los frentes de trabajo correspondientes.

Todos los residuos antes descritos serán cargados a un camión y enviados a donde la Autoridad Municipal lo disponga.

Tabla resumen de la generación de estos residuos por etapa

RESIDUOS NO			
Tipo de residuo	Etapas	Cantidad Aprox.	Disposición final
Restos vegetativos	Preparación del Sitio	42 ton	<ul style="list-style-type: none"> Leña y postes donados a los pobladores de la zona La hojarasca destinada como mejorador de suelo en terrenos a reforestar
Restos de la Construcción (clavos, sacos de cemento, concreto, acero, madera, mecates, hilos,)	Preparación del sitio Construcción	50 Kg	<ul style="list-style-type: none"> Serán retirados por la compañía que realice las obras y serán dispuestos donde la autoridad municipal autorice.
Basura común (orgánicos e inorgánicos)	Preparación del sitio Construcción Operación	5 kg/día	<ul style="list-style-type: none"> Sitio de disposición que autorice el Municipio de Sinaloa, donde los residuos inorgánicos son separados y enviados a reciclaje.
Restos Alimenticios, Envases y envolturas	Operación	2 kg/d	<ul style="list-style-type: none"> Sitio de disposición que autorice el Municipio de Sinaloa, donde los residuos inorgánicos son separados y enviados a reciclaje

Residuos peligrosos.

Los vehículos de transporte, así como la maquinaria de trabajo que operará en los distintos frentes de trabajo, recibirán su mantenimiento y reparación en talleres mecánicos autorizados en la planta de beneficio de la empresa promotora, por lo que será la misma empresa responsable del manejo de los residuos peligrosos que generen.

No se descarta que pueda presentarse una situación, en la que se tenga que efectuar una reparación mecánica emergente y por lo cual se generarán residuos peligrosos en alguno de los frentes de trabajo, en cuyo caso se tendrá precaución de colocar una lona plástica sobre el suelo, con medidas de 4 x 4 metros, sobre la cual se pondrá una charola de 1 x 1 metro por lado y 10 cm. de altura, estando estas por debajo de los motores o piezas por reparar, con la finalidad de captar los derrames de aceite, grasa o combustible.

El sitio de descompostura y de reparación emergente de vehículos o maquinaria, no es posible precisarlo, así como tampoco se puede establecer una cantidad de residuos peligrosos que se esperan generar en dicha reparación, ya que son situaciones que no se pueden prever. Estos residuos peligrosos también serán manejados de acuerdo a la normatividad vigente, disponiéndolos en un contenedor con tapa y resguardados en un almacén temporal de residuos peligrosos que se localiza dentro del predio donde se encuentra la planta de beneficio, para su posterior entrega a una empresa contratada para su recolección, transporte y disposición para su reúso o reciclaje, la cual contará con autorización vigente de la **SEMARNAT**.

Las cantidades estimadas de generación de tales residuos peligrosos, se describen a continuación:

RESIDUOS			
Tipo de residuo	Etapas	Cantidad Aprox.	Disposición final
Aceite gastado	Caso emergente preparación del sitio construcción	40 L	• Reciclaje con las empresas Sinaloenses autorizadas
Estopas impregnadas	Caso emergente preparación del sitio construcción	3 Kg	• Centros de acopios autorizados para su posterior envío a reciclaje
Filtros gastados	Caso emergente preparación del sitio construcción	3 Kg	• Centros de acopios autorizados para su posterior envío a reciclaje
Suelo contaminado	Caso emergente preparación del sitio construcción	500 Kg	• Centros de acopios autorizados para su posterior reciclaje

Para la totalidad de los residuos en la zona y en específico la cabecera municipal se cuenta con infraestructura para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de los residuos.

En lo que respecta a los residuos líquidos contenidos en las letrinas portátiles, estos serán retirados por la empresa a la cual se le contrató el servicio, misma que los dispondrá en la planta tratadora de aguas residuales de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa.

Los residuos peligrosos en el sitio de la obra serán almacenados temporalmente en contenedores con tapa en el almacén temporal de residuos en planta de beneficio, cuya obligación del generador será contratar el servicio de una de las tantas compañías autorizadas que se tienen en el estado con la intención de que sean destinadas al tratamiento que garantice su no peligrosidad.

Como medida adicional, dentro de las platicas de inducción que el personal de la mina tiene por obligación impartir a cada uno de sus trabajadores, se tiene incorporado el tema referente al manejo integral de los residuos mineros, esto con la intención de que los trabajadores conozcan de manera detallada la forma en que se clasificarán y dispondrán la totalidad de los residuos que durante el proyecto se generarán.

A continuación se identificarán los ordenamientos constitucionales y los instrumentos jurídicos, reglamentarios y/o normativos que regulan las obras y actividades que integran el proyecto, efectuando además su análisis y determinando la congruencia conforme la cual se ajusta el proyecto en estudio.

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

III.1.1. Articulado de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 4.....Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho...

Artículo 25.-Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Artículo 73.- El Congreso tiene facultad:

XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Vinculación con el proyecto: Las obras y actividades contempladas en el proyecto tienen una evidente correspondencia con los enunciados constitucionales citados ya que:

Al realizar obras y actividades en apego a las disposiciones ambientales técnicas y legales propuestas en el presente DTU se garantizará que el desarrollo del proyecto bajo estudio no causará desequilibrio ecológico y que el bienestar socioeconómico de la zona será inherente, pues las obras propuestas coadyuvarán al mejoramiento de la problemática de escasez de empleo en la región, con lo anteriormente expuesto puede establecerse claramente que el proyecto se avista como sustentable.

Se propone posicionar a la minería como actividad económica primordial en la región, la cual mejorará sustancialmente el nivel económico de los pobladores de San Jose de Gracia, trayendo consigo también el mejoramiento significativo de su calidad de vida.

Con el basamento de los contenidos de las leyes generales que seguidamente serán descritos y vinculados, se evidencia la concurrencia de los tres niveles de gobierno en las obras contempladas en el proyecto objeto del presente DTU-BP.

III.1.2. Legislación federal aplicable

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

Artículo 28 de la LGEEPA:

“ ...

ARTICULO 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 materia de impacto ambiental de la Secretaría:

...

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas....

Vinculación del proyecto

El proyecto consiste en la realización de una presa seca de jales mineros, obra complementaria a las que ya tiene autorizadas y en operación Dynaresource de México, desde hace años esta importante empresa realiza la explotación y beneficio minero en el poblado de San Jose de Gracia, Municipio de Sinaloa, tiene en operación una presa de jales, un campamento y obras complementarias a una planta de beneficio que utiliza el método de flotación para la extracción de oro y plata, para el desarrollo de la obra objeto de estudio será necesario el desmonte de 3-09-81.00 Ha de Selva baja Caducifolia,

En cumplimiento al precepto legal antes invocado, es que se presenta en su H. Secretaria la MIA-R y el ETJ integrados en el denominado Documento Técnico Unificado Modalidad BP, con la intención de solicitar autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de las obras y actividades consideradas en le proyecto minero promovido por Dynaresource de México SA de CV.

**Artículo 30 de la
LGEEPA:**

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

Vinculación del proyecto

El proyecto cumple con lo dispuesto en el Artículo 30 de la LGEEPA, considerando que para obtener la autorización en materia ambiental, requiere presentar a la SEMARNAT una Manifestación de Impacto Ambiental, que es motivo del presente documento.

**LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE
(LGDFS)**

Artículo 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.”

Vinculación con el proyecto: En virtud de que será necesario el desmonte de **3.09-81.11 Ha** de terrenos forestales que presentan vegetación entremezclada por entresaqueos previos por el desarrollo de actividades agrícolas; para dar cumplimiento a este precepto legal, se integra en este legajo, tanto los elementos relacionados con el MIA-P como los aspectos relativos al Estudio Técnico Justificativo (ETJ), de Cambio de Uso de Suelo correspondiente al proyecto, precisamente a través del denominado Documento Técnico Unificado, Modalidad A (DTU-B); lo anterior, para que en un mismo proceso y con el sustento de los Acuerdos y Lineamientos que se insertarán posteriormente, sea obsequiado además del Resolutivo en materia de impacto ambiental MIA-P, también la Autorización del Cambio de Uso de Suelo de los Terrenos Forestales ya que con la citada información se demostrará que no se comprometerá la biodiversidad, ni se provocará la erosión de suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que además con los usos alternativos del suelo que se proponen para la zona, se espera un impacto socioeconómico benéfico para la región a mediano y largo plazo.

Nota.- Puntualmente los contenidos de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA)** y de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, (LGDFS)** y, por consecuencia la vinculación del proyecto con las mismas, se complementan al apoyar el presente proceso administrativo en el contenido del articulado de los siguientes Acuerdos y Lineamientos

Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal..... **Acuerdo** publicado en el D.O.F. el 22 de Diciembre de 2010 que indican y asignan las atribuciones correspondientes en los servidores que señalan.....

SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:.....

II. Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.

Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

DECIMO. Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.

Vinculación con el proyecto: Se trata de una obra de ampliación de obras mineras, que amerita tanto la valoración en materia de Impacto Ambiental como la Autorización del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales ya que será necesario el desmonte de aproximadamente **3-09-81.00 Ha**; para dar cumplimiento a ambos aspectos, se integran en este legajo, tanto los elementos relacionados con el MIA-P como los aspectos relativos al Estudio Técnico Justificativo (ETJ), de Cambio de Uso de Suelo correspondientes; lo anterior a través del denominado Documento Técnico Unificado, Modalidad BP (DTU-BP)

para dar cumplimiento a este apartado y para que el trámite sea atendido con fundamento en un proceso único y con el sustento del Acuerdo cuyos contenidos se insertan y vinculan ya que, se insiste, se requiere además del Resolutivo en materia de Impacto Ambiental también la Autorización del Cambio de Uso de Suelo de los Terrenos Forestales y, por tal motivo se presenta el trámite unificado.

Lineamientos que establecen las Diferencias Técnicas, entre la Materia de Impacto Ambiental y la Forestal, respecto del cambio de Uso de Suelo publicados con fecha 28 de marzo de 2012 y con vigencia a partir del 01 de mayo del 2012.

SEGUNDO. Alcance Técnico.....

A). La manifestación de Impacto Ambiental (MIA), es el documento a través del cual el promovente manifiesta, con base en estudios, la predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales, que podría generar el cambio de uso de suelo forestal, aunado al diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación, con el fin de evitarlos o atenuarlos.

Por su parte, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), es el documento que presenta el promovente, que contiene los estudios de carácter técnico-científico destinados a justificar (demostrar) que la afectación por la remoción de la vegetación forestal es en grado admisible y por lo tanto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua y la afectación de su captación; y que el uso alternativo del suelo que se proponga será más productivo a largo plazo.

Materia de análisis del cambio de uso de suelo forestal.

.....dos perspectivas diferentes.....

.....desde la EIA....análisis de la capacidad de acogida por parte de los ecosistemas en relación a la remoción de la vegetación forestal para la realización de una determinada obra (proyecto)

....en el CUSTF... si se demuestra o justifica que la afectación a la vegetación para destinar el terreno a un uso distinto es en grado admisible.....

QUINTO.- Ámbito espacial.

En conclusión, el ámbito espacial de análisis de las alteraciones que el cambio de uso de suelo forestal provocará, en materia de impacto ambiental, es el SA. En cambio, en materia forestal, es el terreno forestal objeto de la remoción.

SEXTO. Alteraciones al ambiente a analizar.

En conclusión, en materia de impacto ambiental se deberán analizar los impactos a los procesos del ecosistema. En cambio en materia forestal se deberán analizar las afectaciones a los componentes del ecosistema.....

OCTAVO. Mitigación y compensación.

A). La mitigación es el conjunto de medidas tendientes a reducir, minimizar o eliminar por completo, desde su etapa de diseño y hasta su etapa de operación, mantenimiento, cierre y abandono, en este caso, por el cambio de uso de suelo forestal.

Por ello, en materia de EIA, es importante que, una vez identificados los impactos ambientales, se analicen los escenarios sin proyecto, con proyecto y con éste pero considerando, adicionalmente, las medidas de mitigación. Se podrán imponer en la resolución medidas de mitigación adicionales a las propuestas por el promovente, entre las que se podrán incluir acciones de reforestación, pero debe señalarse con precisión el motivo u objeto específico de la mitigación, a fin de que no se confundan con las medidas de compensación.

En el trámite de CUSTF las medidas de mitigación propuestas en el ETJ constituyen un elemento adicional tendiente a demostrar que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad prevista en el artículo 117 de la LGDFS. En este trámite en específico, si se demuestra, se autorizará el CUSTF sin imponer en el resolutivo medidas adicionales de mitigación. Ahora bien, si el ETJ, aún con las medidas de mitigación no demuestra la excepcionalidad no deberá autorizarse.

B). La compensación ambiental, consiste en términos generales, en dar o hacer un beneficio...

En el EIA el diseño de medidas de compensación, se debe realizar una vez analizadas las medidas de prevención y mitigación, y consistirán específicamente en acciones dirigidas a resarcir o retribuir al ecosistema por los impactos negativos no mitigables generados.....y deberán orientarse a dos tipos de acciones: Preservación y Restauración.....Para ello, es necesario que en el resolutivo de impacto ambiental se establezcan con precisión y claridad, las acciones por concepto de compensación; y la superficie sobre la que recaerán dichas acciones conforme a niveles de equivalencia.....

En el CUSTF el objetivo de la compensación es la recuperación de un ecosistema forestal que compense los recursos forestales que se perdieron por el cambio de uso de suelo.....

La obligación primaria del promovente es de hacer.....que se sustituye por una obligación de dar...

Reconociendo que se trata de dos trámites administrativos diferentes (EIA y CUSTF) al amparo de dos leyes diferentes (LGEEPA y LGDFS) que guardan diferencias pero también similitudes, y a fin de no generar costos adicionales al promovente por la imposición de medidas de compensación idénticas, cuando se requiera presentar una MIA y un ETJ, podrá imponérsele al promovente en EIA, como medidas de compensación, acciones de preservación, excepto acciones de reforestación o restauración forestal, pues estas mismas son el destino específico de los recursos otorgados al Fondo Forestal Mexicano y por lo tanto quedan ya excluidas en la resolución de CUSTF.

Vinculación con el proyecto: Al implementar el denominado Documento Técnico Unificado, Modalidad B (DTU-B), se integra información que permite distinguir respecto de los elementos técnicos involucrados y relacionados tanto con el Impacto Ambiental (MIA-P), así como los estudios para justificar los cambios esperados por el desmonte, mismos que se incluyen en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ); lo anterior, derivado de que se trata de una obra de ampliación de obras mineras que amerita tanto la valoración en materia de Impacto Ambiental como la Autorización del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales ya que será necesario el desmonte de aproximadamente **3-**

09-81 Ha hectáreas.

En el desarrollo de los trabajos, se analizará la capacidad de los ecosistemas para asumir los cambios provocados por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas. Además, se justificará la afectación causada por el desmonte y se demostrará que con el uso que se dará a los predios, se logrará un beneficio gradual tanto de los ecosistemas como de las condiciones socioeconómicas de la zona.

En la determinación de los impactos ambientales, se analizarán las alteraciones tanto del Sistema Ambiental como de los sitios que serán desmontados; para el caso, las **3-09-81.00 Ha.** Con lo anterior, se valorizarán tanto los impactos a los procesos del ecosistema como las afectaciones a sus componentes.

En este Documento Técnico Unificado, Modalidad B (DTU-B), se incluye información relacionada con el MIA-P y con el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), para el Cambio de Uso de Suelo; lo anterior, para que en un mismo proceso sea otorgado el Resolutivo que incluya tanto la Materia de Impacto Ambiental como la Autorización del Cambio de Uso de Suelo de los Terrenos Forestales; lo anterior, porque se demostrará que no se comprometerá 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 además con los usos alternativos del suelo que se proponen, evidentemente las obras y actividades proyectadas generarán beneficios sociales y económicos para la región.

Una vez identificados los impactos ambientales adversos, se determinarán las medidas de preservación, mitigación y restauración que le retribuyan a los ecosistemas por el beneficio logrado con las acciones del proyecto. Además, como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo, se realizará el depósito al Fondo Forestal Mexicano y se coadyuvará con las instancias gubernamentales (CONAFOR), en la ejecución de las medidas de compensación implementadas en la zona.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)

ARTICULO 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observaran las disposiciones de esta ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

Artículo 60. La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República Mexicana en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.

Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Vinculación con el proyecto: La concurrencia del proyecto con los artículos antes mencionados se manifiesta de la siguiente manera; no se pretende efectuar el aprovechamiento de la vida silvestre y en el caso del tipo de vegetación presente en la zona del proyecto destaca que no hay evidencias de ningún tipo de flora registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección; sin embargo, como consecuencia de la realización de las obras, especialmente derivado de los desmontes se pueden esperar fragmentaciones y pérdidas de hábitats; por lo que se adoptarán las medidas pertinentes y en ese sentido radica la vinculación con este ordenamiento; además del depósito al Fondo Forestal y la cooperación con las autoridades en las acciones de reforestación, se realizará el rescate y reubicación fauna silvestre.

Por lo que hace a la flora y fauna silvestre, y en el eventual caso de que se encuentre algún ejemplar en el desarrollo de las obras, se trasladará la que esté registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección. En lo referente a la fauna, se pondrá especial atención en el rescate y reubicación de los organismos de lento movimiento y de los nidos y madrigueras, aplicando en cada caso las medidas necesarias para su protección.

Como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo, se realizará el depósito al Fondo Forestal Mexicano y se cooperará con las instancias gubernamentales en la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación de los impactos ambientales; lo anterior a efecto de proteger la vida silvestre de la zona.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR)

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XX. Pequeño Generador: 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.

XXIII. Producción Limpia: Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos;

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

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

XXXVI. Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares;

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

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:

I. Aceites lubricantes usados;.....

II. Disolventes orgánicos usados.....

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos.....

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:
.....

II. Pequeños generadores.

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 generan y las modalidades de manejo, sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando se a el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el Reglamento y demás disposiciones aplicables.

Vinculación con el proyecto: Existe vinculación directa con los artículos enunciados anteriormente porque a pesar de que los vehículos de transporte de material, la maquinaria, los motores y equipo, recibirán su mantenimiento mecánico y eléctrico en talleres especializados de la misma mina, justo en donde se tiene la planta de beneficio, es factible que eventualmente sea necesario efectuar alguna reparación de emergencia y en consecuencia que pudiere existir generación de residuos que por sus características y composición sean considerados peligrosos; por ello y para disminuir la posibilidad de riesgos inherentes, se mandarán los residuos al almacén temporal construido en planta de beneficio con el objeto de resguardar los mismos adecuadamente.

Los residuos se entregarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y manejo correspondiente; los mismos, podrá ser aceites usados, filtros contaminados, envases de aceite, estopas impregnadas, botes de pintura y brochas, solventes orgánicos usados.

El promovente se podrá categorizar como pequeño generador porque las cantidades esperadas no superarán las 10 toneladas por año.

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC).

Reformada el pasado 11 de mayo de 2022, tiene como objeto principal lo establecido en el Artículo 2, el cual a letra dice:

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

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;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

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;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y

VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.”

Vinculación con el proyecto: El proyecto demanda de la quema de combustibles fósiles para el funcionamiento constante de maquinaria y equipo, así como de camiones de acarreo. La combustión de estos combustibles genera Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales son regulados por la presente ley. Sin embargo, la cantidad de generación de estos gases es poca, aunado a que el sector y subsector al cual pertenece la actividad económica del promovente, es catalogado como empresa obligada a la cuantificación, reporte y verificación de GEI; no obstante, en plena conciencia y compromiso por la disminución de contaminantes, la empresa implementará medidas de mitigación como el uso racional de combustibles conjuntamente con la operación justa a la necesidad.

Título Quinto: Sistema Nacional de Cambio Climático.

Capítulo VIII: Registro.

“ARTÍCULO 87: *La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.*

Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:

I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro;

II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas;

III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas;

IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y

V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.

ARTÍCULO 88: *Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.”*

Vinculación con el proyecto: Con base a lo establecido como obligación de reporte, Dynaresource; por el sector y subsector comercial al que pertenece su actividad económica, aunado a que su nivel de generación de GEI, no excede de las 25,000 Ton de CO_{2eq}, no es un sujeto obligado a reporte de COA federal, en el rubro de reporte de GEI.

III.1.3. Reglamentos federales aplicables.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA)

Artículo 5 del REIA:

“ ...

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

... ”

L) EXPLORACION, EXPLOTACION Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACION:

III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.

... ”

O) CAMBIO DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.

Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan....

Vinculación con el proyecto: Este artículo dispone que quienes pretendan llevar a cabo obras de beneficio minero y disposición final de sus residuos en presas de jales, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, tal es el caso del proyecto objeto de evaluación, pues se consideran obras de ampliación de la unidad minera Dynaresource de México.

El proyecto requiere también del cambio de uso de suelo de terrenos forestales, ya que se pretende efectuar el desmonte de vegetación primaria y secundaria entremezclada en **3-09-81.00 Ha**; en consecuencia existe una estrecha relación vinculatoria con el inciso O del REIA y por lo cual se solicitará también la autorización del cambio de uso de suelo forestal; lo anterior, a través del Documento Técnico Unificado (DTU-B).

En vinculación al Art. 14 y al Acuerdo que se cita, mismo que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el publicado en el D.O.F. el 22 de Diciembre de 2010, es que las autorizaciones de impacto ambiental y cambio de uso de suelo es que se solicitan ante la DGIRA, precisamente de manera unificada en el presente trámite denominado Documento Técnico Unificado (DTU-B).

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

(RLGDFS) Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos

forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo,...

Vinculación con el proyecto: Existe vinculación de las obras del proyecto con este articulado y para dar cumplimiento a este precepto legal, es que se ingresa a la SEMARNAT el denominado Documento Técnico Unificado (DTU-B), que incluye además de los componentes de la MIA-P, los elementos del Estudio Técnico Justificativo referidos al Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS),

Artículo 70. Para los efectos del artículo 63 de la Ley, la declaración de hábitat crítico que realice la Secretaría será publicada en el Diario Oficial de la Federación y prevendrá la coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para que éstas no autoricen proyectos o provean fondos que puedan destruir o amenazar las áreas designadas.

Cuando en un área declarada hábitat crítico se realicen actividades que puedan acelerar los procesos de degradación o destrucción del hábitat, respecto de los cuales se hayan expedido autorizaciones que se encuentren vigentes al momento de la declaración correspondiente, las autoridades que hubiesen expedido dichas autorizaciones promoverán la incorporación de sus titulares a los planes de recuperación previstos en la declaratoria del hábitat crítico de que se trate. Las áreas que se declaren hábitat crítico se definirán por la superficie que ocupaba la distribución de la especie en el momento en que fue listada.

Vinculación con el proyecto: El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida; Sitio RAMSAR ni Área de Importancia para la Conservación de las Aves; ni Región Terrestre e Hidrológica Prioritaria alguna.

El área del proyecto no ha sido declarada hábitat crítico, tampoco se identificaron especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, respecto de las cuales se aplicarán las estrategias de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales; mismos que incluyen el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo, se realizará el depósito al Fondo Forestal Mexicano y se coadyuvará con las instancias gubernamentales en la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación de los impactos ambientales; lo anterior, a efecto de proteger la vida silvestre de la zona.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (RLGPGIR)

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I.

Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

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;

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;

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 establezca las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el Art. 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo a lo dispuesto en la Ley en este Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

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:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.....

Vinculación con el proyecto: Existe vinculación directa con los previos enunciados reglamentarios porque a pesar de que en las diferentes etapas de este proyecto, los vehículos de transporte de material, la maquinaria, los motores y equipo, recibirán su mantenimiento mecánico y eléctrico en talleres especializados de la mina en su planta de beneficio; es factible que eventualmente sea necesario realizar alguna reparación de emergencia y en consecuencia exista generación de residuos que por sus características y composición sean considerados peligrosos; por ello y para disminuir la posibilidad de riesgos inherentes, se tiene contemplada el envasado adecuado, etiquetado y envío de los residuos al almacén temporal de residuos peligrosos en planta de beneficio, el cual cumple con las especificaciones citadas en el Art. 82 antes citado, con el objeto de resguardar los mismos adecuadamente.

Los residuos se entregarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y manejo correspondiente.

Dichos residuos serán aceites lubricantes gastados, filtros usados, estopas impregnadas, botes de pintura y brochas, así como solventes orgánicos usados, la totalidad de los residuos serán perfectamente envasados y enviados al almacén temporal, de donde empresas recolectoras autorizadas enviarán a centros de acopio, para su posterior envío a tratamiento y/o disposición final.

El promovente se podrá categorizar como pequeño generador porque las cantidades esperadas no superarán las 10 toneladas por año por año.

III.1.4. Convenios o tratados internacionales, tales como CITES, tratados fronterizos.

Por lo que hace a convenios o tratados internacionales, tales como CITES, tratados fronterizos, etc., es de señalar que el sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna zona categorizada como Sitio RAMSAR, Área Prioritaria y derivado de la ubicación del municipio de Sinaloa en el Estado de Sinaloa, resulta obvio inferir la inaplicabilidad de tratados fronterizos.

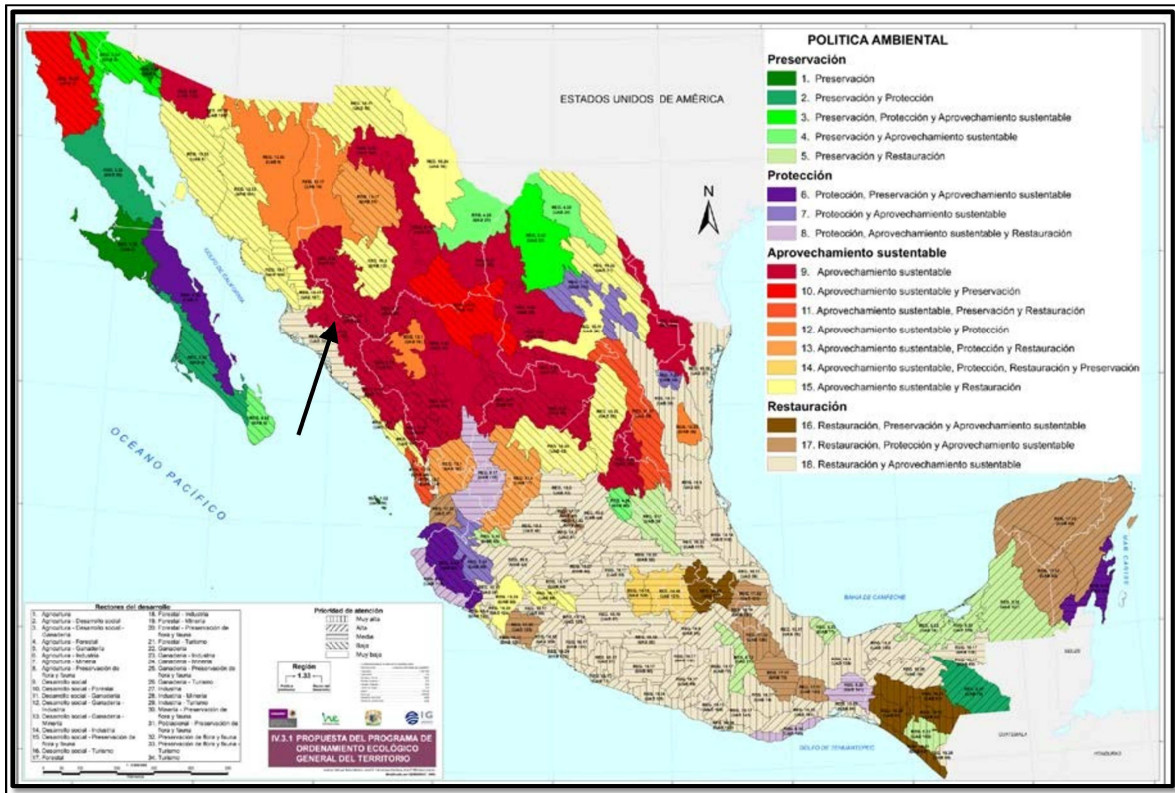
III. 2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

En el ámbito del Ordenamiento Ecológico, hasta el momento de elaboración del presente documento, no se ha decretado ningún Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) del Estado de Sinaloa ni del Municipio de Sinaloa.

Por lo que el proyecto se vinculará con el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**, cuyo Acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación del 07 de septiembre de 2012, mismo que entre otros considerandos, se sustenta en los contenidos del Eje 4, referido a la "Sustentabilidad Ambiental" del **Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno 2007-2012**, en el cual, identifica al ordenamiento ecológico del territorio como uno de los retos fundamentales en materia de desarrollo sustentable. Este instrumento, establece originalmente la **regionalización ecológica** que identifica tanto las áreas de atención prioritaria y las de aptitud sectorial como los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; asimismo, posteriormente hace la diferenciación del territorio nacional en **145 unidades** denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, y de las cuales a cada una le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Por lo que hace a las Áreas de Atención prioritaria, se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo. Sobre la base de las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación), asignadas para cada una de las 145 UAB, se definieron las **80 regiones ecológicas** insertas en el POEGT y cuya vinculación con el proyecto en análisis, se concentra en lo siguiente:

La zona donde pretende desarrollarse el proyecto se ubica en la **Región 9.19** correspondiente a la **UAB 92** denominada “**Cañones Chihuahuenses Sur**”, con situación actual medianamente estable-inestable, conflicto sectorial nulo, , prioridad de atención baja, política ambiental de aprovechamiento sustentable, rectores de desarrollo forestal-minería, y coadyuvantes del desarrollo preservación de flora y fauna.



En lo que respecta a la región ecológica 9.19, ésta la componen 6 unidades ambientales biofísicas como:

- 12. Pie de Sierra Sinaloense Centro
- 90. Cañones Chihuahuenses Norte
- 92. Cañones Chihuahuenses Sur**
- 93. Cañones Duranguenses Norte
- 94. Cañones Duranguenses Sur
- 112. Pie de la Sierra Sinaloense Norte

El proyecto minero en estudio se ubica como en reiteradas ocasiones se ha descrito dentro de la UAB 92 Cañones Chihuahuenses Sur, la cual presenta las siguientes características: Se localiza al Suroeste de Chihuahua, sureste de Sonora y franja del noreste de Sinaloa, cuenta con una superficie de 17,491.45 Km² cuenta con una población de 74,439 habitantes, y presenta comunidades indígenas como los Mayo-Yaqui.



Figura III.2. Ubicación de la UAB 92, en la región 9.19

La **UAB 92** No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 40.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Esta UAB presenta escenario inestable proyectado para el 2033.

La UAB 92 presenta política ambiental **"5. Aprovechamiento Sustentable"**, una prioridad de atención **Baja**, rectores de desarrollo **Forestal-Minería**, coadyuvantes de desarrollo **Preservación de Flora y Fauna** y Estrategias sectoriales 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Las estrategias antes mencionadas se describen a continuación y sobre ellas se vincularán las obras y actividades del proyecto en estudio.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

A) Preservación

1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
2. Recuperación de especies en riesgo.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

Vinculación con el proyecto: Se consideran como medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, el ahuyentismo y traslocación de fauna silvestre, el rescate y reubicación de cactáceas y un programa de restauración y conservación de suelos y agua, estas medidas permitirán que los ecosistemas y la biodiversidad se conserven y las zonas deterioradas se recuperen.

B) Aprovechamiento sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales.

Vinculación con el proyecto: Aun cuando el proyecto en estudio no considera el aprovechamiento de recursos naturales, es importante mencionar que el desmonte necesario para el desarrollo de la presa seca de jales mineros se realizará tomando a consideración los servicios ambientales determinados en el ETJ realizado, y en total apego de las medidas de compensación de daños propuestas con la intención de garantizar la sustentabilidad del proyecto.

C) Protección de los recursos naturales

12. Protección de los ecosistemas.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

Vinculación con el Proyecto: Durante su realización el proyecto contempla una serie de acciones encaminadas a proteger los ecosistemas presentes en los frentes de trabajo, se tomarán medidas para proteger y preservar especies de flora y fauna, con acciones de ubicación, rescate y traslocación de especies, poniendo vital atención en aquellas que puedan presentar alguna categoría especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aunado a esto se tienen considerado aplicar la serie de medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente DTU-B, con la única intención de coadyuvar a dicha protección de ecosistemas, revirtiendo los impactos ambientales que las obras y actividades generen.

D) Restauración

14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

Vinculación con el proyecto: Dentro de las obras y actividades del proyecto minero en estudio, se consideran actividades de restauración de daños ocasionados por el CUSTF, con lo cual se pretende garantizar la continuidad de los servicios ambientales en la zona.

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.

15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable

Vinculación con el proyecto: El proyecto tiene como objetivo mantener la minería en la zona, aprovechando los vestigios de explotación en total apego a las normas y disposiciones nacionales e internacionales, con ello la actividad será desarrollada de manera responsable y comprometida con el medio ambiente.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

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.

34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.

35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.

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.

37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Vinculación con el proyecto: Con el desarrollo de proyecto en conjunto con el resto de las obras autorizadas, se pretenden abrir nuevas oortunidades de mejoramiento social y económico en la región, puesto se contrará mano de obra local, se arrendaran bienes y servicios en los poblados San Jose de Gracia y Montón de Piedra, lo cual traerá beneficios directos a sus pobladores.

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

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.

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.

Vinculación con el proyecto: En apego total a estas estrategias consideradas en el POEGT es que el proyecto ha promovido el respeto a los derechos de la propiedad rural y privada, situación por la cual las obras y actividades fueron sometidas a evaluación y anuencia de la comunidad ejidales de Santa María, se adjunta anuencia de asamblea.

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

Ninguno de los predios que considera el proyecto minero en estudio, incide en superficie de área natural alguna, tal como se describe y se aprecia en las siguientes imágenes satelitales.

El proyecto se encuentra alejado de las **ANP's Municipales, Estatales y Municipales.**

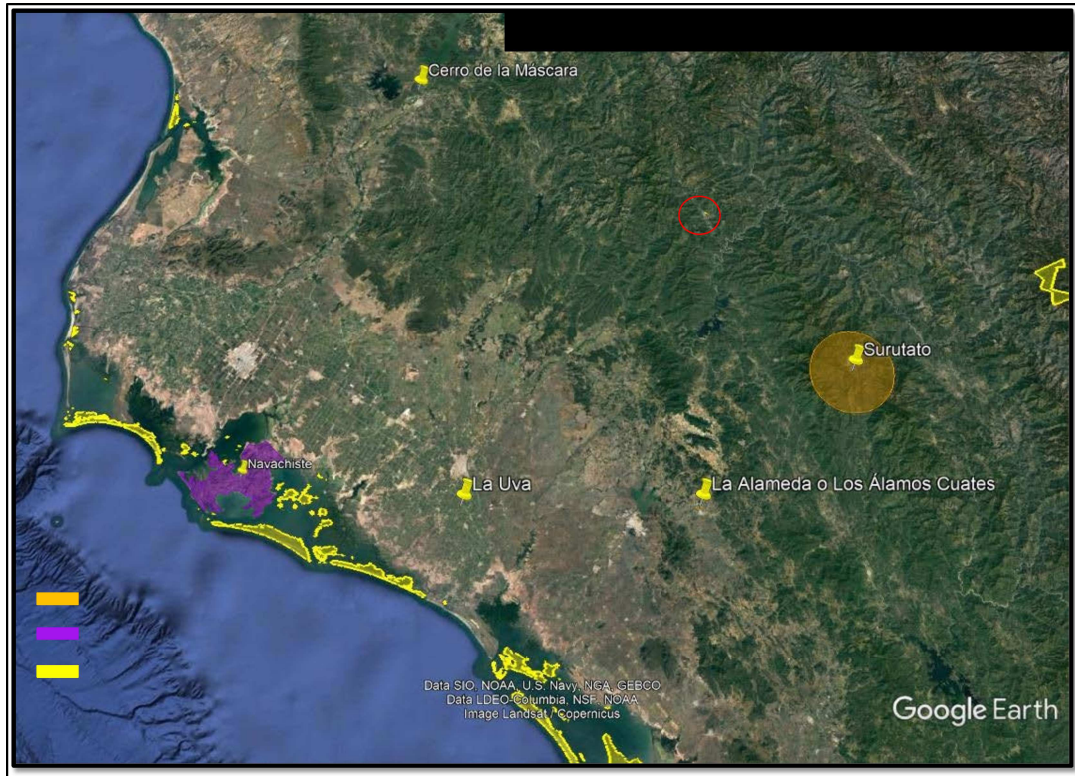
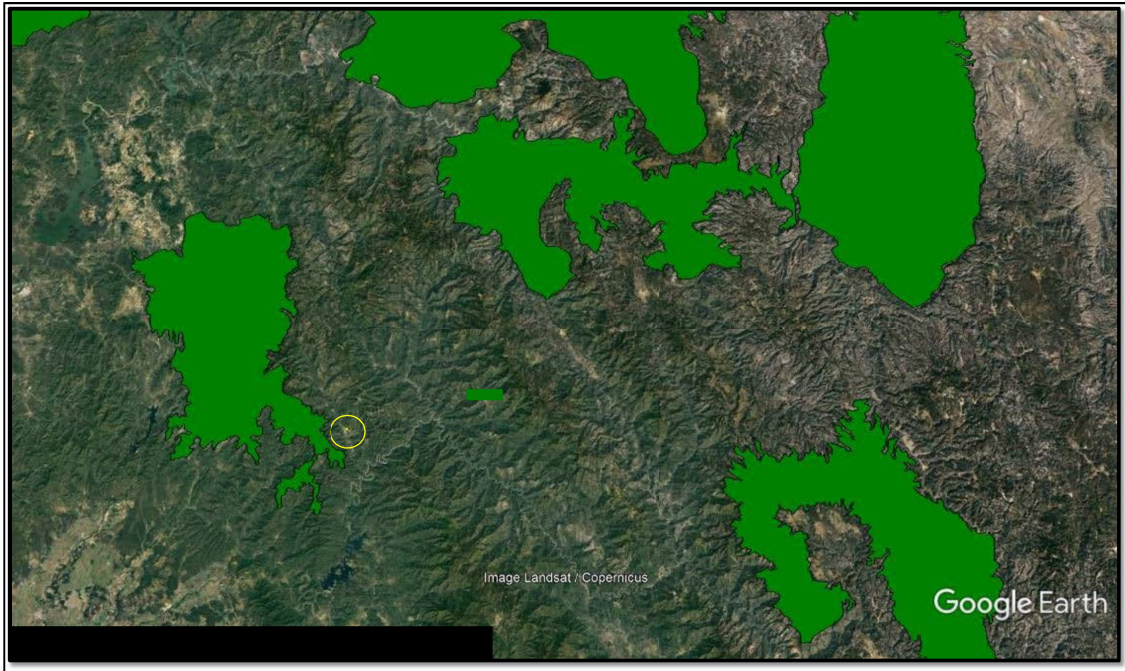


Figura III.3 Ubicación del proyecto en relación a las ANP's federales

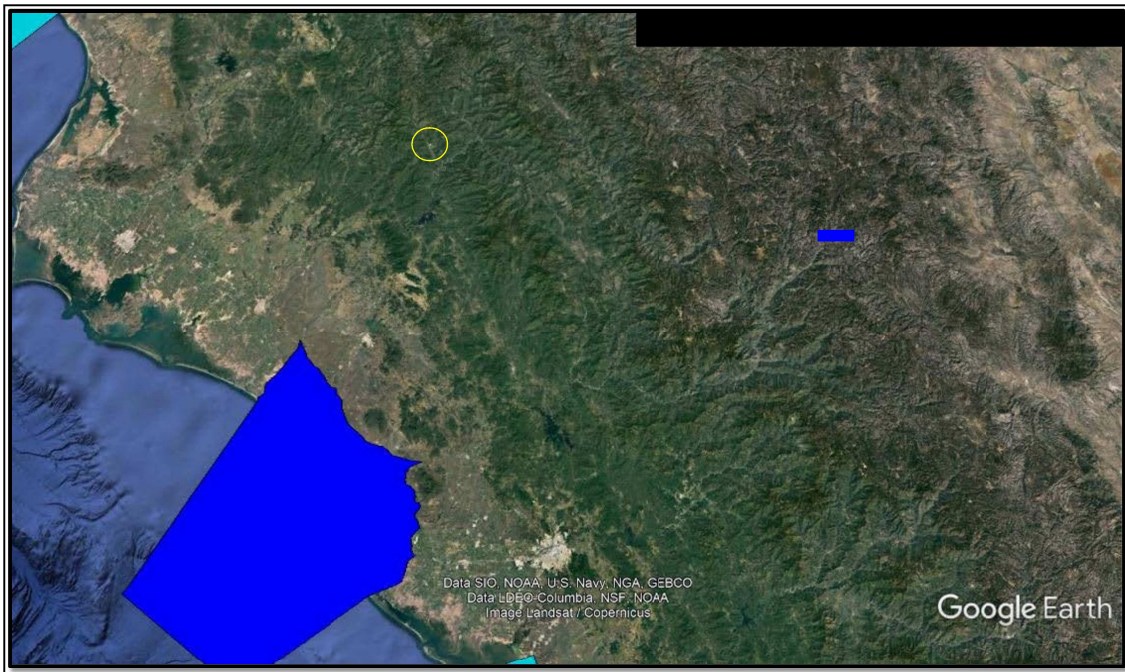
Con base a lo anterior y porque las obras contempladas en el proyecto no colindan ni se ubican dentro del área de influencia de ningún predio establecido con la categoría de ANP, no son aplicables las disposiciones estipuladas en el Título Segundo de la LGEEPA y del Reglamento en la materia.

Regiones Prioritarias establecidas por la CONABIO.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). El proyecto se fuera de las RTP, según se describe en la siguiente imagen, la más próxima es la región San Jose.



Regiones Marinas Prioritarias (RMP). El proyecto se encuentra alejado de las RMP, según se describe en la siguiente imagen.



Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's). El proyecto se encuentra alejado de las AICA's, según se describe en la siguiente imagen.

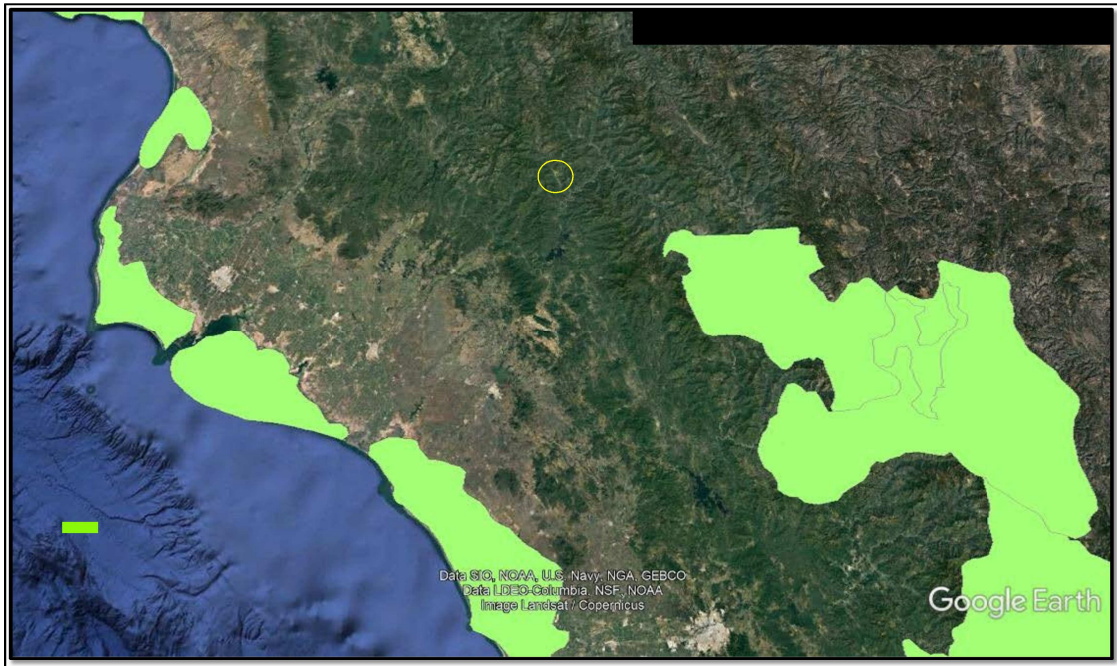


Figura III.6 Ubicación del proyecto en relación a las AICA's

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). El proyecto se encuentra fuera de los límites de las RHP según se describe en la siguiente imagen.



Figura III.7 Ubicación del proyecto en relación a las RHP

Sitios RAMSAR (Por la ciudad Iraní donde fue firmada la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, también llamada “Convención sobre los Humedales” o “Convención de Ramsar”).

El área de ubicación del proyecto no se encuentra dentro del ningún sitio RAMSAR

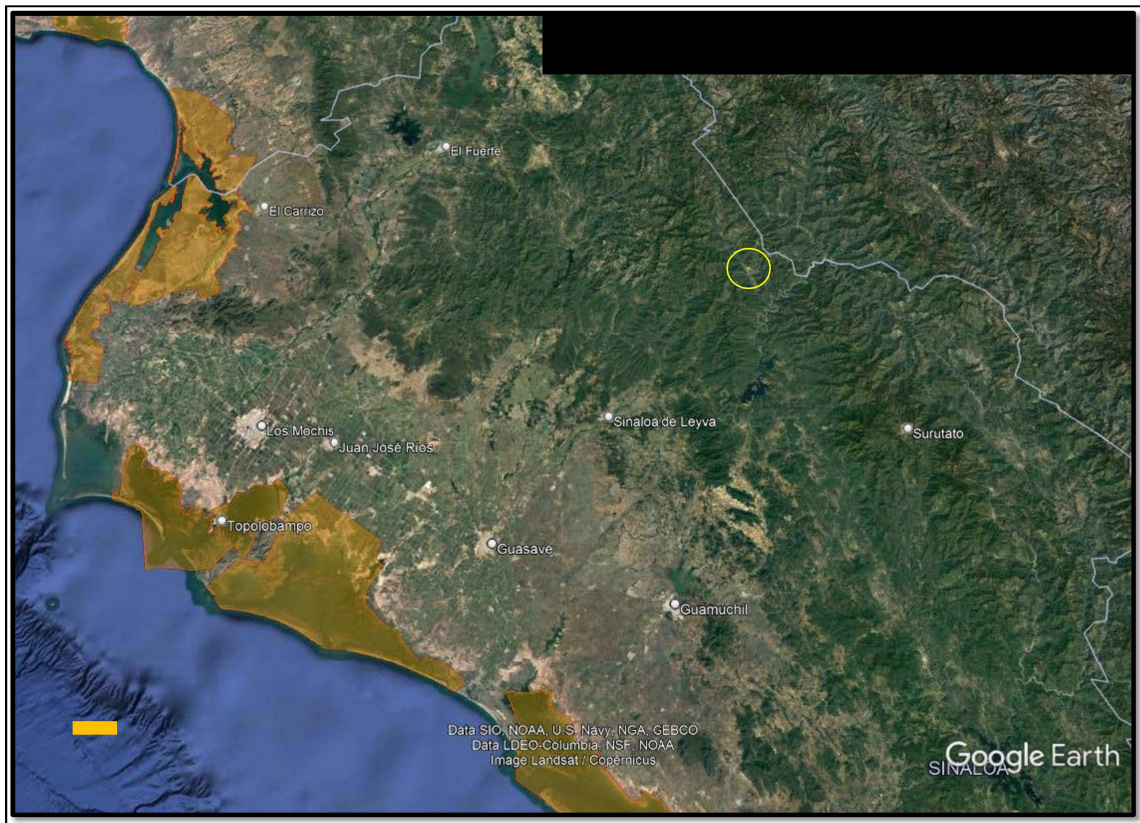


Figura III.8.- Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más próximos.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

NORMAS OFICIALES										
NOM	Aplicación al proyecto	Vinculación y cumplimiento del proyecto								
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994, límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. D.O.F.</p>	<p>5.91.- 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 siguiente tabla.</p> <table border="1" data-bbox="590 560 1094 808"> <thead> <tr> <th>Peso bruto vehicular (kg)</th> <th>Limites maximos permisibles dB (A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 3,000</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Más de</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table>	Peso bruto vehicular (kg)	Limites maximos permisibles dB (A)	Hasta 3,000	86	Más de 3,000 y hasta 10,000	92	Más de	99	<p>El proyecto cumplirá con la presente norma realizando cada 3 meses mantenimiento de sus vehículos, con la finalidad de que sus motores, inyectores, bujías, aceites, filtros y escapes estén en óptimas condiciones de funcionamiento y con ello se controlen sus niveles de emisión de ruido, a efecto que no rebasen los límites establecidos.</p>
Peso bruto vehicular (kg)	Limites maximos permisibles dB (A)									
Hasta 3,000	86									
Más de 3,000 y hasta 10,000	92									
Más de	99									
<p>NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Acuerdo por el que se modifican los límites establecidos en las tablas 3 y 4 de los numerales 4.2.1 y 4.2.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p> <p>4.1.1.- Los límites máximos permisibles de emisiones de gases provenientes del escape de los vehículos de pasajeros en circulación en función del año-modelo, son los establecidos en la tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana.</p>	<p>El proyecto cumplirá con la presente norma realizando cada 3 meses mantenimiento de sus vehículos, con la finalidad de que sus motores, inyectores, bujías, aceites, filtros y escapes estén en óptimas condiciones de funcionamiento y con ello gases de combustión, a efecto que no rebasen los límites establecidos.</p>								

Tabla 1

Año-Modelo del vehículo	hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno	Oxido de Nitrogeno	Disolución		Lambda
	(HC)	(CO)	(O ₂)	(NO)	Min.	Máx.	
	(ppm)	(%Vol.)	(%Vol.)	(ppm)	(CO+CO ₂) (%Vol.)		
1990 y anteriores	350	2.5	3	2,500	13	16.5	1.1
1991 y posteriores	100	1	3	1,500	13	16.5	1.05

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 funcionamiento del año-modelo, son los establecidos en la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Tabla 2

Año-Modelo del vehículo	hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno	Oxido de Nitrogeno	Disolución		Lambda
	(HC)	(CO)	(O ₂)	(NO)	Min.	Máx.	
	(ppm)	(%Vol.)	(%Vol.)	(ppm)	(CO+CO ₂) (%Vol.)		
1993 y anteriores	350	2.5	3	2,500	13	16.5	1.1
1994 y posteriores	100	1	3	1,500	13	16.5	1.05

NOM-081-SEMARNAT-1994, límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Se generará ruido por las actividades de disposición de jales en las distintas secciones de la presa seca una vez que entren en operaciones.

Para minimizar el ruido se tiene programado realizar lo siguiente:

Los motores por utilizar en la maquinaria y equipo tendrán filtros y escapes que disminuirán el nivel de ruido, adicionalmente serán adecuadamente lubricados y fijados en sus bases y la operación de esta quedara restringida a los horarios de 7 am a 8 pm.

NOM-045-

SEMARNAT-2017, protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Se **excluye** de la aplicación de la presente Norma la maquinaria equipada con motores de diésel empleada en actividades agrícolas, de la construcción y **de minería.**

4. Límites máximos permisibles de opacidad

4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1.

Tabla 1

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m ⁻¹)	Por ciento de opacidad (%)
2003 y anteriores	2.5	65.87
2004 y posteriores	2	57.68

4.2 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2.

Tabla 2

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m ⁻¹)	Por ciento de opacidad (%)
1990 y anteriores	3	72.47
1991 y posteriores	2.5	65.87

Aun cuando la presente norma no aplique al proyecto, se considera que este cumplirá toda vez que se tiene proyectado llevar cada 3 meses a mantenimiento la maquinaria y equipos, con la finalidad de que sus motores, inyectoros, bujías, aceites, filtros y escapes estén en óptimas condiciones de funcionamiento y con ello se controlen sus niveles de emisión de gases contaminantes, a efecto que no rebasen los límites establecidos.

NOM-052-

SEMARNAT-2005,
Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos

Al proyecto le aplica la presente Norma dado que se generaran residuos peligrosos y por ello se dará cumplimiento a lo establecido en el **Capítulo IV del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, según se describe a continuación:

“CAPÍTULO IV. Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos.

Sección I Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.

Artículo 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizara de acuerdo con lo siguiente:

- I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;**
- II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y**
- III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.”**

**Sección II
Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos**

Artículo 85.- Quienes presten servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos deberán cumplir con lo siguiente:

Los vehículos de transporte, así como la maquinaria de trabajo, recibirán su mantenimiento y reparación en el taller mecánico y eléctrico autorizado de la plana de beneficio de la empresa promovente, por lo que serán los responsables del manejo de los residuos peligrosos que generen.

No se descarta que pueda presentarse una situación, en la que se tenga que efectuar una reparación mecánica emergente y por lo cual se generarán residuos peligrosos en el sitio del proyecto, en cuyo caso se tendrá precaución de colocar una lona plástica sobre el suelo, con medidas de 4 x 4 metros, sobre la cual se pondrá una charola de 1.5 metros de largo x 1 metro de ancho y 10 cm de altura, estando estas por abajo de los motores o piezas por reparar, para captar los derrames de aceite, grasa o combustible.

El sitio de descompostura y de reparación emergente de vehículos o tractores, no es posible precisarlo, así como tampoco se puede establecer una cantidad de residuos peligrosos que se esperan generar en dicha reparación, ya que son situaciones que no se pueden prever.

En el área del proyecto los residuos peligrosos serán dispuestos en contenedores con tapa y resguardados en el almacén temporal de residuos peligrosos de la planta de beneficio, para su posterior entrega a una empresa contratada para su recolección, transporte y

	<p><i>I. Verificar que los residuos peligrosos de que se trate, estén debidamente etiquetados e identificados y, en su caso, envasados y embalados;</i></p> <p><i>II. Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes;</i></p> <p><i>III. Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos;</i></p> <p><i>IV. Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden;</i></p> <p><i>V. Observar las características de compatibilidad para el transporte de los residuos peligrosos, y</i></p> <p><i>VI. Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad no podrán ser transportados junto con ningún otro tipo de residuos peligrosos.</i></p> <p>...”</p>	<p>disposición para su reuso o reciclaje, la cual contará con autorización vigente de la SEMARNAT.</p> <p>Adicional a lo anterior, se ha realizado la caracterización de los jales mineros secos a disponer en la presa de jales, los cuales NO presentan característica CRIT alguna.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto considera el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en una superficie de 3-09-81 Ha, donde tras trabajos de campo se determino que no se encuentran especies de flora y fauna dentro de alguna categoría de riesgo establecida en la norma.</p>	<p>El proyecto considera el desarrollo de programas destinados a preservar especies, como lo es el programa de rescate y traslocación de fauna propuesto en la sección de anexos, así como el programa de rescate de cactáceas, un programa de restauración y conservación de suelos y agua para proveer de zonas de anidamiento, alimento y resguardo a las especies faunísticas.</p>

Considerando que la aplicabilidad de la NOM-141-SEMARNAT-2003 es completa y llana para el proyecto, vincularemos con cada especificación de la misma.

NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales, publicada en el D.O.F. el 13 de septiembre del 2004

Especificación	Cumplimiento
<p>5.1 Cambio de uso de suelo. 5.1.1 Cambio de utilización de terrenos forestales. El generador debe obtener la autorización por el cambio de utilización de terrenos forestales de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.</p>	<p>El presente DTU-BP tiene como objetivo la obtención de autorización para el CUSTF, situación con la cual se le dara cumplimiento a la presente especificación.</p>
<p>5.1.2 Utilización de cauces y zonas federales. De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales.</p>	<p>No se utilizarán cauces y zonas federales.</p>
<p>5.2 Caracterización del jal. Las muestras de jal para la determinación analítica deben ser tomadas directamente del área de almacenamiento o de las pruebas metalúrgicas realizadas al inicio de la operación de la unidad minera, de conformidad con las especificaciones del Anexo Normativo 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.</p>	<p>Los jales mineros secos se ha analizado mediante metodologías CRIT, mismos que no presentan características de peligrosidad, los cuales han sido analizados por el laboratorio del Grupo Microanálisis, el cual está debidamente acreditado ante la entidad mexicana de acreditación, tomando a consideración cada una de las especificación del anexo 1 de la NOM-141-SEMARNAT</p>
<p>Con el fin de determinar la peligrosidad de los jales, el generador debe proceder de la siguiente manera: 5.2.1 Aplicar la prueba de extracción de metales, metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO2 (véanse anexos normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el</p>	<p>Para el análisis del CRIT de los jales, la muestra fue digerida y se han realizado los métodos de extracción de metales y metaloides a fin de poder establecer si existen características de toxicidad en la misma.</p>

<p>extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-1993 o la que la sustituya, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad.</p>	
<p>5.2.2 Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (véanse anexos normativos 1 y 5). En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Ácido (PA) sea menor a 1.2, se consideran generadores potenciales de ácido.</p>	<p>La prueba de potencialidad de drenaje ácido, aun no se realizan sin embargo se tendrá el compromiso de su muestreo y análisis con laboratorio acreditado ante la entidad mexicana de acreditación, tomando a consideración cada una de las especificación del anexo 1 de la NOM-141-SEMARNAT</p>
<p>5.3 Caracterización del sitio Con el propósito de caracterizar el sitio donde se proponga ubicar la presa de jales, una vez definida la peligrosidad del jal que genere el proceso de beneficio de minerales, el generador debe llevar a cabo estudios que le permitan identificar a los elementos del ambiente y biota que sean susceptibles de daño por el depósito de jales. El generador previo a la selección del sitio debe realizar los siguientes estudios e indicar la(s) fuentes(s) de referencia.</p>	<p>La vegetación existente en el área de la presa de jales corresponde a la caracterizada por Jerky Rzdowski 2006, quien la clasifica como Selva Baja Caducifolia; en este tipo de vegetación cuando menos la mitad de sus árboles deja caer sus hojas durante la temporada de sequía, pero hay muchos componentes siempre verdes y otros que solo se defolian por un periodo corto.</p> <p>La Selva Baja Caducifolia es una comunidad densa y cerrada. Su altura oscila entre 15 y 40 metros. Al respecto cabe mencionar que mediante recorridos de campo se determinaron las especies de plantas colindantes al abrevadero donde se ubicara la presa de jales, donde se registró la presencia de las siguientes especies: brasil (<i>Haematoxylum brasiletto</i>), guasima (<i>Guazuma ulmifolia</i>), copal santo (<i>Bursera excelsa</i>), copalillo (<i>Bursera excelsa</i>), mauto (<i>Lysiloma divaricatum</i>), palo blanco (<i>Ipomoea arborescens</i>), vinolo (<i>Acacia cochliacantha</i>) entre otras maderables, así como algunos organismos no maderables como el cardon (<i>Pachycereus pecten aboriginum</i>) y pitayo (<i>Stenocereus thurberi</i>)</p>

5.3.1 Aspectos climáticos

Para prevenir daños a la presa de jales por factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica sobre la cortina contenedora o se produzca algún derrame de excedencias hacia la cuenca de aguas abajo, se deben investigar y documentar los siguientes aspectos climáticos:

- a) Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana).
- b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.
- c) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.
- d) Tormenta de diseño para un período de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio.
- e) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.

La Tabla 1 señala el número de años a que debe de hacer referencia la información anterior, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal.

El predio que ocupará la presa de jales cuenta con clima Aw0 Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual

Según datos de la CENAPRED, el área del Predio, presenta un grado de MEDIO de peligrosidad por presencia de ciclones tropicales, con índice de 0.2.

La precipitación normal del período 1981 a 2010 es la siguiente:

Periodo 1981-2010		
Precipitación normal mensual	Enero	54.9
	Febrero	28.7
	Marzo	17
	Abril	7.7
	Mayo	14.2
	Junio	46.5
	Julio	262.4
	Agosto	236.1
	Septiembre	165.9
	Octubre	69.5
	Noviembre	50
	Diciembre	92.8

Los datos presentados corresponden a la estación climatológica San José de Gracia registrada en el SMN ubicada en LN 26°09'20" LO 107°53'25", de donde se registran datos de 1981 a 2010.

TABLA 1
 Período de retorno de la tormenta de diseño

Topografía	Zona hidrológica					
	Seca		Húmeda		Ciclónica	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Montañoso	5	25	25	50	50	50
Lomerío	25	100	25	100	50	
Plano	25	100	50	100	100	100

(1) Jal no peligroso por su toxicidad (2)
 Jal peligroso por su toxicidad

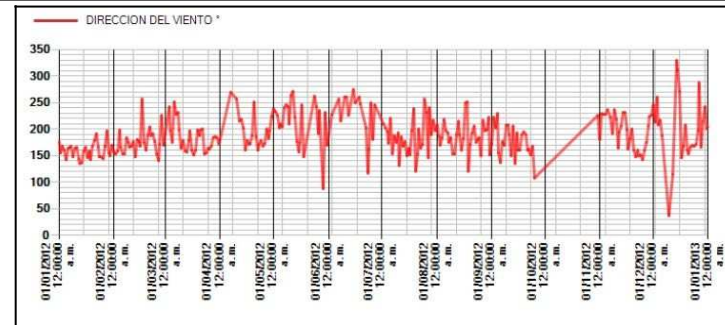
Precipitación media mensual máxima se determinó para los meses de julio y la precipitación mínima mensual para los meses de abril con 7.7 mm.

La precipitación máxima mensual el período 1981 a 2010 se presenta en la tabla siguiente:

Precipitación máxima mensual	Periodo 1981-2010	
	Enero	229
	Febrero	91
	Marzo	70
	Abril	45.8
	Mayo	81
	Junio	107
	Julio	444
	Agosto	356
	Septiembre	320
	Octubre	218
	Noviembre	140
Diciembre	255	

La dirección mensual de los vientos dominantes para el año 2012 son rumbo al Noroeste, según registros de la estación climática Concordia La Querencia que es la más próxima al área del proyecto.

La velocidad máxima promedio del viento es de 1.7 km/hr para el año del 2012, según registros de la misma estación climática.



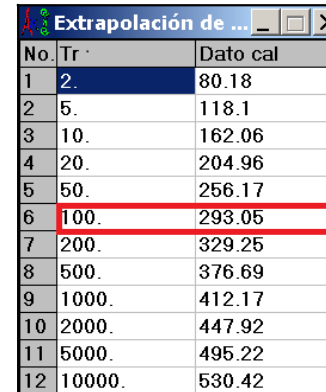
Con base a los datos obtenidos de la estación climatológica de San Jose de Gracia del período de 1981 a 2010, la tormenta máxima observada para una duración de 24 horas es de 200 mm que fue en el mes de septiembre del año 1982.

Para proceder al cumplimiento del estudio descrito en los términos establecidos en la **NOM-141-SEMARNAT-2003**, se tomaron como referencia los datos de la estación pluviométrica más cercana a la zona de estudio, que tiene por nombre “San Jose de Gracia”, los cuales fueron proporcionados por el personal de **CONAGUA** y que comprenden un período anual de 48 años.

La precipitación de diseño, se obtuvo al aplicar funciones de distribución probabilísticas a la base de precipitaciones máximas anuales.

Para elaborar el análisis se utilizó la metodología de máximos anuales, desde 1966 al 2010. Con el uso del Software AX, desarrollado por el **Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)**, y con base en la información anterior, se determinó que para un período de retorno de 100 años, le corresponde una precipitación pluvial de 293.05 milímetros acumulada en un periodo de 24 horas, según se muestra en la siguiente tabla:


Precipitación pluvial acumulada en un periodo de 24 horas,
para un periodo de retorno de 100 años (mm)



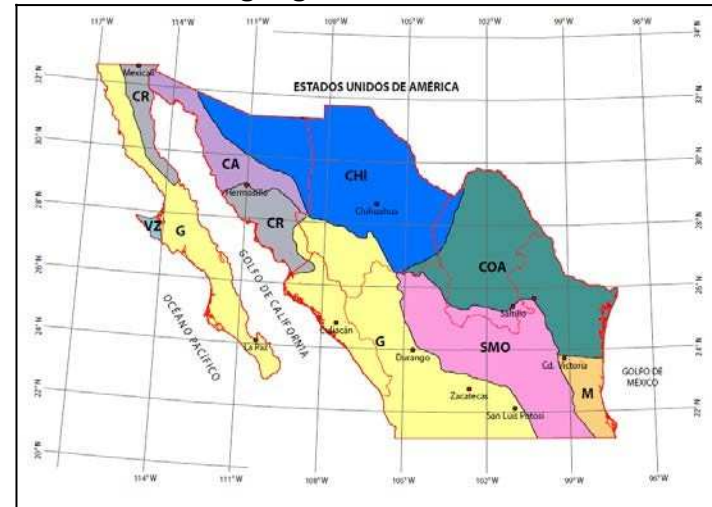
No.	Tr.	Dato cal
1	2.	80.18
2	5.	118.1
3	10.	162.06
4	20.	204.96
5	50.	256.17
6	100.	293.05
7	200.	329.25
8	500.	376.69
9	1000.	412.17
10	2000.	447.92
11	5000.	495.22
12	10000.	530.42

La metodología está ampliamente descrita en el capítulo IV en el apartado Clima del presente estudio. La medición de la precipitación, permitió conocer la lámina de lluvia máxima (milímetros), la cual se interpreta como la altura del nivel del agua que se acumularía sobre el terreno sin infiltrarse o evaporarse sobre un área unitaria, misma que multiplicada por el área donde estará la presa de jales nos da como

	<p>resultado que el volumen requerido de la fosa será de 18226.18 m³, todo lo cual se describe a continuación:</p> <p>Área de la presa de jales: 62,205.42 m² Precipitación de diseño: 0.293 m Volumen de la fosa requerido: 18,226.18 m³</p> <p>Nota: Para los antecedentes climatológicos se tomaron como referencia los datos de la estación San Jose de Gracia, misma que ya no esta en operaciones, por lo que para los datos actuales en el capítulo IV se tomaron registros de la estación Jaina, que es más próxima al sitio de estudio.</p>
<p>5.3.1.1 El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo a la Clasificación Topográfica de la República Mexicana, incluida como Tabla 2 de la presente Norma. c</p>	<p>El área seleccionada para la presa de jales es un “terreno ligeramente ondulada” su relieve presenta taludes menores de 10:1 (horizontal: vertical).</p>
<p>5.3.1.2 Cuando para la cuenca en estudio no exista información hidrométrica y pluviométrica suficiente, los datos podrán determinarse indirectamente, transfiriendo la información de cuencas vecinas a la región, cuando estas puedan ser consideradas homogéneas y se disponga de suficiente información</p>	<p>Las obras y actividades consideradas en el proyecto están ubicadas la microcuenca San Jsoe de Gracia, cuyas características es están descritas ampliamente en el capítulo IV del presente DTU-B.</p>
<p>5.3.2 Aspectos edafológicos Se deben determinar en el sitio de ubicación de la presa de jales los siguientes parámetros del suelo: textura, conductividad eléctrica y pH. Estos parámetros físicos y químicos permiten describir el tipo de suelo para la caracterización del sitio.</p>	<p>La presa de jales estará ubicada en un tipo de suelo, Regosol Eútrico Epiléptico + Leptosol Eútrico Esquelético + Leptosol Eútrico Lítico, con la combinación RGeulep+LPeusk+LPeuli/1r, con una clase textural media gravosa. Los horizontes sufren cambios de color, estructura o composición de carbonatos, etc., se desarrollan en materiales alterados y permiten un amplio rango de terrenos agrícolas.</p>

<p>5.3.3 Aspectos geotécnicos Los factores geotécnicos a considerar son:</p>																									
<p>5.3.3.1 Describir la estructura geológica general y al detalle; las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; el grado y profundidad actual de la roca intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo.</p>	<p>En el estado de Sinaloa se tiene la presencia de los terrenos tecnoestratigraficos siguientes: terrenos Cortés y Guerrero, el terreno Cortés ocupa la proporción noroeste del Estado desde el Fuerte hasta San José de Gracia, en tanto que el terreno Guerrero ocupa el resto del estado, el presente proyecto se encuentra ubicado en el terreno Guerrero, que consiste en una secuencia, vulcanosedimentaria de edad Jurásico Tithoniano-Cretácico Albiano, representando un arco volcánico marino y parcialmente continental sin basamento determinado.</p> <p style="text-align: center;">Tipos de terreno</p> <div style="text-align: center;">  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50px;"></td> <td style="width: 100px;">CABORCA</td> <td style="width: 50px;"></td> <td style="width: 100px;">VIZCAINO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CHIHUAHUA</td> <td></td> <td>COAHUILA</td> </tr> <tr> <td>EXPLICACION</td> <td>GUERRERO</td> <td></td> <td>CORTES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MAYA</td> <td></td> <td>LIMITE ESTATAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SIERRA MADRE ORIENTAL</td> <td></td> <td>CAPITAL DEL ESTADO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>COORDENADAS</td> </tr> </table> </div>		CABORCA		VIZCAINO		CHIHUAHUA		COAHUILA	EXPLICACION	GUERRERO		CORTES		MAYA		LIMITE ESTATAL		SIERRA MADRE ORIENTAL		CAPITAL DEL ESTADO				COORDENADAS
	CABORCA		VIZCAINO																						
	CHIHUAHUA		COAHUILA																						
EXPLICACION	GUERRERO		CORTES																						
	MAYA		LIMITE ESTATAL																						
	SIERRA MADRE ORIENTAL		CAPITAL DEL ESTADO																						
			COORDENADAS																						

Distribución geográfica del terreno Guerrero

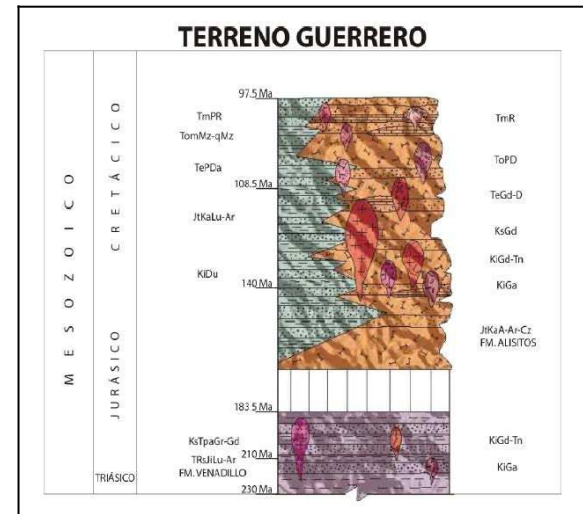


Fuente: Monografía Geológico-Minera del estado de Sinaloa

5.3.3.2 Determinar las propiedades mecánicas de los depósitos de suelo, en lo que se refiere a su estratigrafía, haciendo resaltar la homogeneidad o heterogeneidad de los mismos, el tipo de suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4), así como su permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte.

Dynaresource realizó estudio de mecánica de suelos para establecer la permeabilidad del suelo en el predio de la presa seca pretendida, dicho estudio fue realizado por la empresa Ingenium Ingenieros Consultores SC, donde se hace constar que se realizaron 3 pozos a cielo abierto a una profundidad máximo de 2.5 m, donde cada 50 cm se tomaban muestras a lo largo de la columna estratigráfica, cuyos resultados arrojan que se encuentra en el pozo 1 arcilla arenosa café rojizo con gravas (roca intemperizada), en tanto en el pozo 2 se observó se tiene arena arcillosa grisácea con gravas (roca intemperizada). Donde ambos tipos de suelo presentan una permeabilidad de 6.3×10^{-3} cm/seg.

Cabe mencionar que de los sitios de observación no se encontró el nivel de aguas freáticas a la máxima profundidad explorada.



Terreno guerrero. Formación Venadillo es el nombre informal utilizado por Arredondo-Guerrero (2004) para describir una secuencia sedimentaria siliciclástica constituida de lutita y arenisca, con escasos bloques de caliza que afloran al norte de Mazatlán. Se trata posiblemente de una secuencia turbidítica en estratos delgados de lutita y arenisca de cuarzo en afloramientos muy cizallados. Presenta metamorfismo regional de bajo grado de la facies de esquistos verdes así como metamorfismo de contacto producto de intrusiones batolíticas.

Fuente: Monografía Geológico-Minera del estado de Sinaloa edición 2008.

<p>5.3.3.3 Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 1: Regiones Sísmicas de la República Mexicana. La información geotécnica debe ser utilizada en el proyecto para asegurar la estabilidad que requiere la obra.</p>	<p>La regionalización sísmica de CENAPRED (mayo 2014) indica que el peligro de sismo en el área donde se localiza es bajo, reportando un factor de sismo de .14, está clasificado como zona B y reporta sismos de menor frecuencia con una aceleración del terreno <70% de gravedad, lo que reduce el riesgo de posibilidad de derrumbes o deslizamiento, demás no se presentan fallas ni fracturas en el SA.</p>
<p>5.3.4 Aspectos hidrológicos Para comprobar que la presa de jales no representa riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, se deben presentar los siguientes estudios:</p>	
<p>5.3.4.1 Superficial</p> <p>a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.</p> <p>b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000</p> <p>c) Cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito, determinar el gasto correspondiente en el sitio de interés.</p> <p>d) Determinar el área de inundación de la subcuenca, representándola en cartas topográficas de INEGI a escala 1:50,000 o a una adecuada, si la zona de estudio es pequeña.</p> <p>e) Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, tanto aguas arriba como aguas abajo, con base en las concentraciones de parámetros físicos y químicos; pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y</p>	<p>a) La presa de jales estará ubicada en la microcuenca San Jose de Gracia, como se ubica claramente en el capítulo IV del presente estudio.</p> <p>b) El proyecto está ubicado en la cuenca del río Sinaloa, subcuenca San Jose de Gracia.</p> <p>c) No se hará uso de ninguna corriente de agua de la subcuenca referida.</p> <p>d) No aplica, porque no se hará uso de ninguna corriente de agua para depósito, en el proyecto.</p> <p>e) Se efectuarán monitoreos de la calidad del agua y de la composición química de los jales, proporcionando informes semestrales a la autoridad ambiental.</p>

<p>aceites, sólidos disueltos, cianuro total, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales.</p>	
<p>5.3.4.2 Subterránea 5.3.4.2.1 Cuando el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2.</p>	
<p>5.3.4.2.2 Cuando en el sitio seleccionado para la construcción de la presa de jales exista un acuífero se debe:</p> <p>a) Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 500 metros alrededor de los límites de la presa colmada. Esta condición no se aplicará en los casos de aprovechamientos ubicados aguas arriba y cuyo radio máximo de influencia se localice a una distancia mínima de 100 m en dirección del sitio de depósito. En caso de que existan parteaguas de la subcuenca a menos de 500 m, se tomarán estos como límites.</p> <p>b) Efectuar la caracterización física y química del agua, seleccionando aquellos parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de la presa de jales. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o a través del muestreo en aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a la presa de jales.</p>	<p>a) Durante los estudios de mecánica de suelos, se constató que a 2.5 m no existen corrientes subterráneas de agua y el suelo no presenta humedad.</p> <p>b) Se efectuarán pozos testigos alrededor de la presa, los cuales se estarán monitoreando, informes que le serán proporcionados semestrales a la autoridad ambiental.</p> <p>La construcción de la presa de jales se considera impermeable, se trabajará en la compactación al 100% con arcilla y balastre y adicionalmente como una medida preventiva se colocara una geomembrana de polietileno llamada liner, con esto se garantizará que no existirán infiltraciones hacia el subsuelo y acuífero disponible en la zona.</p> <p>Los jales serán dispuestos en la presa previamente filtrados, donde el excedente del agua retirado será retornado al proceso en la planta de beneficio. Por lo que solo se tendrá escurrimiento de aguas pluviales los cuales se espera sea evaporen.</p>

<p>5.3.5 Biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos. Se refiere a caracterizar el sitio, identificando la presencia de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, así como la ubicación de ecosistemas frágiles o únicos.</p>	<p>Dentro del área del proyecto no se reportaron especies de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, según se describe en el capítulo II y IV del presente DTU-B. La ubicación de la presa de jales no está dentro de ecosistemas frágiles ó únicos, como se describió ampliamente en el punto antecesor “Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas”</p>
<p>5.3.5.1 El manejo de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre.</p>	<p>El proyecto no efectuara el manejo de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre, durante los recorridos de campo solo se observó la escasa presencia de algunas especies de fauna listadas en al NOM-059-SEMARNAT, sin embargo con las acciones de prevención de impactos a desarrollar previo al desarrollo de las obras, estas no se verán afectadas. La abundancia de organismos en el predio esta demeritada por la influencia que el terreno de la presa de jales tiene con el poblado de San Jose de Gracia y las actividades mineras que en este se desarrollan.</p>
<p>5.3.5.2 El sitio seleccionado debe corresponder a un área que no represente riesgo a las especies definidas en la Norma de referencia bajo cualquier categoría de riesgo, y aquella que produzca el mínimo impacto ambiental sobre los recursos naturales.</p>	<p>En las obras ya ctividades no representan riesgo para las especies que se encuentra la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p>5.3.5.3 Definir los tipos de vegetación que serían afectados, especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia relativa por especie con nombres comunes y científicos.</p>	<p>La construcción de la presa de jales requerirá del desmonte de selva baja caducifolia en 3.09-81.00 Ha, sitio donde fueron inventariados 7208 especies maderables y 249 no maderables.</p> <p>Ver en capitulo V, descripción de recursos bióticos.</p>

<p>5.3.6 Potencial de daño 5.3.6.1 Identificar centros de población, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios que puedan ser afectados en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora y proceder de la siguiente manera:</p>	<p>La presa de jales propuesta considera solamente un bordo iniciador, el cual dista a 140 m de la planta de beneficio y campamento de la mina, así como a 170 m del poblado San Jose de Gracia. No se cuenta de manera próxima con ecosistemas frágiles ni cuerpos de agua.</p>
<p>5.3.6.1.1 Si existe posibilidad de afectación a un centro de población o de daño a un cuerpo de agua superficial, se deben aplicar las medidas de proyecto, construcción, operación y monitoreo clasificadas con el número 1 en el Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana. También se aplicarán las medidas señaladas en el punto 5.7 relativas a la etapa de postoperación.</p>	<p>Se cumplirá con la aplicación de las medidas de construcción, operación y monitoreo clasificadas con el número 1 en el Anexo Normativo 3. Cuando se defina el abandono del proyecto, se dará seguimiento a las medidas establecidas en la normatividad.</p> <p>Es importante mencionar que se ubica el centro de población (poblado San Jose de Gracia) a una distancia de 170 m</p>
<p>5.3.6.1.2 Cuando la posibilidad de daño no implique cuerpos de agua superficiales, pero se pueden afectar ecosistemas frágiles, especies en riesgo ó áreas de suelos agropecuarios vulnerables, se deben aplicar las medidas recomendadas como 1 o 2 en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana.</p>	<p>En el área del proyecto no se tienen presentes cuerpos de agua ni ecosistemas frágiles, durante los recorridos de campo no se observaron algunas especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT, pero no se considera que la operación y mantenimiento de la presa de jales no afecte organismo faunístico alguno.</p>
<p>5.3.6.2 Cuando no exista potencial de daño, se pueden aplicar libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la presente Norma.</p>	<p>Considerando que los jales producidos en la planta de beneficio contienen sustancias tóxicas, y sus resultados dan CRIT dan negativo, aunado a que serán jales filtrados, puede establecerse que no será necesario cumplir con las disposiciones descritas en el anexo normativo 3 de la presente Norma, ya que este último está referido al manejo de sustancias tóxicas.</p>

<p>5.3.6.3 Analizar si los polvos fugitivos del depósito pueden llegar a algún centro de población y alterar la calidad del aire; en este caso, se tiene que implementar las medidas descritas en los criterios de construcción-operación y de la etapa de postoperación, enfocados a mitigar estas emisiones.</p>	<p>Puesta la presa en operaciones se contratará laboratorio acreditado para que con base a NOM-035-SEMARNAT determine la concentración de polvos fugitivos.</p> <p>Cuyos filtros de muestreo pueden a su vez mandarse analizar bajo método CRIT, con resultados solo se tendrá la manera de establecer alguna estrategia anticontaminante. Sin embargo al tener jales no peligrosos, los polvos que arrastre el viento también lo serán.</p>
<p>5.4 Criterios de preparación del sitio Si de acuerdo a los estudios de caracterización del sitio se encuentran elementos ambientales vulnerables o susceptibles de daño por el depósito de jales, se debe preparar el sitio para evitar o mitigar el daño sobre los elementos identificados; para lo anterior, se debe proceder de la siguiente manera:</p>	<p>En el área del proyecto no se encontraron ambientes vulnerables o susceptibles por el depósito de jales, de cualquier forma se aplicarán medidas preventivas como las descritas en el presente DTU-B.</p>
<p>5.4.1 La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El acuífero no sea vulnerable b) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 metros de la presa colmada, o c) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso. 	<p>Los jales han sido analizados y no son peligrosos, por tanto el presente punto normativo no aplica.</p>

<p>5.4.2 La preparación del sitio de la presa de jales debe incluir medidas de prevención o control a la contaminación, a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos cuando:</p> <p>a) Exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2: b) El jal sea peligroso, o c) Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada.</p>	<p>Los resultados de los jales secos generados y analizados bajo metodologías CRIT, cumplen con los límites máximos permisibles para los constituyentes tóxicos, establecidos en la tabla 2 de la NOM-052- SEMARNAT-2005. Independientemente de lo anterior, se trabajará en garantizar la compactación de suelo de la presa de jales y será esta a su vez cubierta con geomembrana LDPE, la cual evitará infiltraciones al subsuelo.</p>
<p>5.4.3 Cuando el agua de la presa de jales se recircule al proceso de beneficio, debe evitarse que entre en contacto con cuerpos naturales de agua superficiales.</p>	<p>El agua de la presa de jales propuesta es de tipo seco, es decir los jales no arrastrarán aguas del proceso de beneficio, solo la presa será susceptible a las aguas pluviales, las cuales serán adecuadamente conducidas para su evaporación.</p>
<p>5.4.4 De los resultados obtenidos del punto 5.3.5.3, las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo que se localicen en el área del proyecto deben ser protegidas mediante programas o acciones encaminadas a su reubicación, salvamento o enriquecimiento mediante viveros y criaderos, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y apegándose a la normatividad de referencia.</p>	<p>Para garantizar la conservación de especies y la prestación de servicios ambientales, el presente DTU-B considera como medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, el desarrollo de programas de restauración y conservación de suelos y agua, programa de rescate de flora y programa de ahuyentismo y traslocación de fauna.</p>
<p>5.4.4.1 Identificar previamente a las actividades de desmonte, las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de</p>	<p>Para garantizar la conservación de especies y la prestación de servicios ambientales, el presente DTU-B considera como medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, el desarrollo de programas de restauración y conservación de suelos y agua,</p>

trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico.	programa de rescate de flora y programa de ahuyentismo y traslocación de fauna..
5.4.4.2 Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar y proteger el germoplasma nativo en una proporción de especies similar a la original.	Para garantizar la conservación de especies y la prestación de servicios ambientales, el presente DTU-B considera como medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, programas de restauración y conservación de suelos y agua, programa de rescate de flora y programa de ahuyentismo y traslocación de fauna.
5.4.4.3 Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia.	Para garantizar la conservación de especies y la prestación de servicios ambientales, el presente DTU-B considera como medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, el desarrollo de programas de restauración y conservación de suelos y agua, programa de rescate de flora y programa de ahuyentismo y traslocación de fauna.
5.4.4.4 El desmonte y despalme se deben realizar de forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.	El proyecto tiene considerado en este DTU-B como se realizarán las formas y plazos del CUSTF.
5.4.4.5 Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada.	Ver en sección de anexos programas de programas de restauración y conservación de suelos y agua, programa de rescate de flora y programa de ahuyentismo y traslocación de fauna.
5.4.5 Cuando la capa de suelo sea retirada para preservar el germoplasma, y utilizarse para reforestar o restituir la cubierta vegetal, el sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado deberá contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.	La capa de suelo será utilizada en el mismo sitio para nivelar y compactar la presa de jales, siendo importante reiterar que el suelo será cubierto con un liner para evitar infiltraciones futuras.

<p>5.4.6 Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado.</p>	<p>El área que será utilizada, cubre las necesidades de depósito de jales. La superficie fue determinada con base a los niveles estimados de generación a 20 años.</p>
<p>5.4.7 Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de preparación, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario.</p>	<p>El proyecto cuenta con la información clasificada y disponible de estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para diseñar y definir las actividades de diseño de obra, preparación, mismas que están a disposición de la autoridad para que ésta verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario.</p>
<p>5.5 Criterios de proyecto En el proyecto de una presa de jales deben considerarse los siguientes factores:</p>	
<p>5.5.1 Estimar el volumen de almacenamiento, utilizando el método de las áreas medias y la vida útil del depósito, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico de los jales.</p>	<p>Se estima que el volumen de almacenamiento de la presa de jales será de 1'408,278 m³, manteniendo un almacenamiento con <45° de ángulo de reposo, además durante los depósitos de jales se efectuara la creación de terrazas, a efecto de evitar deslaves o derrumbes de los jales. Además considerando que los jales no generan acidez y su toxicidad es inferior a los límites máximos permisibles, estos podrán ser dispuestos con otros fines.</p>
<p>5.5.2 La sección propuesta de la cortina contenedora debe cumplir con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de esta Norma.</p>	<p>No habrá cortina contenedora.</p>
<p>5.5.3 El manejo de los escurrimientos superficiales se debe proyectar de tal manera que cumpla con los métodos establecidos en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CNA).</p>	<p>La presa de jales del proyecto no tendrá escurrimientos debido a que serán previamente filtrados los jales en planta de beneficio donde los excedentes de agua serán reincorporados al proceso.</p>

<p>5.5.4 Los sistemas de recuperación deben contemplar los escurrimientos pluviales que aportan carga hidráulica causados por la precipitación máxima probable, estimada de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE.</p>	<p>La presa de jales del proyecto no tendrá escurrimientos debido a que serán previamente filtrados los jales en planta de beneficio donde los excedentes de agua serán reincorporados al proceso. La capacidad volumétrica de la presa considera los volúmenes anuales pluviales en la zona.</p>												
<p>5.5.5 La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla 3:</p>	<p>La presa seca de jales mineros, solo considera como obra de contención de jales el bordo iniciador. No tienen considerada la instalación de cortina contenedora.</p>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="331 771 432 803">OPCIÓN</th> <th data-bbox="432 771 865 803">INTERPRETACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="331 803 432 836">1</td> <td data-bbox="432 803 865 836">Permitido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 836 432 885">2</td> <td data-bbox="432 836 865 885">Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 885 432 974">3</td> <td data-bbox="432 885 865 974">Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 974 432 1063">4</td> <td data-bbox="432 974 865 1063">La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales, dictaminados por la Secretaría</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1063 432 1096">-</td> <td data-bbox="432 1063 865 1096">Prohibido</td> </tr> </tbody> </table>	OPCIÓN	INTERPRETACIÓN	1	Permitido	2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)	3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)	4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales, dictaminados por la Secretaría	-	Prohibido	
OPCIÓN	INTERPRETACIÓN												
1	Permitido												
2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)												
3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)												
4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales, dictaminados por la Secretaría												
-	Prohibido												
<p>5.5.6 En el caso de la derivación del curso de los escurrimientos en donde se construye una presa de jales, se deben considerar:</p> <p>a) Obras de retención y derivación de los escurrimientos normales y extremos, desde aguas arriba de la zona de almacenamiento de jales, por medio de canales o túneles de derivación, como obras de excedencias</p>	<p>La presa de jales del proyecto no tendrá escurrimientos debido a que serán previamente filtrados los jales en planta de beneficio donde los excedentes de agua serán reincorporados al proceso.</p>												

<p>que deben calcularse para recibir la avenida del proyecto y construirse para resistir fallas, en caso de inundación.</p> <p>b) El escurrimiento generado por la tormenta de diseño puede derivarse por debajo de la cortina de la presa, a través de un túnel de concreto reforzado, con base en la avenida de diseño.</p>	
<p>5.5.7 El proyecto de la presa de jales debe contemplar sistemas de recuperación del agua para su recirculación al proceso o las medidas de tratamiento para su descarga a cuerpos de agua receptores y bienes nacionales de acuerdo a la normatividad aplicable.</p>	<p>La presa de jales del proyecto no tendrá escurrimientos debido a que serán previamente filtrados los jales en planta de beneficio donde los excedentes de agua serán reincorporados al proceso.</p>
<p>5.6 Criterios de construcción-operación El proceso de construcción de una presa de jales debe seguir los siguientes criterios:</p>	
<p>5.6.1 En la construcción y operación de la presa de jales se debe evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas, de acuerdo a lo establecido en 5.4.2.</p>	<p>Durante la construcción, operación y post operación de la presa de jales no habrá degradación de la calidad de agua subterránea debido a que el contenido del jal no es peligroso, se constató con resultados CRIT del Laboratorio de Grupo Microanálisis, pues se cumple con los límites máximos permisibles para los constituyentes tóxicos, establecidos en la tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005. Independientemente de lo anterior, la presa de jales estará compactada al 100% proctor con mezcla de arcilla y balastre, y se cubrirá además con una geomembrana LDPE, lo cual evitará infiltraciones al subsuelo, aunado a ello la presa contará con una fosa de decantación que evitará derrames en una tormenta máxima.</p>

<p>5.6.2 Para obtener un buen contacto entre la base de la cortina contenedora y la superficie del terreno natural, se debe realizar una excavación de limpia para eliminar toda la materia vegetal, suelos y/o fragmentos de roca sueltos en el área de cimentación de la misma.</p>	<p>No habrá cortina contenedora.</p>
<p>5.6.3 Los defectos que se encuentren en el área de desplante de la cortina contenedora o del bordo iniciador, tales como arcillas agrietadas, grietas abiertas en la roca, depósitos de materiales de derrumbe incrustados y suelos permeables, deben corregirse o mejorarse, retirando los materiales sueltos y frágiles, y sellando las grietas abiertas para evitar la tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador.</p>	<p>No se tiene considerada construcción de cortina contenedora.</p>
<p>5.6.4 Cuando la cortina contenedora o el bordo iniciador se desplante sobre una superficie rocosa inclinada, que tiende a ser lisa, se debe excavar un dentellón para anclarlos.</p>	<p>El bordo iniciador propuesto ha sido diseñado considerando las condiciones del suelo y los requisitos de la presente norma.</p>
<p>5.6.5 La conformación del cuerpo de la cortina contenedora se debe realizar verificando que la distribución y colocación de los materiales en el terraplén de la misma se efectúe de acuerdo a las condiciones especificadas en el proyecto. Para la colocación de los materiales debe alcanzarse el grado de compactación y humedad que se estipulen en cada proyecto en particular.</p>	<p>No se tiene considerada construcción de cortina contenedora.</p>
<p>5.6.6 La construcción de los elementos y obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial.</p>	<p>En el área del proyecto se construirá la presa seca de jales, considerando pendientes superficiales apropiadas, lo anterior para asegurar el buen manejo del agua superficial.</p>

<p>5.6.7 Cuando el envío de los jales a la presa se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos, se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones. En este caso se deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada a las condiciones de topografía y visibilidad del sitio.</p>	<p>Se realizara el envío de los jales hacia la presa a través de acarreo en camiones de volteo cubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvos.</p>
<p>5.6.8 En el caso del método constructivo aguas arriba, la distribución de los jales sobre la cortina contenedora debe iniciarse por la parte interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales.</p>	<p>La propuesta de disposición de jales secos iniciara aguas arriba para evitar la saturación del talud de los terraplenes en el bordo iniciador.</p>
<p>5.6.9 Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana.</p>	<p>La presa de jales propuesta solo recibirá jales mineros secos.</p>
<p>5.6.10 Los jales se pueden utilizar en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores de 76 µm (malla 200) sea igual o mayor a 15% y su contenido de sólidos sea igual o mayor a 50%; en caso de ser generadores potenciales de drenaje ácido, de acuerdo a los criterios del punto 5.2.2, su uso esta supeditado a la aplicación de un método de estabilización química o por cubierta de material de préstamo.</p>	<p>No se tiene considerada construcción de cortina contenedora.</p>

<p>5.6.11 De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en 5.5.5 de esta Norma, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa.</p>	<p>No se tiene considerada construcción de cortina contenedora.</p>
<p>5.6.12 El vaso de almacenamiento debe tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras. Se debe dejar la playa amplia con el nivel del agua alejado del talud, de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse el Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante.</p>	<p>La presa de jales propuesta solo recibirá jales mineros secos, por ello la presente disposición no es aplicable.</p>
<p>5.6.13 El vaso de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente para mantener un bordo libre (BL) de 3 metros en zonas ciclónicas, 2 metros en zonas húmedas y 1 metro en zonas secas.</p>	<p>La presa de jales del proyecto tendrá la capacidad suficiente para mantener un bordo libre de 3 metros que es el que le corresponde por encontrarse en una zona ciclónica.</p>
<p>5.6.14 El agua clarificada que se recupere se debe conducir hasta las piletas o tanques de asentamiento, donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio.</p>	<p>La presa de jales propuesta solo recibirá jales mineros secos, por ello la presente disposición no es aplicable. Pues no habrá agua clarificada que recuperar.</p>
<p>5.6.15 Según el método constructivo que sea utilizado, se deben llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera, de acuerdo a 5.7.1 a), 5.7.2.1 y 5.7.4.</p>	<p>La totalidad de las actividades de construcción y operación de la presa seca de jales mineros esta concebida para evitar la generación y dispersión de jales mineros.</p>

<p>5.6.16 Los estudios, planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario.</p>	<p>El proyecto cuenta con la información clasificada y disponible de estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para diseñar y definir las actividades de construcción de la presa, mismas que están a disposición de la autoridad para que ésta verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario</p>
<p>5.7 Criterios de Postoperación</p>	
<p>5.7.1 Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) No se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras; b) No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos. c) No falle la presa de jales. 	<p>Cuando se defina el abandono del proyecto, se dará seguimiento a las medidas establecidas en la normatividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Se realizaran periódicamente muestreos perimetrales, de las partículas suspendidas en el aire, para garantizar que no se esté modificando la calidad el aire por este factor. Además considerando que los jales no generan acidez y su toxicidad es inferior a los límites máximos permisibles, podrán ser usados con otros fines, en caso necesario se efectuaran riegos para evitar la dispersión de polvos furtivos. b) Se evitara la infiltración de los jales hacia los acuíferos utilizando un liner que cubra el suelo de la presa de jales y la disposición de los mismos en la presa será tras ser filtrados en planta de beneficio, que es donde se recupera los excedentes de agua, para ser reutilizada en los procesos de beneficio.

<p>5.7.2 Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con los siguientes aspectos:</p>	
<p>5.7.2.1 Cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar otros materiales que impidan la acidificación.</p>	<p>Una vez que se cuente con resultados de los jales, se estará en condiciones de determinar la aplicabilidad de la presente exigencia.</p>
<p>5.7.2.2 No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.</p>	<p>No se utilizarán especies vegetales que generen acidez del sustrato.</p>
<p>2.7.2.3 Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos.</p>	<p>Una vez que se cuente con resultados de los jales, se estará en condiciones de determinar la aplicabilidad de la presente exigencia.</p>
<p>5.7.3 El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, solo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua.</p>	<p>Una vez que se cuente con resultados de los jales, se estará en condiciones de determinar la aplicabilidad de la presente exigencia.</p>
<p>5.7.4 La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales</p>	<p>En el proyecto los jales finales podrán ser sustrato de sitios de reforestación. Independientemente de lo anterior, la presa de jales estará cubierta por una geomembrana, la cual evitará infiltraciones al subsuelo. Adicionalmente se contará con una fosa de contención o decantación que evitará el desbordamiento y se mantendrán los 3 metros establecidos de límite de borde que le corresponde por ubicarse en una zona ciclónica.</p>
<p>5.7.5 Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.</p>	<p>En los sitios donde los jales alcancen sus niveles de elevación (490 msnmm) serán cubiertos con suelo orgánico y reforestados con especies regionales.</p>

<p>5.7.6 Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma.</p>	<p>No habrá cortina contenedora, pero se trabajará en el bordo iniciador cumpla con este requisito.</p>
<p>5.8 Monitoreo En el caso de que la presa de jales se encuentre dentro de una de las condiciones que establece la especificación 5.4.2, el generador debe entregar a la autoridad antes de iniciar la operación de la presa de jales, un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. El programa debe contar con los siguientes elementos:</p>	<p>Se tiene antecedentes que los jales que producen en la planta de beneficio de Dynaresource no son peligrosos, y se espera que tampoco sean ácidos, por lo que de inmediato se analizarán con la intención de manejarlos con base a su composición fisicoquímica y toxicológica. El programa inicial que la empresa entregue a las autoridades será con base a la antecedente de análisis de jales.</p>
<p>5.8.1 Monitoreo de aguas subterráneas. 5.8.1.1 La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro aguas abajo. Este último debe colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la cortina contenedora en dirección perpendicular al flujo subterráneo local, cuando la presa de jales está colmada. En el caso de que la presa de jales tenga una geometría irregular, en la que la cortina contenedora sea muy angosta, se debe considerar la dimensión mayor de la presa.</p>	<p>Atendiendo esta medida serán construidos los pozos testigos mismos que se estarán monitoreando para conocer la posible afectación en la calidad del agua subterránea, aun cuando los jales a disponer son secos y la presa cuenta con geomembrana. De la misma manera se monitoreará el pozo de aprovechamiento que tiene concesionado la empresa en LN 26° 08'52.93", LO 107° 53' 29.02".</p>
<p>5.8.1.2 Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea, se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicada en 5.3.4.2.2.</p>	<p>Se realizara muestreo y caracterización física y química del agua subterránea con el Laboratorio del Grupo Microanálisis S.A. de C.V., el cual se hará directamente en los pozos testigo y pozo de aprovechamiento.</p>
<p>5.8.1.3 Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba, se deberán comparar con los del monitoreo del pozo aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el</p>	<p>Serán comparados los monitoreos de los pozos de aguas arriba con el de aguas abajo, cuyos resultados se presentarán de manera semestral a la autoridad</p>

<p>índice de contaminantes, con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.2.2. Se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes. En el caso de que la comparación indique que no hay alteración de la calidad del agua subterránea nativa, no se requerirá de pozos de monitoreo adicionales.</p>	<p>ambiental. En caso necesario se llevaran a cabo las medidas de corrección y tratamiento pertinentes, de conformidad con lo que establezca la autoridad ambiental.</p>
<p>5.8.1.4 Se debe realizar un muestreo semestral durante la construcción y operación del depósito, y anual durante un período determinado por el resultado del monitoreo, a partir de la fecha de cierre definitivo de la presa de jales.</p>	<p>Se realizara un muestreo semestral durante la construcción y operación del depósito, y anual a partir del cierre, de la presa de jales mismo que será enviado semestralmente a la SEMARNAT y PROFEPA.</p>
<p>5.8.1.5 Cada pozo de monitoreo debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x,y,z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación, así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto.</p>	<p>Se aportará la localización de los pozos en coordenadas UTM WGS84, así como las características de su construcción y la profundidad del nivel freático</p>
<p>5.8.1.6 Las distancias señaladas en 5.8.1.1 pueden modificarse en función de las condiciones topográficas, así como de la variación del gradiente hidráulico, la conductividad hidráulica y la profundidad del nivel freático, siempre y cuando no cambie el monitoreo periódico y confiable del acuífero.</p>	<p>Se realizara muestreo y caracterización física y química del agua subterránea con el Laboratorio del Grupo Microanálisis S.A. de C.V., el cual se hará directamente en los pozos testigo y pozo de aprovechamiento.</p>
<p>5.8.1.7 Si hay un acuífero vulnerable o hay aprovechamientos alrededor y el jal es peligroso, el monitoreo debe llegar hasta el nivel del agua. En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los</p>	<p>No se cuenta con aprovechamientos alrededor, y el acuífero puede considerarse como no vulnerable, toda vez que las obras garantizarán cero infiltraciones, aunado a que los jales son no peligrosos.</p>

<p>acuíferos. Cuando no se conozca el acuífero, el monitoreo debe hacerse hasta 50 m de profundidad.</p>	
<p>5.8.2 Monitoreo de aguas superficiales. 5.8.2.1 El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños a la presa de jales, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones de los puntos 5.3.4.1</p>	<p>No hay ninguna corriente permanente de forma aledaña al sitio de ubicación de la presa de jales.</p>
<p>5.8.2.2 Se deben especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas debajo de los cuerpos de agua que puedan encontrarse en el sitio seleccionado. El sitio de muestreo aguas abajo debe estar ubicado antes de cualquier efluente.</p>	<p>No hay ninguna corriente permanente de forma aledaña al sitio de ubicación de la presa de jales.</p>
<p>5.8.2.3 Se debe indicar la técnica de muestreo y los parámetros a analizar, haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad del muestreo y el número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje.</p>	<p>Se cumplirá con las técnicas descritas en este numeral, y las exigencias de la NOM-052-SEMARNAT-2005. Las muestras serán tomadas y analizadas con laboratorio acreditado.</p>
<p>5.8.2.4 Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales, con respecto a los parámetros, límites máximos permisibles, cuerpos receptores y usos indicados, y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales.</p>	<p>No aplica debido a que la presa de jales no tendrá descargas de aguas residuales a cuerpos de agua.</p>
<p>5.8.2.5 Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad del agua</p>	<p>No hay ninguna corriente permanente de forma aledaña al sitio de ubicación de la presa de jales, por lo que no se considera necesario realizar tales análisis.</p>

<p>nativa determinada en 5.3.4.1. e), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes.</p>	
<p>5.8.3 Estabilidad de los taludes. Cuando se deban instalar líneas de piezómetros para determinar el nivel de saturación acuosa de los jales y evitar un deslizamiento o agrietamiento -conforme a los incisos 5.3.6.1 y 5.3.6.2-, el número de líneas de piezómetros será como mínimo de una y el proyecto del depósito deberá determinar la cantidad específica para asegurar el monitoreo correcto y oportuno.</p>	<p>Se estima que el volumen de almacenamiento de la presa de jales será de 1'408,278 m³, manteniendo un almacenamiento con <45° de ángulo de reposo, además durante los depósitos de jales se efectuara la creación de terrazas, a efecto de evitar deslaves o derrumbes de los jales. Además considerando que los jales no generen acidez y su toxicidad es inferior a los límites máximos permisibles, estos podrán ser dispuestos con otros usos. De ser necesario serán regados periódicamente para evitar la liberación de polvos furtivos.</p>
<p>5.8.4 Testigos de movimiento. Estos se deben instalar y registrar periódicamente las observaciones, con el fin de correlacionar si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, a sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, ya que pueden provocar una falla de la estructura.</p>	<p>En la presa de jales se instalaran testigos de movimiento, que registraran periódicamente las observaciones, para conocer si, hay movimientos por asentamiento del terreno con el fin, de prevenir cualquier falla en la estructura. Debido a que los jales no generan acides y su toxicidad es inferior a los límites máximos permisibles, estos podrán ser dispuestos en sitios de reforestación. De ser necesario una vez depositados los jales secos en el terreno agrícola, serán regados periódicamente para evitar la liberación de polvos furtivos.</p>

<p>5.8.5 Dispersión de partículas. Periódicamente se deben realizar muestreos perimetrales de partículas, para garantizar que no se modifica la calidad del aire de este factor.</p>	<p>Se realizaran periódicamente muestreos perimetrales de las partículas suspendidas en el aire ambiente, por el Laboratorio de la empresa Industrias y Análisis Ambientales, S.C., para garantizar que no se esté modificando la calidad el aire por dispersión de partículas. En caso de ser necesario se efectuaran riegos para evitar la dispersión de polvos furtivos.</p>
<p>5.8.6 Sismología. Cuando la presa de jales se ubique en una región sísmica, de acuerdo a la Figura 1, se debe instalar un sismógrafo en la cortina contenedora.</p>	<p>NO aplica la presa de jales no se encuentra ubicada en una región sísmica, según lo establecido en la Figura 1 de la presente Norma.</p>
<p>5.8.7 Acciones de estabilización. Cuando los datos del sismógrafo o los testigos de movimiento indiquen riesgo de derrumbe o desborde, deben realizarse las acciones de estabilización de los taludes y la cortina, que sean necesarias.</p>	<p>NO aplica la presa de jales no se encuentra ubicada en una región sísmica, según lo establecido en la Figura 1 de la presente Norma.</p>
<p>5.8.8 Protección de especies en riesgo; cuando se desarrollen programas de acuerdo al numeral 5.4.4 se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna. Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses.</p>	<p>El proyecto considera el desarrollo de programas de reforestación, rescate de cactáceas y ahuyentismo y traslocación de fauna, cuyas actividades serán registradas en bitácoras y reportadas semestralmente a la autoridad competente.</p>
<p>5.8.9 Postoperación: se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica, de todas las actividades realizadas en la etapa de postoperación.</p>	<p>Se utilizará una bitácora y se generarán evidencias gráficas, de todas las actividades realizadas en la etapa de postoperación.</p>

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

En este apartado se describe la vinculación del proyecto, con los instrumentos de planeación de los niveles de gobierno federal, estatal y municipal.

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018)

Las obras mineras proyectadas se vinculan llanamente con la estrategia nacional de seguridad pública 2019-2024, puesto algunos de sus principales ejes rectores es garantizar el empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de oportunidades de empleos en cumplimiento al derecho que tienen los mexicanos, así como reformular el combate a a las drogas mediante el desarrollo alterativo de crear de la mano de las dependencias encargadas de la política económica y social, alternativas económicas sostenibles para los hogares y comunidades que dependen del ingreso provisto por actividades ilícitas como el cultivo de drogas, la extracción y distribución ilegal de hidrocarburos, el robo de autotransporte, etc.

Con la inversión que la empresa promovente ha traído a la zona de estudio desde hace años, ha favorecido a la totalidad de las familias de la zona serrana del Municipio de Sinaloa, por tanto al proyectar obras como la objeto de estudio, es extender el periodo de explotación y beneficio sustentable de minerales (oro y plata) en la zona, lo cual por ende traerá la permanencia en la generación de empleos directos e indirectos que traen a los pobladores de San Jose de Gracia tajantes beneficios económicos y mejores condiciones de calidad de vida.

Según el plan nacional de desarrollo 2019-2024, unos los principales propósitos es detonar el crecimiento económico, por lo que se promueve el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. En este sentido, el enfoque principal es generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado en un desarrollo integral y equilibrado de todos los mexicanos. Para poder mejorar el nivel de vida de la población es necesario incrementar el potencial de la economía de producir o generar bienes y servicios, lo que significa aumentar la productividad.

Se busca elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello el gobierno trabaja en establecer una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

En este tenor, la minería es un detonador económico para el país. El sector minero-metalúrgico contribuye con el 2.05% del Producto Interno Bruto Nacional. En cuanto a inversión se refiere, el sector minero invirtió 4 mil 809.6 millones de dólares en 2021, lo que significó un aumento del 36.1% en comparación con lo invertido en 2020; el sector continúa manteniéndose como una de las ramas productivas que atrae mayor inversión al país.

Entre los principales retos del sector destacan el mantener el dinamismo y la competitividad del mismo en un ambiente de volatilidad en los precios internacionales; beneficiar y respetar los derechos de las comunidades o municipios donde se encuentran las minas, así como aumentar los niveles de seguridad en éstas.

Con la fundamentación anteriormente establecida se pone de manifiesto la clara y llana vinculación del proyecto, con las metas, objetivos, estrategias y líneas de acción del PND 2019-2024, puesto estas obras y actividades promueven la continuidad de la inversión en la zona, la creación de empleos, el desarrollo socioeconómico de la región y el mejoramiento sustancial de la calidad de vida de los pobladores circundantes.

III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa (2022-2027)

El Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 es una plataforma para lograr un Gobierno de principios y valores, dicho plan está dividido en 3 ejes, los cuales a continuación se detallan y se vinculan los aplicables al estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Modalidad General presente.

Presentación: El *Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 (PED)* representa un parteaguas en la historia de la planeación estatal. En él se contienen, por primera vez, propuestas realistas y factibles de Transformación y establecimiento del Estado de Bienestar en Sinaloa, con el propósito de inscribirnos firmemente en el proceso transformador que desde el 2018 vive nuestra nación.

En esta perspectiva se plantean tres ejes estratégicos: Bienestar Social Sostenible, Desarrollo Económico, y Gobierno Democrático, Promotor de Paz, Seguridad, Ética y Eficiencia.

En cada uno de estos apartados se cimentan políticas orientadas a satisfacer las necesidades de una sociedad creciente y compleja, que exige atención a sus problemas y reclamos más sentidos. La transversalidad como una metodología eficiente y eficaz, presente en el documento sexenal, busca producir resultados satisfactorios, incorporando criterios de perspectiva de género, así como los objetivos del desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la ONU.

Visión de Sinaloa hacia el 2027: Sinaloa se transforma positiva y progresivamente con los más sólidos principios mediante:

- Un Estado de Bienestar que impulsa la innovación educativa e inclusión con justicia social, mejora las condiciones de salud para elevar la calidad de vida, preserva el espacio público, las ciudades y comunidades con un medio ambiente sostenible, promueve la cultura física y el deporte para fomentar hábitos de vida saludables, provee oportunidades, igualdad, inclusión y una vida libre de violencia para las mujeres, y brinda atención a la familia y los grupos vulnerables.
- Una economía en crecimiento, a través de la agricultura y ganadería sostenibles para el bienestar, la pesca y acuicultura ordenada sustentable, oportunidades de inversión para diversificar y expandir los sectores productivos, el aprovechamiento del potencial y atractivo de espacios y destinos turísticos, la infraestructura para el desarrollo, y la ciencia, tecnología e innovación con impacto en la economía.
- La gobernabilidad democrática, el estado de derecho y la justicia social, la paz y seguridad pública con instituciones eficaces, la transparencia y rendición de cuentas, una hacienda pública responsable, honesta y eficiente, y la interacción digital y tecnología innovadora para fortalecer la relación gobierno-sociedad.

Lo anterior sustentado en un modelo de gestión participativa en la planeación del desarrollo, un enfoque con orientación hacia resultados en la administración pública y una agenda transversal alineada a los objetivos de desarrollo sostenible y la igualdad sustantiva.

Principios y valores: El proyecto de Transformación y cambio político que representamos se inspira en un conjunto de valores orientadores y en una serie de principios que organizan la acción pública que proponemos.

El presente *Plan Estatal de Desarrollo* abreva de estas referencias éticas y políticas, dando forma a una propuesta de gobierno con opciones y compromisos claros, definidos en los siguientes términos.

Honradez y honestidad. La característica más destructiva y perniciosa de los gobiernos neoliberales mexicanos fue la corrupción. Nuestro propósito será acabar con la corrupción en toda la administración pública, no sólo la corrupción monetaria, sino la que conlleva la simulación y la mentira.

No al gobierno rico con pueblo pobre. El privilegio y el derroche deben erradicarse de la vida pública con una política de austeridad republicana en que los recursos públicos sirvan para atender a los más desposeídos y para impulsar el desarrollo económico de Sinaloa.

Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie. Ante el frecuente quebrantamiento de las leyes, ejerceremos el mandato con estricto acatamiento al orden legal, la separación de poderes y los derechos sociales, empezando por los derechos humanos. Nada de imposiciones; todo con la fuerza de la razón; solución de los conflictos mediante el diálogo; fin de los privilegios ante la ley y cese de los fueros.

Economía para el bienestar. El objetivo central de las políticas que desarrollemos será generar bienestar para la población. Seremos perseverantes en gobernar con equilibrio fiscal, impulsaremos la creación de empleos de calidad, con todas las prestaciones de Ley, bien remunerados. Vivienda digna, salud y educación universal gratuita.

Por el bien de todos, primero los pobres. La gestión pública estará al servicio de todos los sinaloenses, pero los esfuerzos y recursos públicos tendrán como principal beneficiaria la población más pobre. Nos proponemos separar el poder político del poder económico.

No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera. Nuestro gobierno será respetuoso de los pueblos originarios, de sus usos y costumbres y su derecho a la autodeterminación y preservación de sus territorios. Propugnamos la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la dignidad de los adultos mayores y el derecho de los jóvenes a desarrollar sus potencialidades.

Rechazamos toda forma de discriminación por características físicas, posición social, escolaridad, religión, idioma, cultura, lugar de origen, preferencias políticas, ideológicas, identidad de género y orientación sexual.

No puede haber paz sin justicia. La inseguridad, la delincuencia y la violencia tienen un costo inaceptable en vidas humanas, cohesión social y gobernabilidad, inhiben el crecimiento económico y debilitan la confianza de la población en su país, su estado, su municipio y su barrio. Nuestro gobierno se plantea como prioridades restar base social a los grupos criminales, mediante la incorporación masiva de jóvenes al estudio y al trabajo para apartarlos de conductas antisociales. Adoptaremos una estrategia de prevención y tratamiento de adicciones.

Democracia significa el poder del pueblo. Nos proponemos fortalecer la democracia participativa para socializar el poder político e involucrar a la sociedad en las grandes decisiones que se tengan que tomar. Promoveremos mecanismos como la consulta popular o ciudadana en temas de gran repercusión entre la sociedad sinaloense. Promoveremos un marco jurídico para la revocación de mandato a nivel de gobernador, presidente municipal y diputados locales. Reivindicamos el principio de que el gobierno mande obedeciendo al verdadero mandatario, que es el pueblo.

EJE ESTRATÉGICO I: “BIENESTAR SOCIAL SOSTENIBLE”

Desde inicios del gobierno federal actual, la cuestión social ha sido el centro de ocupación de las políticas públicas. Esto nunca había sucedido, a pesar de que al año 2020 el 44% de la población del país vive en situación de pobreza. De esa cifra, casi 11 millones de personas se encuentran en situación de pobreza extrema, es decir, el 8.6%. En Sinaloa, el dato de población en situación de pobreza es más moderado: representa el 28.1%, mientras que la población en extrema pobreza es del 2.4%.

❖ BIENESTAR SOCIAL

Visión: En Sinaloa se responde a las necesidades de la población transformando y generando las condiciones con un adecuado manejo de los recursos públicos para que acceda al ejercicio pleno de sus derechos, aplicando políticas públicas incluyentes y eficaces que reducen los niveles de pobreza, exclusión y rezago social, con igualdad de oportunidades y ampliando la cobertura y el acceso a los servicios básicos de infraestructura social, protegiendo a los grupos más vulnerables de la entidad.

Marco Estratégico:

1. Política para el combate a la pobreza y la inclusión social.
2. Política para el apoyo y la atención social de las comunidades indígenas.
3. Política de apoyo a personas con discapacidad permanente.
4. Política de apoyo al sector pesquero y acuícola.
5. Política de atención a la población víctima de desplazamiento forzado interno.
6. Política de atención a jornaleros agrícolas migrantes.
7. Política de remozamiento de planteles escolares.
8. Política para la atención integral a jóvenes.

❖ EDUCACIÓN

Visión: La proyección de nuestra política educativa, está basada en una vocación de largo plazo. En este Gobierno, lograremos la revitalización de la vida en las escuelas, el protagonismo del profesorado en el cambio sustantivo de los modelos docentes, la participación de los alumnos en la construcción y reconstrucción de conocimientos, la madurez de los actores escolares para reorientar las prácticas tradicionalistas y conservadoras, todo ello sustentado en la innovación educativa y la inclusión con justicia social. Este es el horizonte de la Nueva Escuela Mexicana en Sinaloa, y su papel transformador hacia una sociedad democrática, educada y justa.

Marco Estratégico:

1. Política para una educación incluyente en Sinaloa.
2. Política para una educación pertinente y de alta calidad.

3. Política de desarrollo docente.
4. Pertinencia social de la educación y el mundo del trabajo.
5. Política de formación en ciencia y tecnología.

❖ SALUD

Visión: Inicia una nueva etapa de transformación para la salud en Sinaloa. Con ello, aspiramos a una sociedad saludable, con acceso a una atención de calidad y calidez, en la que converjan la participación de instituciones públicas y privadas, con énfasis en el autocuidado de la salud que propicie el desarrollo sostenible de las y los sinaloenses.

Marco Estratégico:

1. Política de salud de la mujer.
2. Política de salud de la infancia y adolescencia.
3. Política de salud del adulto y adulto mayor.
4. Política de combate a las adicciones.
5. Política de protección contra riesgos sanitarios.
6. Política de atención integral de la salud.

❖ DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE

Visión: Alineados a la Agenda 2030, Sinaloa avanza por la ruta de un medio ambiente sostenible, mejorando el bienestar social y la economía de la población, a través de políticas públicas orientadas al cuidado y preservación de los recursos naturales, de un desarrollo urbano y una movilidad ordenada, incluyente y sustentable, que permitan mitigar los efectos del cambio climático, crear resiliencia y un legado para las futuras generaciones.

Marco Estratégico:

1. Política de medio ambiente sostenible.
2. Política de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y vivienda.
3. Política de movilidad incluyente y segura.

❖ CULTURA Y ARTE

Visión: En Sinaloa, la cultura es un valor esencial, a la que se incorporan los saberes tradicionales y el patrimonio de las comunidades originarias y el quehacer de los creadores, historiadores, cronistas y artesanos, que integren a la comunidad artística en un esquema de estímulos y apoyos, con instituciones fortalecidas y que conviertan a la cultura en un agente Transformador.

Marco Estratégico:

1. Política de conclusión y rehabilitación de infraestructura y equipamiento.

2. Política de promoción para las comunidades originarias.
3. Política de inclusión, promoción y estímulos para las y los artistas jóvenes.

❖ CULTURA FÍSICA Y DEPORTE

Visión: Con la transformación de Sinaloa, mejora la calidad de vida de la población a través de la cultura física, el deporte y la recreación. Se fomentan hábitos saludables y la convivencia familiar integral e incluyente, como factores detonantes del bienestar social.

Marco Estratégico:

1. Política de deporte de alto rendimiento.
2. Política para fomentar el deporte social.

❖ EQUIDAD DE GÉNERO

Visión: Con el proyecto de Transformación de Sinaloa, se establecerán las bases para que las mujeres vivan en condiciones de mayor igualdad sustantiva, ejerzan su derecho a una vida libre de violencias, cuenten con una autonomía en la toma de sus decisiones, y que se genere una política integral de inclusión social, con ejercicio de sus libertades, fortaleciendo el buen trato entre hombres y mujeres y el desarrollo económico y social del estado.

Marco Estratégico:

1. Política para profundizar la igualdad sustantiva y la transversalización de la perspectiva de género en la administración pública estatal.
2. Política de prevención, atención, sanción y erradicación de las violencias contra las mujeres.
3. Política de atención de los derechos sexuales y reproductivos de las mujeres.
4. Política para atender la discriminación y las condiciones de vulnerabilidad de las mujeres.

❖ ATENCIÓN A LA FAMILIA

Visión: Sinaloa se consolida transformándose en un estado de bienestar, sensible a las necesidades de las familiar y grupos vulnerables, donde se atiende con respeto y de forma integral a nuestros niñas y niños, personas discapacitadas y adultos mayores, y se fortalece la asistencia social para disminuir la violencia, el retraso educativo y la desintegración familiar.

Marco Estratégico:

1. Política de prevención social, apoyo y protección jurídica para el pleno bienestar de la primera infancia y la adolescencia.

2. Política de atención y cuidados dignos para el envejecimiento activo de la población sinaloense.
3. Política de inclusión y restitución de derechos para las personas en condición de discapacidad.
4. Política de fortalecimiento a las familias con carencias sociales.

Vinculación con el proyecto: El proyecto promovente se vincula a este primer eje estratégico, puesto que es una fuente de generación de empleos dignos para los pobladores de San Jose de Gracia y otros pueblos circundantes, mejorando la calidad de vida de familias enteras. El bienestar de los ciudadanos de Sinaloa no se limita al crecimiento económico, también se necesita de una óptima calidad de vida; por lo que es necesario articular el desarrollo económico con el social para tener una sociedad igualitaria e incluyente, en la que las personas tengan buenas oportunidades de empleos, disposición de recursos y realización de vida, como es el caso de Dynaresource de México, en donde se fortalece la integración social y económica, promoviendo la igualdad entre hombres y mujeres, dado que se cuenta con trabajadores de ambos géneros y con esto se producen beneficios de desarrollo para todos.

EJE ESTRATÉGICO II: “DESARROLLO ECONÓMICO”

Sinaloa, en lo que va del presente siglo (2000–2020), ha registrado un crecimiento económico muy débil, de sólo 1.7% promedio anual, muy similar al promedio nacional. Para potenciar este crecimiento, en los próximos años habremos de sumar esfuerzos coordinados con el gobierno federal, los municipios, el sector privado, las instituciones educativas y los agrupamientos diversos de trabajadores.

❖ PROMOCIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO

Visión: Sinaloa se posiciona como un estado más justo, con un desarrollo económico incluyente, equilibrado entre regiones, sostenido con la innovación y competitividad de los sectores estratégicos, generador de oportunidades de inversión que detonan la expansión de la economía a través de la industrialización y diversificación económica del estado, contribuyendo a la creación de nuevos y mejores empleos, que se reflejan en el bienestar social de todas y todos los sinaloenses.

Marco Estratégico:

1. Política de atracción de inversiones y crecimiento económico equilibrado entre regiones.
2. Política de fomento al empleo formal e incluyente.
3. Política de impulso al desarrollo comercial y competitivo de las Mipymes y los emprendedores.

Vinculación con el proyecto: El proyecto en estudio se vincula a este segundo eje estratégico, dado que logra impulsar el sector minero, donde siempre busca la atracción de inversiones para mantener la explotación minera sustentable en una zona rica en minerales reservados para federación, donde además es necesario mantener la oferta de empleos directos y crear la derrama económica que trae la demanda de bienes y servicios que la operación de la mina y su planta de beneficio genera.

III.5.3 Plan Municipal de Desarrollo Sinaloa (2021-2024)

En lo que respecta al Plan Municipal de Desarrollo, pondremos a consideración la los objetivos, estrategias y prioridades de desarrollo integral y sustentable del Municipio de Sinaloa, establecidos por **Sr. Presidente Rolando Mercado** en su plan municipal de desarrollo.

El municipio de Sinaloa dentro del eje 4 considerado en plan municipal de desarrollo como el eje del desarrollo económico, urbano y sustentable, establece en el tema V “**Minería**”.

Diagnóstico: En San Jose de Gracia se encuentran yacimientos de oro, plata, zinc, molibdeno, tungsteno, barita y calcio, en dicha zona se cuenta con la planta Dynaresource de México que procesa 140 toneladas diarias de minerales.

Por sus características geológicas el Municipio de Sinaloa, cuenta con un gran potencia en recursos minerales tanto metálicos como no metálicos.

Objetivo: Fortalecer la actividad minera en el municipio de Sinaloa.

Estrategia: Reactivar la minería en nuestro municipio a través de fuentes de financiamiento para poner en marcha proyectos mineros.

Línea de acción: Entre las líneas de acciones se tiene.

1. Gestionar apoyos para la explotación de yacimientos de oro, plata, zinc, molibdeno, tungsteno, barita y calcio que existen en nuestro municipio.
2. Impulsar y fomentar la capacitación técnica a los pequeños mineros.
3. Promover y respaldar la creación de proyectos para el apoyo a pequeños mineros.
4. Gestión de nuevos esquemas crediticios y promover ante la banca de desarrollo y los fondos de fomento, el apoyo financiero requerido para los productores mineros para lograr la reactivación económica.
5. Organizar e impulsar a los mineros del municipio.

Metas:

1. Crear el padrón de familias y comunidades donde su única fuente de ingresos proviene de la minería.
2. Establecer convenios de colaboración con las empresas mineras que operan en San Jose de Gracia con el objetivo de buscar el bienestar de la comunidad.

Vinculación del proyecto: Se garantizará que con la inversión de 6,000,000 de pesos en la construcción de la presa seca de Jales, suma adicional a la invertida desde hace años para arrancar las operaciones de Dynaresource, en apego a la estrategia, líneas de acción y metas del gobierno municipal, la empresa promotora se compromete a continuar con la inversión, generación de empleos en beneficio de los pobladores de la zona, así como en el desarrollo sustentable de la explotación minera, la cual sabemos trae derrama económica no solo para sus dueños, pobladores sino para el municipio mismo y el Estado de Sinaloa.

III.6 Otros instrumentos de Planeación

Es importante hacer mención que no se cuenta con Programa Nacional de Minería alguno, solo se cuenta con la directriz del PND 2019-2014 el cual establece que para incrementar la productividad y competitividad del sector minero, la Secretaría de Economía, impulsará la promoción y diversificación de mayores niveles de inversión, ampliación de la cobertura de financiamiento, el fomento y desarrollo como gestor estratégico.

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) está en función de definir un espacio geográfico el cual considera la uniformidad, continuidad e integración de sus componentes (abióticos y bióticos) así como de los procesos que surgen de las interrelaciones entre estos.

Como un sistema **físico**, el área del Sistema Ambiental (SA) puede ser un área de estudio conveniente porque representa una unidad delimitada por un **parteaguas** (curvas de nivel¹ y red hídrica²) donde confluyen sus corrientes en un cuerpo de agua colector y por lo mismo, existen interdependencia de sus elementos y procesos que pueden ser más claramente estudiados. Así que el área del Sistema Ambiental donde se encuentra la zona de estudio, se definió considerando en primer término la clasificación de las Microcuencas propuestas por FIRCO, donde la delimitación se generó a partir de la combinación de métodos semi-automatizados junto con métodos y técnicas manuales-digitales (visuales utilizando ARC GIS Pro), donde mediante inspección visual y manualmente, se delimito el polígono del SA, considerando detallaron y **rehicieron** los límites de la microcuenca y la red de drenaje, que se encuentra aledaña a las obras que se pretenden realizar de ésta última se compararon con la cobertura del mapa digital (INEGI).

En este sentido, la delimitación de la unidad de referencia propuesta en este apartado para el área donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, tiene como base el análisis e integración de los factores que caracterizan el área donde se ubicará el proyecto, nuestra zona sujeta a cambio de uso de suelo a partir de la identificación y descripción de los componentes bióticos y abióticos, y para ello, se considera que el ámbito de referencia que mejor se adapta para la descripción de estos factores, es el SA, ámbito de delimitación general y funcional donde se encuentra el área de estudio por excelencia de este DTU, es decir, será la unidad de análisis y ámbito de referencia (efectos del área de estudio del proyecto en función al ecosistema inmediato) en la cual quedaran descritos y analizados todos los componentes físicos-abióticos (clima, geología, edafología, hidrología, etc.) y bióticos (vegetación y fauna) con interacción directa al área sujeta al desarrollo del proyecto.

Es preciso señalar que para lograr los objetivos planteados en la etapa inicial de este trabajo fue la delimitación e identificación de microcuencas en el área de estudio, realizando un modelo digital de elevación a partir de las microcuencas ya delimitadas por FIRCO. Estas se digitalizaron directamente en pantalla en el programa ARC GIS Pro. Donde nos da como resultado el Sistema Ambiental a través de la delimitación puntual

1 Determinadas con el Modelo Digital de Elevación tipo de superficie 15 m de resolución derivados de sensores remotos satelitales y aerotransportados. Escala 1:10000, INEGI. Edición 2016.

2 Red Hidrográfica. Escala 1:50000 Edición 2.0. INEGI 2010.

de las microcuencas que envuelven a la superficie sujeta al proyecto en referencia, que comprende la Microcuenca denominada: San José de Gracia, denominada para este proyecto Sistema Ambiental (SA) y que comprende un área de **8,244.3745 ha**; de acuerdo a lo anterior, el **Sistema Ambiental (SA)** del presente proyecto se encuentra entre la Región Hidrológica RH-10 SINALOA (Clave 16711), localizada en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa, en la Cuenca Hidrográfica “E” R. Sinaloa (Clave 16545) y en la Subcuenca “a” R. Sinaloa (Clave 17111); (**RH10-E-a**), que a su vez está ubicada en la Provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental (Clave 17602) y dentro de la Subprovincia: Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (Clave 17634).

Tabla IV.1.- Clasificación Hidrológica.

Nivel Hidrológico	Clave	Nombre	Área km ²
Región Hidrológica	16711	Sinaloa	103,773.43
Cuenca	16545	R. Sinaloa	12,863.30
Subcuenca	17111	R. Sinaloa	3,453.57
Microcuenca	11-037-03-005	San José de Gracia	82.443745

Fuente: Proyecto Hidrología Superficial Serie I, Mapa Digital 6.0. Editado por el INEGI y Microcuenca FIRCO rehechas.

En relación a lo anterior el enfoque que mejor adapta para la delimitación del Sistema Ambiental es el criterio hidrológico, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que caracterizan a esta unidad de análisis.

La importancia de la hidrología en el concepto del SA es que ésta se define a partir del régimen hidrológico (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de un hidrograma), la calidad del agua y el transporte de sedimentos por el agua, además de que estos parámetros se consideran verdaderos indicadores del buen manejo o del grado de deterioro del mismo. También, los procesos asociados a los recursos correspondientes al agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., en su mayoría, se analizan sobre esas unidades geográficas.

Aunado a lo anterior, la vegetación es uno de los subsistemas que integran la unidad de análisis, sin embargo, a diferencia de otros componentes como el clima, el relieve, el tipo de suelos o la geología, los cuales son factores que se caracterizan por sus límites naturales, la vegetación, por su alta flexibilidad (capacidad de modificación), es un elemento difícil de caracterizar en la delimitación del Sistema Ambiental, consecuencia de su alta heterogeneidad y las asociaciones vegetales que se dan de manera natural.

Presentando las coordenadas del Área de Influencia (AI) y del Sistema Ambiental (SA):

Tabla IV.2.- Coordenadas del Área de Influencia (Superficie: 2,365.1887 ha)

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
1	212371.3516	2893623.5044	132	212297.7664	2898852.2509
2	212185.5237	2893657.9361	133	212326.9106	2898913.2083
3	212061.7616	2893704.1160	134	212404.2642	2899013.1781
4	211945.3883	2893713.3520	135	212414.1708	2899088.3839
5	211885.3579	2893686.8680	136	212407.7118	2899284.4616
6	211755.1271	2893674.5609	137	212490.6122	2899402.4083
7	211641.2276	2893692.0967	138	212538.3912	2899498.1549
8	211531.6164	2893787.2398	139	212476.0840	2899624.5043

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
9	211418.9375	2893879.5996	140	212442.9676	2899760.2539
10	211308.5491	2893896.5938	141	212407.0788	2899949.7117
11	211224.6125	2893874.1319	142	212422.0899	2900010.7248
12	211165.5022	2893861.1276	143	212443.8803	2900080.9383
13	211129.6767	2893838.2288	144	212462.7654	2900157.4469
14	211114.1813	2893823.7019	145	212451.1438	2900201.9962
15	211091.9066	2893799.4903	146	212441.4868	2900319.8555
16	211050.7470	2893785.9318	147	212449.3983	2900425.9467
17	210972.1183	2893788.3663	148	212468.6738	2900501.4973
18	210886.5018	2893812.6572	149	212487.0415	2900590.7314
19	210842.7602	2893836.3013	150	212514.7371	2900669.1528
20	210758.8236	2893843.3946	151	212561.9760	2900740.7095
21	210715.0820	2893825.6615	152	212601.8816	2900780.5750
22	210664.2472	2893830.3903	153	212640.9152	2900854.4661
23	210614.5946	2893896.5938	154	212865.1616	2901139.4679
24	210592.1327	2893985.2592	155	212881.9165	2901244.3689
25	210538.9334	2894045.5517	156	212944.7211	2901460.4908
26	210444.3570	2894104.6619	157	213033.3865	2901499.2819
27	210371.0603	2894141.3103	158	213112.7591	2901520.1113
28	210293.0347	2894164.9544	159	213168.2643	2901558.9246
29	210220.6838	2894187.5109	160	213213.6003	2901619.5246
30	210163.1813	2894203.3997	161	213250.1044	2901699.5712
31	210095.0863	2894201.8865	162	213378.7399	2901862.2839
32	210062.5520	2894227.6113	163	213456.6160	2901921.4030
33	210031.5309	2894269.9815	164	213538.1882	2901777.1740
34	209998.9967	2894319.1612	165	213641.1139	2901639.6688
35	209962.6793	2894373.6373	166	213785.1952	2901615.6552
36	209903.6636	2894406.9282	167	213807.3615	2901447.5604
37	209886.6550	2894425.6013	168	213831.3751	2901330.3004
38	209829.0315	2894451.7498	169	213820.7352	2901285.3766
39	209783.0295	2894495.3306	170	213807.7813	2901236.7646
40	209699.5677	2894578.7262	171	213852.6548	2901110.4102
41	209625.0888	2894644.9297	172	213846.7437	2900980.3677
42	209550.6098	2894698.1290	173	213853.5414	2900876.7769
43	209484.4064	2894757.2392	174	213866.4718	2900815.8195
44	209444.2114	2894800.9808	175	213936.6652	2900706.8349
45	209419.3851	2894839.9936	176	213955.1372	2900647.7247
46	209383.9400	2894863.6236	177	214006.8587	2900549.8233
47	209307.0756	2894869.5487	178	214029.0250	2900499.9490
48	209247.9653	2894870.7309	179	214056.7329	2900463.0051
49	209181.7618	2894882.5530	180	214106.6072	2900376.1869
50	209138.0202	2894908.5615	181	214117.6904	2900315.2294
51	209083.6388	2894936.9344	182	214130.6208	2900202.5505
52	208990.2446	2895019.6888	183	214145.5026	2900089.7371
53	208941.7741	2895081.1635	184	214202.6614	2900015.9837
54	208885.0283	2895091.8033	185	214252.5357	2899953.1791
55	208823.5536	2895129.6339	186	214333.8123	2899906.9992
56	208770.3544	2895152.0958	187	214411.3945	2899842.3473
57	208695.8755	2895162.7356	188	214535.1566	2899764.7651
58	208647.4050	2895122.5406	189	214610.8917	2899694.5717
59	208600.1168	2895087.0745	190	214625.6692	2899628.0726
60	208531.5489	2895091.8033	191	214634.9052	2899520.9353
61	208458.2522	2895107.1720	192	214644.1412	2899463.6722
62	208369.9357	2895147.8441	193	214668.1547	2899384.2428
63	208266.7349	2895153.2780	194	214708.7930	2899325.1325
64	208185.1628	2895172.1933	195	214766.0561	2899275.2583
65	208221.7166	2895220.2854	196	214823.3192	2899277.1055
66	208268.8383	2895274.4587	197	214926.7621	2899267.8695
67	208288.6918	2895331.1138	198	215043.1355	2899229.0784

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
68	208282.9592	2895373.1959	199	215133.6480	2899203.2176
69	208275.0114	2895461.3827	200	215250.0214	2899217.9952
70	208354.6800	2895542.7610	201	215330.4113	2899166.8648
71	208416.8811	2895589.1086	202	215350.5088	2899002.5383
72	208524.3733	2895630.3328	203	215348.1444	2898942.2458
73	208602.4812	2895640.3465	204	215336.3224	2898890.2288
74	208669.8910	2895714.3419	205	215377.6995	2898819.2965
75	208745.4951	2895809.4546	206	215426.1700	2898743.6353
76	208827.4302	2895921.2938	207	215497.1023	2898653.7877
77	208896.6633	2895909.4738	208	215570.3990	2898548.5715
78	208984.9950	2895922.8951	209	215604.6829	2898453.9950
79	209064.2373	2895944.2213	210	215620.0516	2898352.3254
80	209213.3858	2895987.2499	211	215650.7890	2898260.1134
81	209427.1667	2896013.1006	212	215714.6280	2898192.7277
82	209706.5871	2896053.7489	213	215740.6366	2898106.4267
83	209780.4749	2896040.8186	214	215763.0985	2898021.3079
84	209900.3702	2896041.0221	215	215803.2934	2897962.1977
85	210041.5388	2896025.2676	216	215807.0291	2897927.8498
86	210144.7934	2896059.5205	217	215750.1631	2897869.4187
87	210227.9945	2896147.6747	218	215571.4334	2897747.6274
88	210318.0088	2896351.1475	219	215400.9247	2897659.5427
89	210432.8701	2896454.9318	220	215210.3739	2897565.7203
90	210556.3561	2896519.2182	221	215095.3547	2897413.6797
91	210635.1007	2896488.8605	222	215021.5080	2897215.0939
92	210906.4224	2896445.7059	223	214971.0209	2897011.7046
93	210979.5650	2896479.2867	224	214923.7800	2896846.2432
94	211054.2318	2896497.1256	225	214883.6796	2896713.8362
95	211144.5063	2896489.1226	226	214874.7213	2896522.3227
96	211216.3184	2896464.4767	227	214862.1313	2896438.5507
97	211263.2232	2896478.1096	228	214752.2108	2896319.4298
98	211342.2347	2896501.7189	229	214736.9443	2896246.8178
99	211401.8392	2896489.7313	230	214738.5828	2896103.2273
100	211483.4681	2896478.5301	231	214762.6465	2895933.2923
101	211551.5632	2896434.6466	232	214737.2403	2895789.0850
102	211608.6251	2896449.5949	233	214646.8708	2895724.6282
103	211674.8908	2896492.9057	234	214611.1999	2895619.3681
104	211745.8646	2896527.4019	235	214553.8469	2895516.4648
105	211778.0623	2896630.7905	236	214344.1975	2895444.5384
106	211800.8212	2896704.3937	237	214249.6393	2895361.0151
107	211869.0978	2896861.7689	238	214208.7823	2895314.8618
108	211886.0459	2896913.5816	239	214104.3699	2895320.1581
109	211911.2259	2896999.7748	240	214029.4654	2895331.5072
110	211914.7366	2897045.2320	241	213917.9969	2895320.4479
111	211878.4193	2897090.6287	242	213803.9891	2895307.5608
112	211843.6152	2897152.6708	243	213719.7014	2895278.6155
113	211834.5358	2897256.3265	244	213590.0558	2895247.8260
114	211839.8321	2897326.6914	245	213553.7384	2895184.3917
115	211876.2211	2897390.8131	246	213530.8419	2895118.5056
116	211899.8476	2897453.4326	247	213482.6108	2895102.4576
117	211960.8899	2897561.9975	248	213391.5209	2895066.2393
118	212032.0114	2897682.2987	249	213281.1162	2895043.9647
119	212064.5457	2897778.3884	250	213182.3330	2895008.6158
120	212093.6068	2897905.8296	251	212994.4513	2894974.7196
121	212114.8394	2897966.9036	252	212928.1116	2894930.6545
122	212142.6885	2898021.5027	253	212895.6681	2894833.8083
123	212206.6070	2898070.4101	254	212806.0248	2894747.4033
124	212262.0212	2898118.8635	255	212706.1359	2894700.3652
125	212246.3097	2898232.9536	256	212593.2845	2894625.8573
126	212228.3047	2898314.4948	257	212536.3474	2894565.5138

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
127	212238.9446	2898393.7026	258	212281.8285	2894370.9369
128	212275.3402	2898467.7243	259	212291.6320	2894185.9094
129	212319.0574	2898559.1603	260	212381.6931	2893858.5725
130	212335.0807	2898655.0609	261	212371.3516	2893623.5044
131	212323.0692	2898740.0326			

Tabla IV.3.- Coordenadas del Sistema Ambiental (Superficie: 8,244.3745 ha)

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
1	213273.1433	2902855.8162	256	209962.6793	2894373.6373
2	213336.6730	2902804.5566	257	209903.6636	2894406.9282
3	213364.2825	2902770.9886	258	209886.6550	2894425.6013
4	213394.7442	2902729.5142	259	209829.0315	2894451.7498
5	213430.3027	2902700.0745	260	209783.0295	2894495.3306
6	213494.4928	2902694.0712	261	209699.5677	2894578.7262
7	213567.5724	2902660.2444	262	209625.0888	2894644.9297
8	213657.0460	2902564.9984	263	209550.6098	2894698.1290
9	213727.9321	2902457.9765	264	209484.4064	2894757.2392
10	213748.2513	2902413.6438	265	209444.2114	2894800.9808
11	213759.3344	2902358.2279	266	209419.3851	2894839.9936
12	213753.7928	2902297.2704	267	209383.9189	2894863.6377
13	213730.6663	2902250.5233	268	209307.0756	2894869.5487
14	213690.9882	2902195.6747	269	209247.9653	2894870.7309
15	213671.4981	2902117.6238	270	209181.7618	2894882.5530
16	213652.1971	2902038.6630	271	209138.0202	2894908.5615
17	213617.1004	2901998.0247	272	209083.6388	2894936.9344
18	213456.6160	2901921.4030	273	208990.2446	2895019.6888
19	213538.1882	2901777.1740	274	208941.7741	2895081.1635
20	213641.1139	2901639.6688	275	208885.0283	2895091.8033
21	213785.1952	2901615.6552	276	208823.5536	2895129.6339

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
22	213807.361 5	2901447.5604	277	208770.354 4	2895152.0958
23	213831.375 1	2901330.3004	278	208695.875 5	2895162.7356
24	213820.735 2	2901285.3766	279	208647.405 0	2895122.5406
25	213807.731 0	2901236.9062	280	208600.116 8	2895087.0745
26	213852.654 8	2901110.4102	281	208531.548 9	2895091.8033
27	213846.743 7	2900980.3677	282	208458.252 2	2895107.1720
28	213853.541 4	2900876.7769	283	208368.404 6	2895148.5492
29	213866.471 8	2900815.8195	284	208266.734 9	2895153.2780
30	213936.665 2	2900706.8349	285	208185.162 8	2895172.1933
31	213955.137 2	2900647.7247	286	208130.781 3	2895075.2524
32	214006.858 7	2900549.8233	287	208104.772 8	2895035.0575
33	214029.025 0	2900499.9490	288	208040.933 7	2895029.1464
34	214056.732 9	2900463.0051	289	207910.891 2	2894978.3116
35	214106.607 2	2900376.1869	290	207845.869 9	2894921.5657
36	214117.690 4	2900315.2294	291	207773.755 4	2894892.0106
37	214130.620 8	2900202.5505	292	207630.708 5	2894856.5445
38	214145.398 3	2900089.8716	293	207486.257 8	2894795.2314
39	214202.661 4	2900015.9837	294	207347.718 1	2894731.7341
40	214252.535 7	2899953.1791	295	207246.699 6	2894636.4880
41	214333.812 3	2899906.9992	296	207180.316 0	2894515.2658
42	214411.394 5	2899842.3473	297	207174.543 5	2894373.8399
43	214535.156 6	2899764.7651	298	207151.453 6	2894226.6415
44	214610.891 7	2899694.5717	299	207209.178 5	2894047.6944
45	214625.669 2	2899628.0726	300	207125.477 4	2893958.2209
46	214634.905 2	2899520.9353	301	207073.525 0	2893871.6336

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
47	214644.141 2	2899463.6722	302	206955.189 0	2893759.0701
48	214668.154 7	2899384.2428	303	206784.900 7	2893672.4828
49	214708.793 0	2899325.1325	304	206657.906 0	2893574.3505
50	214766.056 1	2899275.2583	305	206559.773 7	2893507.9669
51	214823.319 2	2899277.1055	306	206451.828 2	2893438.1198
52	214926.762 1	2899267.8695	307	206403.801 1	2893366.0792
53	215043.135 5	2899229.0784	308	206411.189 9	2893299.5801
54	215133.648 0	2899203.2176	309	206340.996 5	2893194.2900
55	215250.021 4	2899217.9952	310	206265.261 5	2893085.3054
56	215330.411 3	2899166.8648	311	206200.609 6	2892954.1545
57	215350.508 8	2899002.5383	312	206121.180 2	2892887.6555
58	215348.144 4	2898942.2458	313	205975.251 7	2892810.0733
59	215336.322 4	2898890.2288	314	205901.363 9	2892811.9205
60	215377.699 5	2898819.2965	315	205877.350 4	2892869.1835
61	215426.170 0	2898743.6353	316	205824.166 5	2892956.3546
62	215497.102 3	2898653.7877	317	205783.143 4	2893028.0424
63	215570.399 0	2898548.5715	318	205727.727 5	2893090.8470
64	215604.682 9	2898453.9950	319	205676.006 0	2893153.6517
65	215620.051 6	2898352.3254	320	205589.187 8	2893190.5956
66	215650.789 0	2898260.1134	321	205535.619 1	2893236.7755
67	215714.628 0	2898192.7277	322	205482.050 5	2893277.4138
68	215740.636 6	2898106.4267	323	205439.565 0	2893329.1353
69	215763.098 5	2898021.3079	324	205424.787 4	2893367.9264
70	215803.293 4	2897962.1977	325	205410.009 8	2893443.6614
71	215942.793 6	2897891.2653	326	205385.996 3	2893545.2572

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
72	215990.081 9	2897827.4263	327	205363.829 9	2893624.6866
73	216039.734 5	2897780.1380	328	205352.746 8	2893724.4352
74	216113.031 2	2897734.0320	329	205307.675 2	2893804.3818
75	216153.273 5	2897698.5791	330	205273.391 2	2893865.8565
76	216151.155 0	2897657.3608	331	205233.196 3	2893950.9752
77	216140.017 6	2897588.1158	332	205198.912 3	2894017.1787
78	216124.038 0	2897557.1250	333	205184.725 9	2894112.9374
79	216118.469 4	2897521.8971	334	205103.153 7	2894148.4035
80	216127.548 7	2897479.5269	335	205013.306 1	2894186.2341
81	216158.569 8	2897429.5905	336	204942.373 8	2894220.5180
82	216186.564 4	2897368.3050	337	204896.267 8	2894254.8020
83	216233.474 3	2897284.3212	338	204827.699 9	2894298.5436
84	216305.730 7	2897198.4931	339	204793.415 9	2894341.1030
85	216350.654 5	2897161.8447	340	204743.574 1	2894418.2773
86	216464.146 2	2897128.7430	341	204721.632 4	2894462.9174
87	216558.722 6	2897069.6327	342	204673.965 9	2894527.2294
88	216559.904 8	2897009.3402	343	204641.431 6	2894559.0070
89	216577.637 9	2896912.3994	344	204585.442 4	2894602.1339
90	216624.926 1	2896859.2002	345	204547.611 8	2894639.2078
91	216665.121 1	2896827.2806	346	204552.911 0	2894705.2961
92	216700.587 2	2896742.1618	347	204554.758 2	2894805.0446
93	216776.248 4	2896697.2380	348	204541.827 9	2894891.8628
94	216868.460 4	2896660.5897	349	204567.688 6	2895026.7081
95	216926.388 4	2896602.6616	350	204602.785 3	2895124.6095
96	216967.765 6	2896510.4496	351	204597.243 7	2895213.2749

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
97	217018.600 4	2896456.0682	352	204599.090 9	2895322.2594
98	217036.259 6	2896399.1745	353	204621.257 3	2895425.7024
99	217158.174 5	2896341.9115	354	204619.410 1	2895547.6173
100	217269.006 3	2896284.6484	355	204613.868 5	2895641.8243
101	217374.296 4	2896251.3989	356	204593.549 3	2895741.5729
102	217356.711 1	2896168.7923	357	204538.133 5	2895822.8495
103	217327.156 0	2896043.4785	358	204490.106 4	2895904.1261
104	217299.965 3	2895964.2708	359	204470.528 2	2895948.9929
105	217221.939 7	2895881.5164	360	204420.168 2	2895960.6145
106	217159.282 9	2895786.9400	361	204367.871 2	2895966.9095
107	217120.270 1	2895730.1941	362	204368.355 4	2896001.2899
108	217095.443 8	2895648.6220	363	204357.702 3	2896055.5843
109	217043.426 7	2895611.9736	364	204344.840 0	2896138.8116
110	217004.414 0	2895562.3210	365	204335.760 6	2896233.3880
111	216991.409 7	2895513.8506	366	204321.716 0	2896344.9409
112	217043.426 7	2895410.9987	367	204327.627 0	2896456.0682
113	217083.621 7	2895314.0579	368	204279.156 6	2896534.0937
114	217117.905 7	2895257.3120	369	204248.419 3	2896582.5641
115	217135.638 7	2895199.3840	370	204228.548 8	2896619.5012
116	217143.914 2	2895137.9093	371	204310.095 4	2896690.8029
117	217132.092 1	2895064.6126	372	204393.830 5	2896724.4288
118	217082.439 5	2894995.3058	373	204494.318 0	2896776.4458
119	217065.814 8	2894908.4876	374	204597.169 8	2896819.0052
120	217072.981 9	2894816.3495	375	204726.030 2	2896867.4756
121	217077.710 7	2894777.3367	376	204850.161 8	2896931.3147

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
122	217069.435 3	2894730.0485	377	204946.346 0	2896946.1159
123	217057.613 2	2894702.8578	378	204973.584 0	2896934.0101
124	217005.596 2	2894702.8578	379	205009.901 3	2896897.6928
125	216953.579 1	2894724.1375	380	205053.784 8	2896875.7510
126	216899.197 7	2894721.7731	381	205146.091 4	2896887.1002
127	216829.447 6	2894733.5951	382	205220.239 3	2896901.4758
128	216777.430 6	2894733.5951	383	205343.566 9	2896896.9361
129	216720.684 7	2894718.2264	384	205403.339 2	2896942.3328
130	216687.583 0	2894683.9425	385	205450.722 0	2897047.1708
131	216660.392 2	2894652.0230	386	205519.289 9	2897062.5395
132	216626.182 2	2894600.0059	387	205598.497 7	2897043.6242
133	216550.447 1	2894585.2284	388	205639.874 9	2897087.3658
134	216467.323 3	2894566.7564	389	205659.972 4	2897204.4041
135	216380.505 1	2894550.1316	390	205676.523 2	2897322.6246
136	216378.657 9	2894494.7158	391	205681.252 1	2897398.2858
137	216378.657 9	2894455.9247	392	205684.798 7	2897478.6757
138	216386.046 7	2894398.6616	393	205707.260 6	2897535.4216
139	216360.186 0	2894324.7738	394	205785.286 1	2897582.7098
140	216326.936 5	2894250.8859	395	205853.854 0	2897665.4641
141	216293.686 9	2894202.8588	396	205897.595 6	2897750.5829
142	216338.019 6	2894104.9575	397	205948.430 4	2897829.7907
143	216365.727 6	2894068.0136	398	205977.098 9	2897899.0975
144	216374.963 6	2894016.2921	399	205978.946 1	2897978.5269
145	216387.893 9	2893966.4178	400	205971.557 3	2898074.5810
146	216389.741 1	2893881.4468	401	205934.613 4	2898148.4689

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
147	216334.325 3	2893778.0038	402	205964.168 6	2898275.9254
148	216310.311 7	2893717.0464	403	206023.278 8	2898336.8828
149	216301.075 7	2893678.2553	404	206104.481 5	2898358.2364
150	216262.284 6	2893617.2978	405	206190.782 5	2898427.9865
151	216240.942 9	2893607.2744	406	206165.956 2	2898523.7452
152	216208.694 3	2893627.4864	407	206151.769 7	2898585.2198
153	216183.446 3	2893654.4634	408	206100.934 9	2898617.1394
154	216131.946 5	2893673.1570	409	206037.095 8	2898656.1521
155	216087.448 3	2893694.9569	410	205987.443 2	2898697.5293
156	216050.374 3	2893697.2267	411	205960.252 5	2898743.6353
157	215995.141 7	2893686.6341	412	205976.803 4	2898801.5634
158	215961.094 2	2893657.1263	413	206002.811 9	2898861.8559
159	215920.993 8	2893639.7242	414	206034.731 4	2898926.8771
160	215840.793 0	2893631.4015	415	206038.278 0	2898982.4408
161	215762.105 4	2893620.0523	416	206044.189 1	2899048.6443
162	215721.248 4	2893606.4333	417	206050.986 7	2899184.7457
163	215685.687 7	2893590.5445	418	206063.917 1	2899271.5639
164	215638.777 7	2893551.9573	419	206182.137 6	2899306.6606
165	215549.267 1	2893587.7427	420	206246.789 5	2899369.4652
166	215484.615 2	2893545.2572	421	206265.261 5	2899491.3802
167	215388.561 0	2893476.9109	422	206311.441 3	2899559.7264
168	215307.284 4	2893428.8838	423	206333.607 7	2899631.7670
169	215235.243 8	2893423.3423	424	206446.286 6	2899677.9469
170	215152.120 0	2893404.8703	425	206494.313 7	2899785.0843
171	215107.787 3	2893393.7871	426	206505.396 9	2899890.3744

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
172	215150.272 8	2893281.1082	427	206499.855 3	2899962.4151
173	215205.688 7	2893172.1236	428	206619.923 0	2899991.9702
174	215285.118 1	2893061.2919	429	206697.948 6	2899949.4847
175	215299.895 7	2892939.3770	430	206742.872 4	2899924.6584
176	215301.742 9	2892861.7948	431	206837.448 8	2899919.9296
177	215242.632 6	2892787.9069	432	206920.203 2	2899904.5609
178	215190.911 1	2892736.1855	433	206967.491 4	2899902.1965
179	215120.717 7	2892664.1448	434	207079.800 9	2899961.3067
180	215002.497 1	2892605.0346	435	207180.288 3	2900027.5102
181	214917.526 1	2892468.3421	436	207224.029 9	2900098.4425
182	214843.638 3	2892411.0790	437	207270.135 9	2900146.9130
183	214799.305 6	2892438.7869	438	207351.412 5	2900169.3010
184	214780.833 7	2892518.2164	439	207432.689 1	2900110.1907
185	214751.278 5	2892636.4369	440	207541.673 7	2900017.8309
186	214767.681 6	2892772.3166	441	207613.714 3	2899955.0263
187	214747.584 1	2892921.2745	442	207687.602 1	2899912.5408
188	214740.490 9	2893032.4018	443	207802.128 3	2899875.5969
189	214660.101 0	2893025.3085	444	207959.139 9	2899875.5969
190	214565.524 5	2893027.6729	445	208062.213 4	2899846.6328
191	214541.880 4	2893099.7875	446	208141.421 2	2899806.4379
192	214521.782 9	2893200.2749	447	208224.175 6	2899830.0820
193	214469.765 9	2893274.7538	448	208323.480 8	2899908.1075
194	214400.015 8	2893332.6819	449	208363.675 8	2899980.2220
195	214265.244 4	2893300.7623	450	208405.053 0	2900049.9721
196	214160.028 1	2893316.1310	451	208409.781 8	2900138.6375

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
197	214100.917 9	2893323.2242	452	208428.697 1	2900200.1122
198	214011.070 3	2893344.5039	453	208525.637 9	2900224.9385
199	213908.218 4	2893350.4150	454	208591.841 4	2900299.4174
200	213853.837 0	2893392.9744	455	208615.485 5	2900347.8879
201	213769.900 4	2893409.5252	456	208630.673 9	2900388.4768
202	213682.417 2	2893418.9829	457	208656.223 3	2900415.5422
203	213628.035 8	2893442.6270	458	208691.088 0	2900438.3010
204	213587.840 8	2893478.0931	459	208711.909 9	2900460.0914
205	213528.730 5	2893498.1906	460	208722.078 8	2900505.6092
206	213458.980 4	2893502.9194	461	208736.121 5	2900532.2419
207	213414.056 6	2893515.9237	462	208739.026 9	2900561.2958
208	213340.759 9	2893494.6440	463	208755.490 8	2900615.5297
209	213260.369 9	2893479.2753	464	208768.080 8	2900673.1532
210	213172.886 7	2893457.9956	465	208781.142 0	2900775.1812
211	213112.594 3	2893463.9067	466	208814.391 5	2900934.0400
212	212987.280 5	2893467.4533	467	208845.793 9	2901096.5932
213	212884.428 7	2893457.9956	468	208869.807 4	2901224.0497
214	212838.322 7	2893450.9024	469	208880.890 6	2901331.1871
215	212788.670 0	2893449.7202	470	208836.557 9	2901432.7828
216	212737.835 2	2893497.0084	471	208838.405 1	2901562.0865
217	212664.538 5	2893538.3856	472	208903.056 9	2901669.2239
218	212613.703 7	2893562.0297	473	208941.848 0	2901787.4444
219	212572.326 5	2893599.8603	474	209065.610 1	2901885.3458
220	212512.034 0	2893612.8645	475	209145.039 6	2902020.1911
221	212448.194 9	2893610.5001	476	209185.677 9	2902131.0228

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
222	212371.351 6	2893623.5044	477	209193.066 6	2902245.5490
223	212185.523 7	2893657.9361	478	209363.008 7	2902378.5470
224	212061.761 6	2893704.1160	479	209514.478 7	2902500.4620
225	211945.388 3	2893713.3520	480	209601.296 9	2902563.2666
226	211882.583 6	2893685.6440	481	209778.627 7	2902578.0442
227	211755.127 1	2893674.5609	482	209920.861 8	2902579.8914
228	211641.227 4	2893692.0967	483	209992.902 4	2902679.6399
229	211531.616 4	2893787.2398	484	210068.637 4	2902842.1932
230	211418.937 5	2893879.5996	485	210155.455 6	2902910.5394
231	211308.549 1	2893896.5938	486	210297.689 7	2903025.0655
232	211224.612 5	2893874.1319	487	210402.979 8	2903224.5627
233	211165.502 2	2893861.1276	488	210524.894 8	2903337.2416
234	211129.676 7	2893838.2288	489	210650.504 1	2903403.7407
235	211114.181 3	2893823.7019	490	210966.374 5	2903547.8219
236	211091.906 6	2893799.4903	491	211101.219 8	2903558.9051
237	211050.747 0	2893785.9318	492	211245.301 1	2903514.5724
238	210971.817 3	2893787.8687	493	211442.951 0	2903499.7948
239	210886.501 8	2893812.6572	494	211570.407 5	2903473.9341
240	210842.760 2	2893836.3013	495	211797.612 6	2903518.2668
241	210758.823 6	2893843.3946	496	212091.316 7	2903435.1430
242	210715.082 0	2893825.6615	497	212268.647 5	2903505.3364
243	210664.247 2	2893830.3903	498	212388.715 2	2903614.3210
244	210614.594 6	2893896.5938	499	212468.144 6	2903686.3616
245	210592.132 7	2893985.2592	500	212562.351 6	2903754.7078
246	210538.933 4	2894045.5517	501	212673.183 4	2903756.5550

N°	Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13				
	X	Y	N°	X	Y
247	210444.357 0	2894104.6619	502	212808.028 6	2903684.5144
248	210371.060 3	2894141.3103	503	212994.595 4	2903592.1546
249	210293.034 7	2894164.9544	504	213112.815 9	2903488.7117
250	210220.683 8	2894187.5109	505	213142.371 1	2903400.0463
251	210163.181 3	2894203.3997	506	213183.009 4	2903333.5472
252	210095.086 3	2894201.8865	507	213223.647 7	2903182.0772
253	210062.552 0	2894227.6113	508	213216.923 9	2903019.5978
254	210031.530 9	2894269.9815	509	213207.170 7	2902936.9174
255	209998.996 7	2894319.1612	510	213273.143 3	2902855.8162

Es así como la vegetación constituye un factor de análisis y discusión para la delimitación del Sistema Ambiental, si bien no existe patrones de distribución espacial bien diferenciados a nivel de comunidades vegetales, si podemos hablar de regiones vegetales que se encuentran limitadas por el relieve y la altitud, estos parámetros se encuentran implícitos en el análisis de las curvas de nivel y la determinación del parteaguas, ya que se consideran los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; por lo tanto se considera un gradiente de vegetación, es decir, la variación de la distribución y densidad de las comunidades vegetales por el fenómeno de los vientos en las laderas que delimitan tanto las microcuencas como la unidad de análisis.

Por tal motivo, la principal característica que se considera en una escala de esta magnitud, son las morfoestructuras tectónicas individuales que se encuentran definidas por el clima regional y las condiciones hidrológicas, geomorfológicas y biogeográficas, de acuerdo a su localización altitudinal y latitudinal, es decir, el relieve y los afluentes principales.

Esta información se complementa con las unidades ambientales que se obtienen mediante la sobreposición de varias capas temáticas (uso de suelo, climas, tipo de suelo, etc.) utilizando el ARCGIS PRO y la recopilación bibliográfica de documentos especializados y bases de datos. Al delimitar el SA, se procede a complementar el análisis a través del estudio de la estructura y funcionamiento del territorio mediante el estudio de los factores bióticos (tipos de vegetación y fauna asociada a los mismos) y abióticos (temperatura, precipitación, edafología, geología, fisiografía, hidrología y paisaje).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la intención de delimitar la misma no solo fue definir el contexto espacial con base a los elementos hidrológicos, sino identificar los subsistemas que conforman dicho espacio, lo cual permitió generar un diagnóstico

general sobre las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional.

En anexo 4, se presentan todos los mapas de este capítulo.

En resumen, el límite del SA quedó establecido por la divisoria geográfica principal de las aguas de precipitación; también conocido como parteaguas, es decir, una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes, pero de exposición opuesta; desde la parte más alta hasta un punto de emisión, en la parte hipsométrica más baja.

En tanto el tamaño y la forma de la misma se encuentra determinados de manera general por las condiciones geológicas del terreno, el patrón y densidad de las corrientes que drenan este territorio, así como el relieve, el clima, tipo de suelo, vegetación y la repercusión de las actividades humanas en el área que delimita las microcuencas.

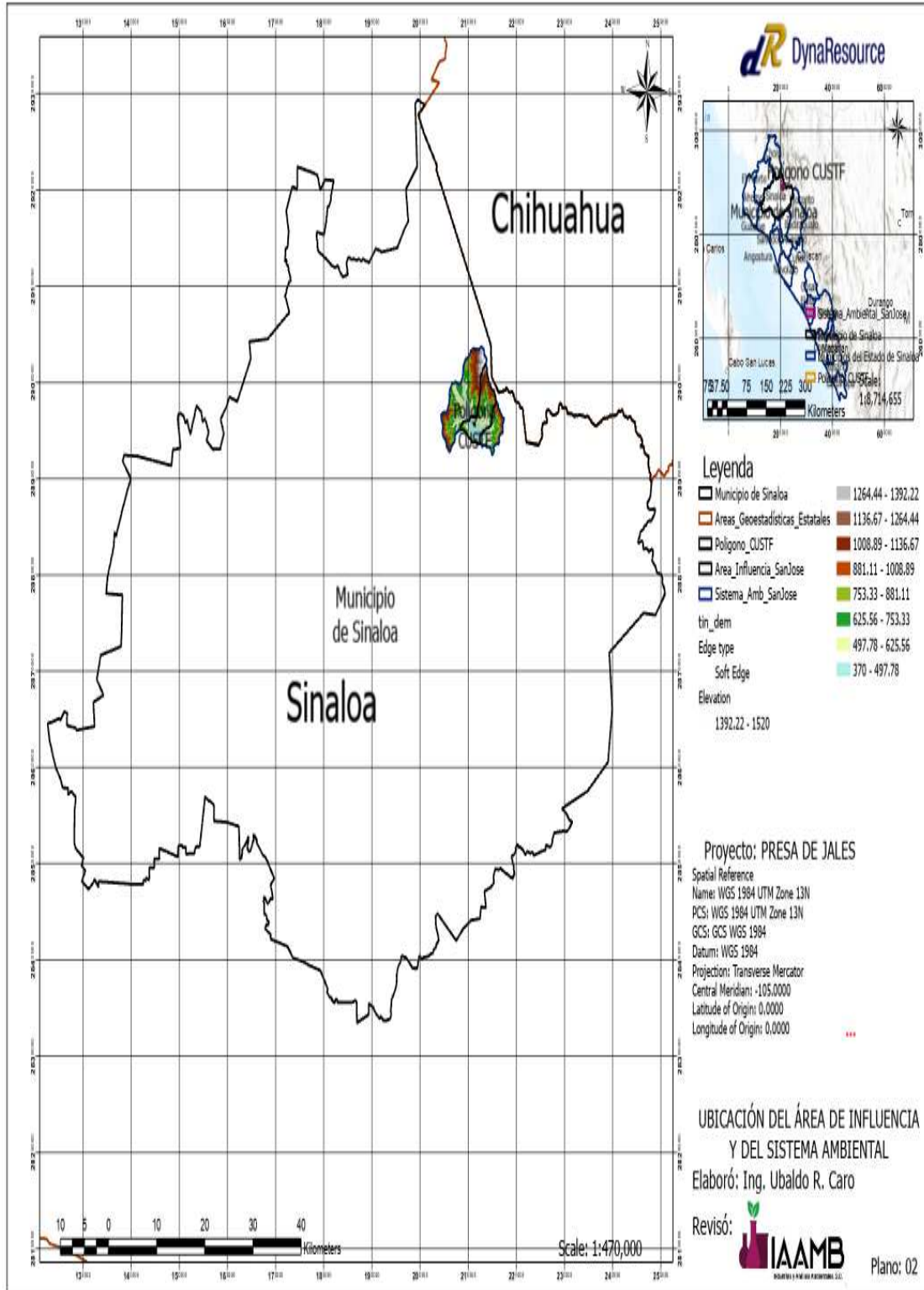


Figura IV.1.- Ubicación del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.
 Fuente: Proyecto Hidrología Superficie Serie I, Mapa Digital 6.0. Editado por el INEGI
 Procesado con el ARCGIS Pro.

IV.2 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

En este apartado se efectúa una caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del SA, de tal forma que se define cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia sustantiva. En este análisis se identifican y describen las tendencias de desarrollo y/o de deterioro que registra el SA y que pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente. Se analizan de manera integral los aspectos sustantivos de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico que definen la calidad ambiental del SA donde pretende establecerse el proyecto. El análisis antes citado y sus resultados se traducen en la determinación del estado “cero” o “estado sin proyecto” de dicho SA.

El análisis del cambio de uso de suelo en un área forestal específica para el Sistema Ambiental de referencia, debe ser enfocado a sus componentes abiótico, biótico y socioeconómico, desde esta perspectiva es que se desarrolla el presente apartado.

IV.2.1.-Clima.

El clima se define como las condiciones atmosféricas dominantes en un sitio o lugar determinado, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por Enriqueta García y cartografiada por INEGI, con los datos vectoriales a escala 1:1,000,000 de Climatología, en el SA (Determinadas con el SIGEIA), donde se pretende desarrollar el proyecto, se presentan dos tipos de clima **BS1(h)hw** que corresponde a un clima Semiseco cálido que cubre un porcentaje de 59.07% y el clima **Aw0** que corresponde al Cálido, que cubre el 40.93% del Sistema Ambiental. Como se puede ver en la Figura IV.2.

Tabla IV.4.- Distribución de los Climas en el Sistema Ambiental

Fórmula climática	Grupo de clima	Superficie ha	Porcentaje (%)
Aw0	Cálido Húmedo	4519.1376	54.81
(A)C(w1)	Templado subhúmedo	962.7287	11.68
(A)C(w0)	Templado subhúmedo	2762.5083	33.51

Fuente: Proyecto Climas Serie II. Editado por el INEGI.

Tabla IV.5.- Distribución de climas que presenta el SIGEIA. (Fuente: SIGEIA)

Clima (Leyenda)	Clave climatológica	Sup. incidencia (m ²)	Sup. incidencia (Ha)	Porcentaje (%)
SISTEMA AMBIENTAL				
Cálido	Awo	67613526.9	6761.3527	82.01
Semicálido	(A)C(wo)	14830218.1	1483.0218	17.99
ÁREA DE INFLUENCIA				
Cálido	Awo	20259252.4	2025.92524	85.6560
Semicálido	(A)C(wo)	3392634.96	339.263496	14.3440

La descripción de cada unidad climática presente en el Área de Influencia y en el SA se describe a continuación:

Tabla IV.6.- Descripción de los tipos de climas del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

Fórmula climática	Descripción temperatura	Descripción precipitación
(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Aw0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Fuente: Proyecto Climas Serie II. Editado por el INEGI.

Tabla IV.7.- Tipos climáticos del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

Fórmula climática	Descripción temperatura	Descripción precipitación
(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Aw0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Fuente: SIGEIA.

La variación de temperatura y precipitación del clima identificado está en función de los rangos altitudinales, así como del relieve presente tal como las sierras que sirven de barreras para atrapar humedad y así propiciar mayores precipitaciones disminuyendo la temperatura, en la porción cercana al mar las temperaturas se incrementan y la humedad es menor, dichas características determinan el tipo de vegetación, así como el suelo.

Se registra una temperatura anual promedio de 24.5°C y la temperatura del mes más frío se presenta en el mes de enero con 5.4° C, durante la época de invierno, mientras que el mes más caluroso se encuentra registrado en junio con 40.2° C que corresponde a la época de verano. Esta temperatura media anual se tomó como el promedio de temperaturas anuales en un tiempo estimado de 59 años (periodo 1951-2010). La temporada de lluvia es muy corta coincide con la época de mayor calor del año, en los meses más torrenciales de julio a septiembre, siendo el mes más lluvioso agosto con un promedio de 535.2 mm (Estación Jaina), la precipitación pluvial promedio anual se acerca a los 865.0 mm (según estación 25046 Jaina) del periodo de 1951 al 2010).

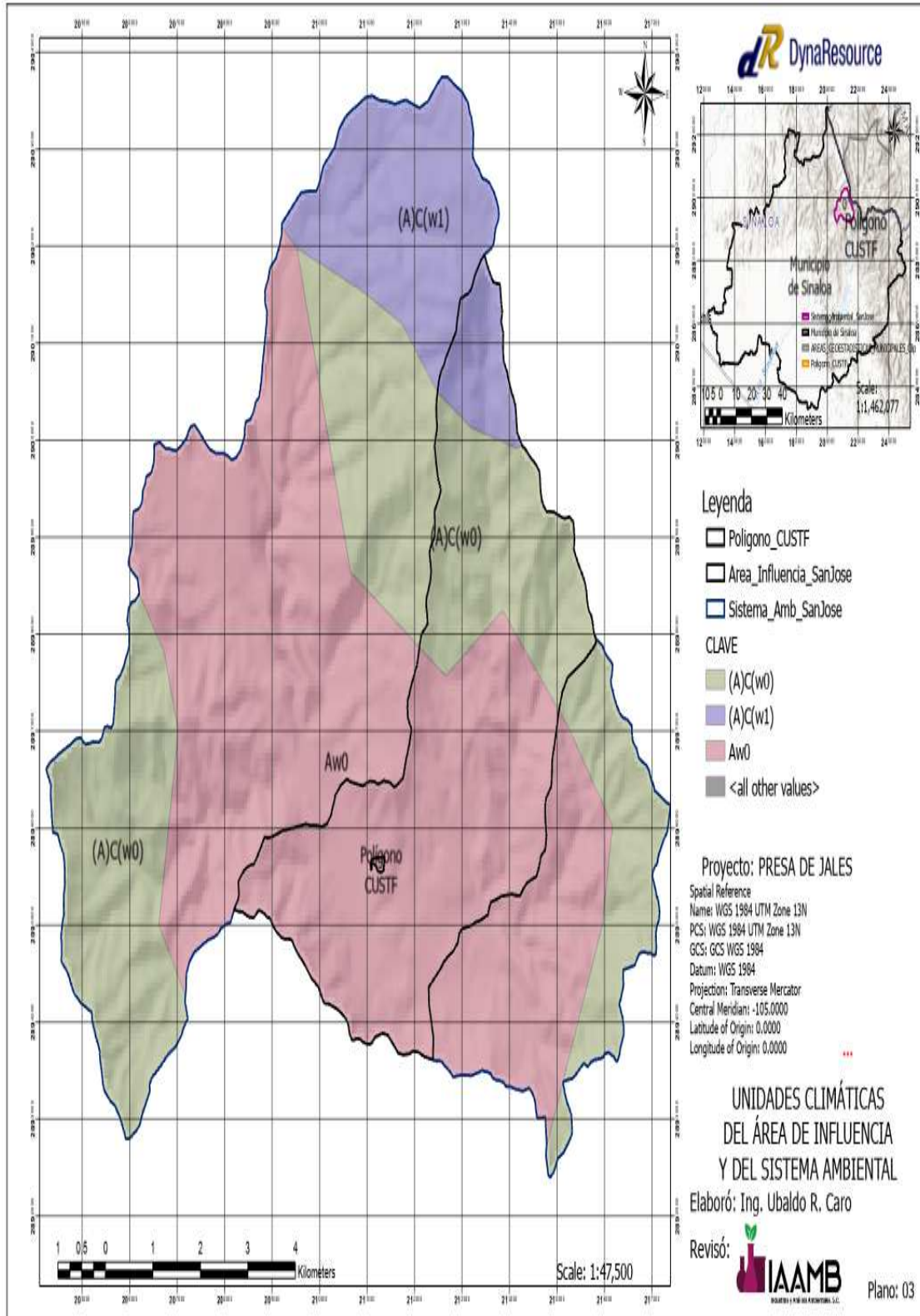


FIGURA IV.2.- Características climáticas presentes en el SA y AI.
 Proyecto de Climas Serie II. Editado por el INEGI. Utilizando el ARCGIS PRO.

En la Estación Jaina, se reportan los siguientes datos:

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: SINALOA PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00025046 JAINA LATITUD: 25°53'40" N. LONGITUD: 108°01'30" W. ALTURA: 130.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	28.1	29.5	31.5	34.7	37.1	38.1	35.7	34.7	34.5	34.7	32.0	28.7	33.3
MAXIMA MENSUAL	32.5	33.4	35.0	37.7	39.4	40.2	39.0	36.2	37.1	37.7	35.2	32.2	
AÑO DE MAXIMA	1953	1957	1971	1954	1963	1987	1987	1962	1987	1987	1999	1955	
MAXIMA DIARIA	38.5	39.5	42.0	45.0	45.5	45.5	44.5	41.5	42.5	42.0	40.0	39.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	31/1963	15/1973	26/1963	22/1961	31/1998	15/1998	03/1969	22/1973	21/1982	14/1995	05/1973	08/1997	
AÑOS CON DATOS	59	59	58	58	52	59	59	58	59	57	58	59	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	18.4	19.3	20.9	23.9	26.7	30.2	29.5	28.8	28.5	26.5	22.3	19.1	24.5
AÑOS CON DATOS	59	59	58	58	52	59	59	58	59	57	58	59	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	8.7	9.1	10.3	13.1	16.4	22.4	23.2	22.8	22.4	18.4	12.5	9.6	15.7
MINIMA MENSUAL	5.4	5.0	7.5	10.0	11.8	19.9	21.4	21.7	20.8	14.4	9.2	5.5	
AÑO DE MINIMA	1964	1964	1964	1983	1971	1962	1956	1956	1976	1970	1979	1953	
MINIMA DIARIA	-0.5	-3.5	1.0	2.5	8.5	11.5	14.0	19.0	2.0	8.0	0.0	-2.5	
FECHA MINIMA DIARIA	07/1971	04/1956	03/1971	08/1983	16/1971	12/1955	03/1967	13/1956	08/1952	31/1979	23/1979	24/1953	
AÑOS CON DATOS	60	60	59	59	52	60	60	59	60	58	59	60	
PRECIPITACION													
NORMAL	27.0	15.1	6.8	3.8	4.2	56.0	250.6	241.3	148.7	51.5	27.1	32.9	865.0
MAXIMA MENSUAL	206.2	98.3	83.3	86.0	85.4	212.8	535.2	497.5	374.0	188.3	224.3	193.3	
AÑO DE MAXIMA	1992	1968	1968	1997	1979	1984	1990	1980	1958	2000	1994	1990	
MAXIMA DIARIA	84.0	72.0	33.7	52.0	47.8	126.0	170.0	141.8	248.6	116.3	144.0	105.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	24/1979	04/2005	04/1968	03/1997	18/1979	29/2000	07/2004	09/1964	29/1982	22/2000	12/1994	28/1990	
AÑOS CON DATOS	60	60	58	59	51	59	60	59	60	59	59	58	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	85.9	114.4	181.2	229.9	275.9	265.1	186.2	163.2	139.5	130.1	97.4	73.9	1,942.7
AÑOS CON DATOS	58	59	58	58	51	60	60	59	60	59	59	60	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	3.0	1.8	1.3	0.6	0.4	4.3	16.8	16.3	10.6	4.1	2.1	3.2	64.5
AÑOS CON DATOS	60	60	58	59	51	59	60	59	60	59	59	58	
NIEBLA													
NORMAL	2.5	1.8	0.8	0.5	0.7	0.3	1.3	3.7	6.3	5.0	3.1	3.7	29.7
AÑOS CON DATOS	60	60	59	59	52	60	60	59	60	59	59	60	
GRANIZO													
NORMAL	1.2	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4	0.5	1.1	0.7	0.7	0.8	6.3
AÑOS CON DATOS	60	60	59	59	52	60	60	59	60	59	59	60	
TORRENTA E.													
NORMAL	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	3.4	7.8	7.2	4.4	1.3	0.3	0.2	25.5
AÑOS CON DATOS	60	60	59	59	52	60	60	59	60	59	59	60	

Figura IV.3.- Datos correspondientes a Normales Climatológicas del periodo 1951-2010

El contenido de humedad dentro del suelo varía de 152 a 156 mm, el suelo puede retener la humedad hasta 2 a 3 meses, en los meses de julio a septiembre, como se presenta en la figura IV.3.

Tabla IV.8.- Valores Promedios de Temperaturas Mensuales.

1951- 2010			
MES	T° MEDIA MENSUAL	TEM. PROMEDIOA MENSUAL MAXIMA	TEM. PROMEDIO MENSUAL MINIMA
Enero	18.4	28.1	8.7
Febrero	19.3	29.5	9.1
Marzo	20.9	31.5	10.3
Abril	23.9	34.7	13.1
Mayo	26.7	37.1	16.4
Junio	30.2	38.1	22.4
Julio	29.5	35.7	23.2
Agosto	28.8	34.7	22.8
Septiembre	28.5	34.5	22.4
Octubre	26.5	34.7	18.4
Noviembre	22.3	32.0	12.5
Diciembre	19.1	28.7	9.6
Media Anual	24.5	33.3	15.7

Los eventos meteorológicos como ciclones, se presentan con regularidad, generalmente en los meses de julio a septiembre. La presencia de tormentas tropicales ha provocado fuertes precipitaciones en la zona, de tal forma que en un lapso de 24 hrs., se han alcanzado valores por encima de los 248.6 mm, como los registrados en el mes de septiembre 1982 (Normales climatológicas, estación Jaina).

Según datos de la CONABIO, la zona del Área de Influencia y del Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto, presenta un grado Medio de peligrosidad por presencia de ciclones tropicales.

Por su posición geográfica en la porción noroeste de la República Mexicana y su extenso litoral en el Océano Pacífico (Golfo de California), Sinaloa está expuesto a la incidencia de huracanes, con una frecuencia de 1.5 eventos por año.

En el Área de Influencia y en el SA delimitada para este proyecto la cruzan 3 líneas de Isotermas, con temperatura que van de 20, 22 y 24°C, aunque representa una temperatura media anual de 24.5°C. También, la cruza una Isoyeta, con valor de 1,000 mm.

La evapotranspiración real media anual está entre 800 mm, y presentándose dentro del SA un déficit medio de agua, a saber:

- De entre 300-400 mm y
- De entre 400-500 mm.

IV.2.2.1.2.- Geología y Orografía.

Las formas del relieve, está expresada en una asociación compleja de unidades formadas por rocas de diferentes orígenes y periodos, se presentan 2 tiempos geológicos el Paleozoico y Cenozoico, los cuales se describen a continuación.

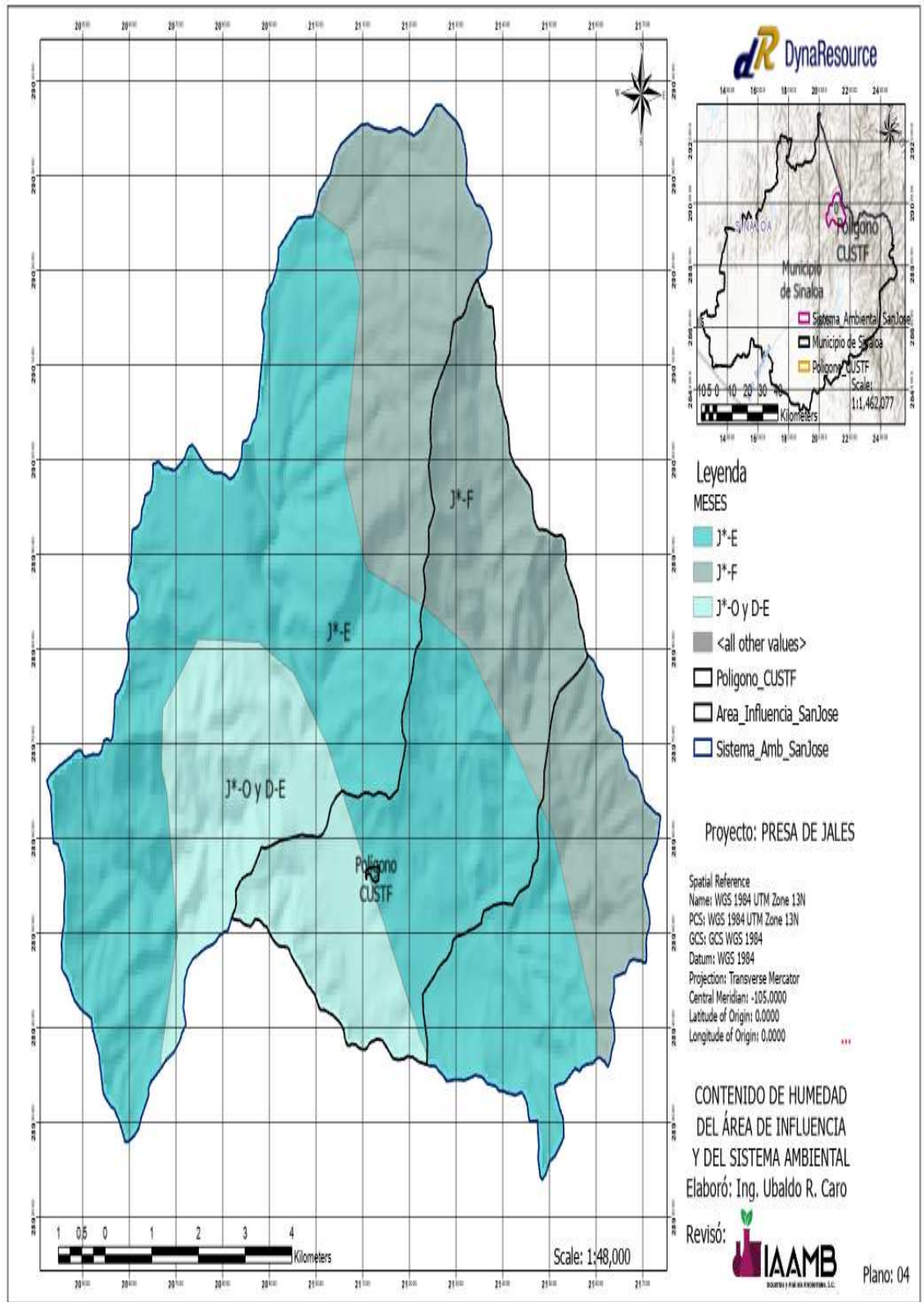


FIGURA IV.5.- Humedad y periodo de retención en el suelo que se presenta en el SA.

Conjunto de datos vectoriales del Proyecto Climas Serie II, humedad del suelo: escala 1:1,000 000. INEGI.

Paleozoico.- También denominada como era Primaria. Paleozoico significa “vida antigua”. Es considerada una era de tránsito entre las formas de vida todavía primitivas

como son los invertebrados, a los vertebrados. Y de la vida exclusivamente en el mar, a la conquista de la tierra. Inicio hace aproximadamente 560 a 245 millones de años.

Cenozoico.- Era geológica que precede al Mesozoico; inicia hace 65 Millones de años (Ma). Está conformada por los sistemas: Paleógeno, Neógeno y Cuaternario.

Del Cenozoico se distinguen dos eventos volcánicos principales; el inferior, andesítico, ocurrido fundamentalmente en el Paleoceno y Eoceno y el superior, riolítico, ocurrido principalmente durante el Oligoceno. El Cenozoico Superior está caracterizado por depósitos continentales areno-conglomeráticos y por derrames aislados de composición basáltica.

Los aspectos geológicos dan a conocer las características del suelo y las rocas que lo originaron, así como las condiciones y características del subsuelo, aspectos que resultan indispensables cuando se planea el uso del suelo y, a su vez, orienta respecto del establecimiento y desarrollo de actividades agrícolas, silvícolas, de extracción de minerales o de conservación ecológica.

En el Sistema Ambiental se alcanzan a distinguir 5 tipos de rocas que integran dos Clases de roca: ígneas extrusivas y metamórficas (Figura IV.9):

Tabla IV.9.- Unidades cronoestratificadas del Área de Influencia y del SA.

Era	Sistema	Clase	Unidad Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
SISTEMA AMBIENTAL					
Paleozoico	N/D	Metamórfica	Metasedimentaria P(Ms)	214.9422	2.61
Cenozoico	Terciario	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida Tom(R-Ta)	738.5117	8.96
	Terciario	Ígnea extrusiva	Toba ácida-Brecha volcánica ácida Tom(Ta-Bva)	1,211.3507	14.69
	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita Ti(A)	3,792.6732	46.00
	Neógeno	Ígnea extrusiva	Basalto Ts(B)	2,286.7976	27.74
ÁREA DE INFLUENCIA					
Paleozoico	N/D	Metamórfica	Metasedimentaria P(Ms)	203.1617	8.59
	Terciario	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida Tom(R-Ta)	350.8183	14.83
	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita Ti(A)	1449.9869	61.31
	Neógeno	Ígnea extrusiva	Basalto Ts(B)	361.2081	15.27

Fuente: Proyecto Geológico Serie I. editado por el INEGI. Procesado por ARCGIS Pro.

Tabla IV.10.- Unidades cronoestratificadas del área de Influencia y del SA.

Agrupacion Leyenda	Era geológica	Clase	Tipo de roca	Sistema
SISTEMA AMBIENTAL				
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Neógeno
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	Neógeno
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Neógeno
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Paleógeno

Agrupacion Leyenda	Era geológica	Clase	Tipo de roca	Sistema
Metasedimentaria	Paleozoico	Metamórfica	Metasedimentaria	N/D
ÁREA DE INFLUENCIA				
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Neógeno
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Neógeno
Ígnea	Cenozoico	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Paleógeno
Metasedimentaria	Paleozoico	Metamórfica	Metasedimentaria	N/D

Fuente: SIGEIA.

Continúa.... Tabla IV.10.- Unidades....

Clave geológica	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje (%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Ts(lgea)	1268.1859	15.38
Ts(lgei)	439.8748	5.34
Ts(lgeb)	2150.7402	26.09
Ti(lgei)	4172.9230	50.62
P(Ms)	212.6506	2.58
AREA DE INFLUENCIA		
Ts(lgea)	154.0048	6.51
Ts(lgeb)	258.6979	10.94
Ti(lgei)	1739.8399	73.56
P(Ms)	212.6461	8.99

Fuente: SIGEIA.

A continuación, se presenta la descripción del tipo de roca encontrado en el Sistema Ambiental:

Las rocas se clasifican en 2 grupos generales: ígneas y metamórficas, cada grupo en base a su mineralogía y textura se determinan tipos diferentes.

Rocas metamórficas: las rocas metamórficas son las que se forman a partir de otras rocas mediante el proceso de metamorfismo. El metamorfismo se da indistintamente en rocas ígneas, rocas sedimentarias u otras metamórficas, cuando estas quedan sometidas a altas presiones, altas temperaturas o un fluido activo que provoca cambios en la composición de la roca, aportando nuevas sustancias a esta.

- Cuarcita (C)
- Pizarra (Pz)
- Filita (F)
- Esquisto (E)
- Gneis (Gn)
- Complejo metamórfico (Com. Met)

Roca ígnea.- la roca ígnea se forma, conforme se enfría y solidifica una roca fundida. Se clasifican en Ígnea extrusiva ó volcánica e Ígnea intrusiva ó plutónica. En el Sistema

Ambiental se encuentra Ígnea intrusiva ácida, las cuales nunca se observarían si la corteza no ascendiera y las rocas caja no fueran eliminadas por erosión. Cuando una masa de roca de la corteza esta expuesta, es decir, no cubierta por el suelo, se denomina afloramiento. Las rocas Ígneas intrusivas acidas se dividen en:

- Granito (Gr)
- Granodiorita (Gd)
- Tonalita (Th)

Riolita-Toba ácida Tom(R-Ta).- Roca volcánica equivalente del granito, de textura afanítica, de colores claros, minerales esenciales cuarzo y feldespatos, predomina la ortosa sobre las plagioclasas, minerales secundarios anfíboles y piroxenos y micas. I: Rhyolite F: Rhyolite P: Riolito A: Rhyolith.

Basalto Ts(B).- Roca ígnea volcánica básica. Contiene esencialmente minerales ferromagnesianos (augita, hornblenda), feldespatos, plagioclasas y olivino. Se solidifica presentando prismas hexagonales “basalto columnar”. Se erosiona dando la impresión de tener la morfología tipo carst. Su alteración da lugar a la formación de suelos calco-sódicos o magnesianos. Se le usa como roca ornamental. I:Basalt F:Basalte P:Basalto A:Basalt

Andesita Ti(A).- Roca ígnea volcánica (intermedia) de textura afanítica o perfirítica, generalmente de color verde, pudiendo variar a rojizo, violáceo y otros colores, adquiridos por la alteración de los ferromagnesianos que contiene. Sus minerales esenciales son plagioclasas y ferromagnesianos, el cuarzo puede presentarse hasta en un 10% en cuyo caso se le denomina andesita cuarcífera. I:Andesite F:Andesite P:Andesito A:Andesit

Metasedimentaria P(Ms).- Roca de origen sedimentario, que ha sido afectada por incrementos de presión o temperatura, los cuales han provocado en su estructura un metamorfismo incipiente. Se define con este término, debido a que se pueden distinguir características de la roca original. Serie metasedimentaria del Devónico, consiste de esquistos micáceos, cornubianitas, cuarcitas oscuras y pizarras negras.

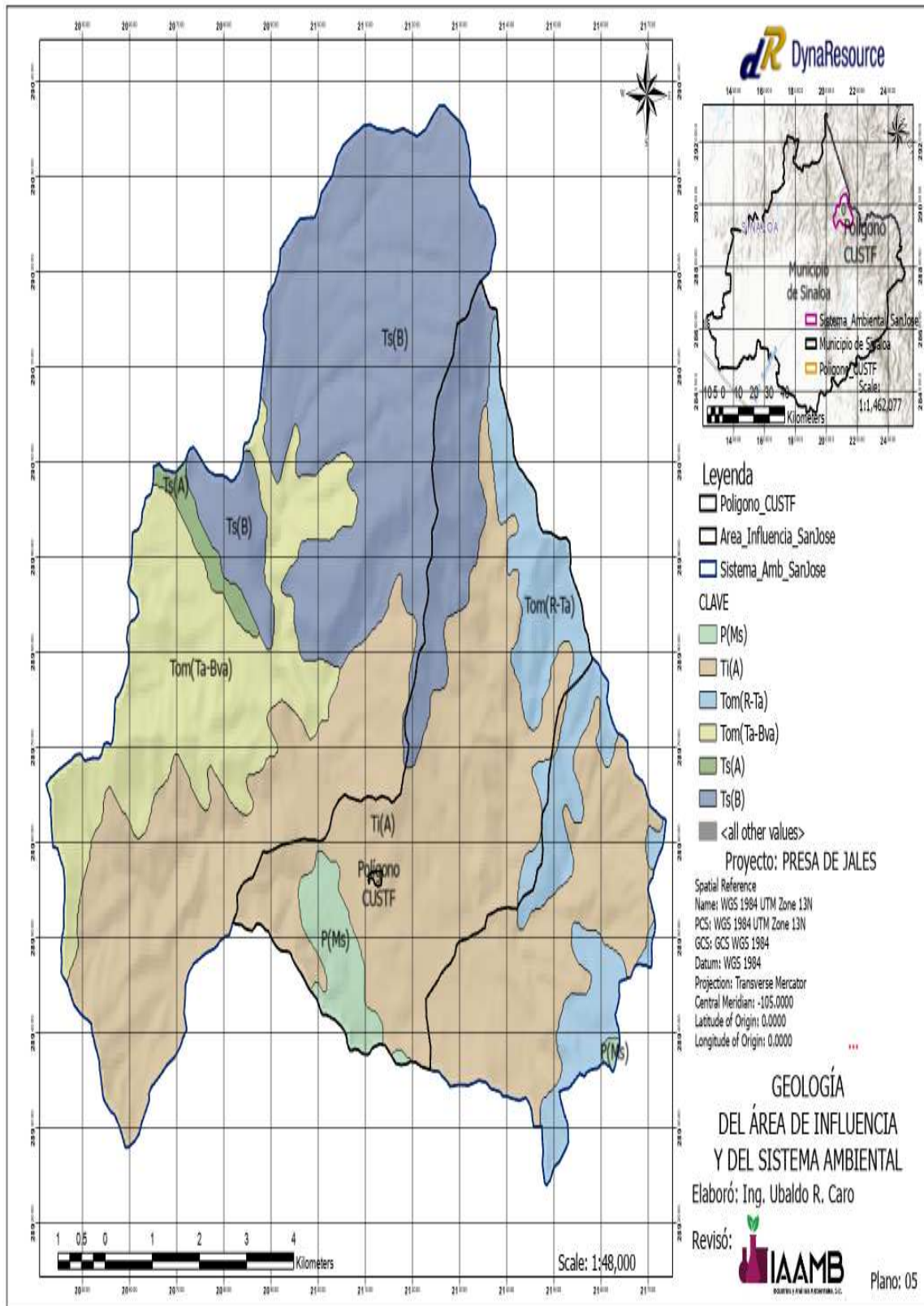


Figura IV.5.- Características geológicas del SA del DTU.

Fuente: Proyecto Geológico Serie I, MAPA DIGITAL 6.0, INEGI, procesado con ARCGIS PRO.

IV.2.2.1.3. Geología estructural

Las fallas afectan de manera considerable la estabilidad de las rocas cuando se hacen excavaciones en las mismas, o cuando la erosión deja pendientes pronunciadas en el relieve, la zona donde se ha producido el movimiento de la falla es a menudo una masa de roca triturada, dicha zona se intemperiza con facilidad y contiene, muchos poros, los cuales se rellenan con agua durante la temporada de lluvias o con agua subterránea si la zona es profunda, esta posee alta permeabilidad.

En el Sistema Ambiental se presenta una falla de tipo normal, que entra unos 850 m por la parte Noroeste, dicha falla tiene dirección Noroeste-Sureste.

Inundaciones

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED en datos vectoriales actualizados a mayo del 2014, debe entenderse por inundación, aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generando, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. En este mismo sentido, la CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Considerando, que políticamente, el área del SA se ubica en el municipio de Sinaloa, Sinaloa, se tiene una vulnerabilidad media a inundaciones, con un número de vulnerabilidad de 2.

El grado de inclinación en la pendiente de los lomeríos influye en que el escurrimiento de aguas pluviales y fluviales sea continuo, aunque, no se presenta inundación dentro del SA.

Actividad volcánica

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED en relación con la actividad volcánica del estado de Sinaloa y particularmente con el SA que se ha manejado a lo largo del documento, se define a esta última como una zona de actividad volcánica nula.

Sismicidad

La regionalización sísmica de CENAPRED (mayo 2014) indica que el peligro de sismo en el área donde se localiza es bajo, reportando un factor de sismo de .14, está clasificado como zona B y reporta sismos de menor frecuencia con una aceleración del terreno <70% de gravedad, lo que reduce el riesgo de posibilidad de derrumbes o deslizamiento, demás no se presentan fallas ni fracturas en el SA.

Derrumbes y deslizamientos

El relieve dominante donde se localiza el SA es Accidentado con pendientes de 39.99% principalmente serranía, estos se caracterizan por ser ambientes de escurrimiento o transporte de sedimentos por arroyos.

De acuerdo con las condiciones dominantes del SA no se perciben riesgos y latentes de que se presente este tipo de eventos, dado que los deslizamientos, en muchos de los casos, tienen como causa elevadas precipitaciones, sismos y otros eventos naturales que no se presentan periódicamente, la posibilidad se reduce aún más.

Degradación del suelo:

En el SA no presenta niveles de degradación³.

Son valores en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos.

IV.2.2.1.4.- Geomorfología.

El SA se localiza en la provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental, la Región o **provincia** fisiográfica de la **Sierra Madre Occidental** es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos.

La distribución de las sierras está controlada por el sistema de fallas normales que han afectado la región donde se localiza el Área de Influencia y el SA, así también montañas complejas originadas por movimientos tectónicos que generaron plegamientos, intrusiones y fallamiento, estas están estructuradas por rocas ígneas extrusivas, volcanoclásticas y están separadas por depresiones que han sido rellenadas por material aluvial que al erosionarse forman una serie de lomeríos al pie de monte de las sierras, el relieve es modelado por distintos procesos tanto exógenos como endógenos, el principal proceso exógeno que se identifica es la erosión, tanto hídrica laminar (pluvial) como la disección vertical (fluvial), estos van modelando las laderas, erosionándolas, los sedimentos son transportados y depositados en las llanuras y valles.

El área de estudio presenta un rasgo geomorfológico, una zona de montañas, que forma parte de la Sierra Madre Occidental y se caracteriza por presentar relieves accidentados, donde generalmente los valles son estrechos en forma de "v", las corrientes tienen gradientes considerables; la región se encuentra en una etapa juvenil del ciclo geomorfológico.

La orientación de la mayor parte del SA es Oeste, la parte de las laderas de lomeríos, en la porción Este se orienta hacia el este, el relieve donde se presenta, en general se orienta hacia el Oeste, lo que influye en las horas de radiación solar, incidencia de vientos, así como la humedad transportada por estos, todo lo cual modifica el desarrollo y crecimiento de la vegetación (figura IV.8).

A nivel del Área de Influencia y del Sistema Ambiental de análisis se ubica en las siguientes subprovincias:

Tabla IV.11.- Subprovincias fisiográficas en el Área de Influencia y en el SA.

Provincia	Subprovincia	Área ha	Porcentaje %
Sierra Madre Occidental	Gran Meseta y Cañadas	8244.3745	100.00

	Duranguenses		
--	--------------	--	--

El relieve o topografías dentro del Área de Influencia y del Sistema Ambiental, es característico en su totalidad de Sierra, donde la pendiente es media a alta, de manera específica las topografías presentes en el Área de Influencia y del Sistema Ambiental se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV.12.- Sistema Topografías en el Área de Influencia y en el SA.

Topografía	Descripción	Área (ha)	Porcentaje %
Sierra	Sierra Alta con Cañones	8,244.3745	100.00

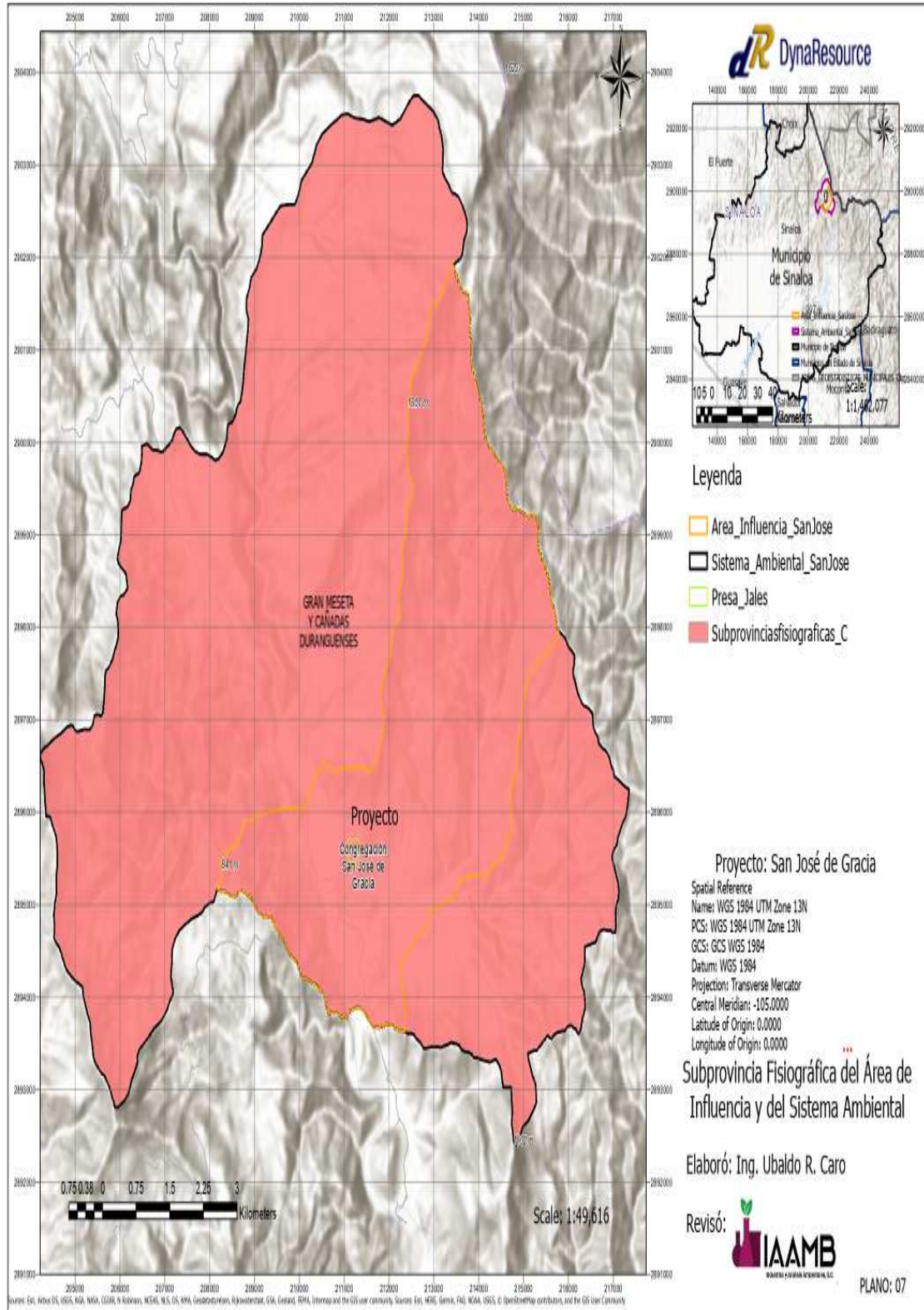


Figura IV.8.- Subprovincia fisiográfica del Área de Influencia y del SA. Mapa Digital 6.0 INEGI y utilizando ARCGIS Pro

Pendiente media del Sistema Ambiental:

Para la calificación de la pendiente del terreno, se reagrupó la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital dentro de siete rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, realizando el geoprocés en el ArcGis Pro, dando lo siguiente:

Tabla IV.13.- Resultado de la pendiente de la Red Hídrica del Sistema Ambiental.

orden	N veces (1)	Pen. Prom % (2)	(1) x (2)
1	1260	24.50	30873.73
2	830	22.31	18520.15
3	534	17.59	9390.57
4	28	18.55	519.47
5	210	18.16	3813.08
Total	2862		59303.92
Pendiente promedio (%)			20.72

Nota: Resultado obtenida mediante el procesamiento en el ARCGIS Pro.

Resultando una pendiente media de la Red Hídrica dentro del Sistema Ambiental es de 20.72%. Sin embargo, la pendiente media del terreno es del orden de 39.99% (determinada por Arcgis Pro, mediante interpolación de la cuenca en tercera dimensión con el raster de pendiente).

Tabla VI.14.- Índice morfométrico relacionado con el relieve del Sistema Ambiental.

Sistema Ambiental	Area (km ²)	Perímetro (km)	Altitud media (m.s.n.m.)	Pendiente media de la red hídrica	Pendiente media del S.A.
San José	82.4437	57.443	693.00	20.72	39.99

También, para comparar el resultado de la pendiente media del terreno del Sistema Ambiental, se realizó lo siguiente:

Para la calificación de la pendiente media del terreno, se utilizó mediante la corrección de un Modelo Digital de Elevación del INEGI, procesado en el Arcgis Pro, con siete rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno, con un promedio en el Sistema Ambiental de 39.5%.

Donde el ArcGis Pro, calcula la pendiente media de la cuenca (Sistema Ambiental), como la media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca, en la que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; este índice muestra la velocidad media de la escorrentía y con él su poder de arrastre y nivel erosivo. (Ibañez, Moreno, & Gisbert Blanquer, 2011).

$$J = 100 * \frac{\sum L_i \times E}{A}$$

Donde:

J = Pendiente media de la cuenca (S.A.).

Li = Longitud de cada una de las curvas de nivel (km).

E = Equidistancia de las curvas de nivel (km).

A = Área del Sistema Ambiental (km²).

Tabla IV.15.- Resultado de la pendiente del Sistema Ambiental.

OBJECTID	Rango de Pendientes (%)		promedio	Count	Promedio* Count
	Mínima	Máxima			
1	0	16.812	8.406	3619	30421.3
2	16.812	29.668	23.24	6048	140555.5
3	29.668	41.041	35.3545	6289	222344.5
4	41.041	52.414	46.7275	5626	262888.9
5	52.414	64.281	58.3475	4319	252002.9
6	64.281	80.599	72.44	2430	176029.2
7	80.599	126.09	103.3445	542	56012.7
TOTALES				28873	1140255.0
PENDIENTE MEDIA %					39.5

Y también, se presenta la tabla y el mapa de las orientaciones del terreno del SA y AI.

Tabla IV.16.- Cuadro de Exposiciones medias de Sistema Ambiental.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Area (ha)	Porcentaje (%)
1	Zenital	27	7.7096	0.09
2	North	1266	361.4927	4.38
3	Northeast	2838	810.3604	9.83
4	East	2970	848.0515	10.29
5	Southeast	3567	1018.5185	12.35
6	South	3681	1051.0699	12.75
7	Southwest	5195	1483.3764	17.99
8	West	4663	1331.4695	16.15
9	Northwest	3315	946.5626	11.48
10	North	1351	385.7635	4.68
TOTALES		28873	8,244.3745	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCGIS Pro. la variación se área se debe al efecto de esquina que presenta.

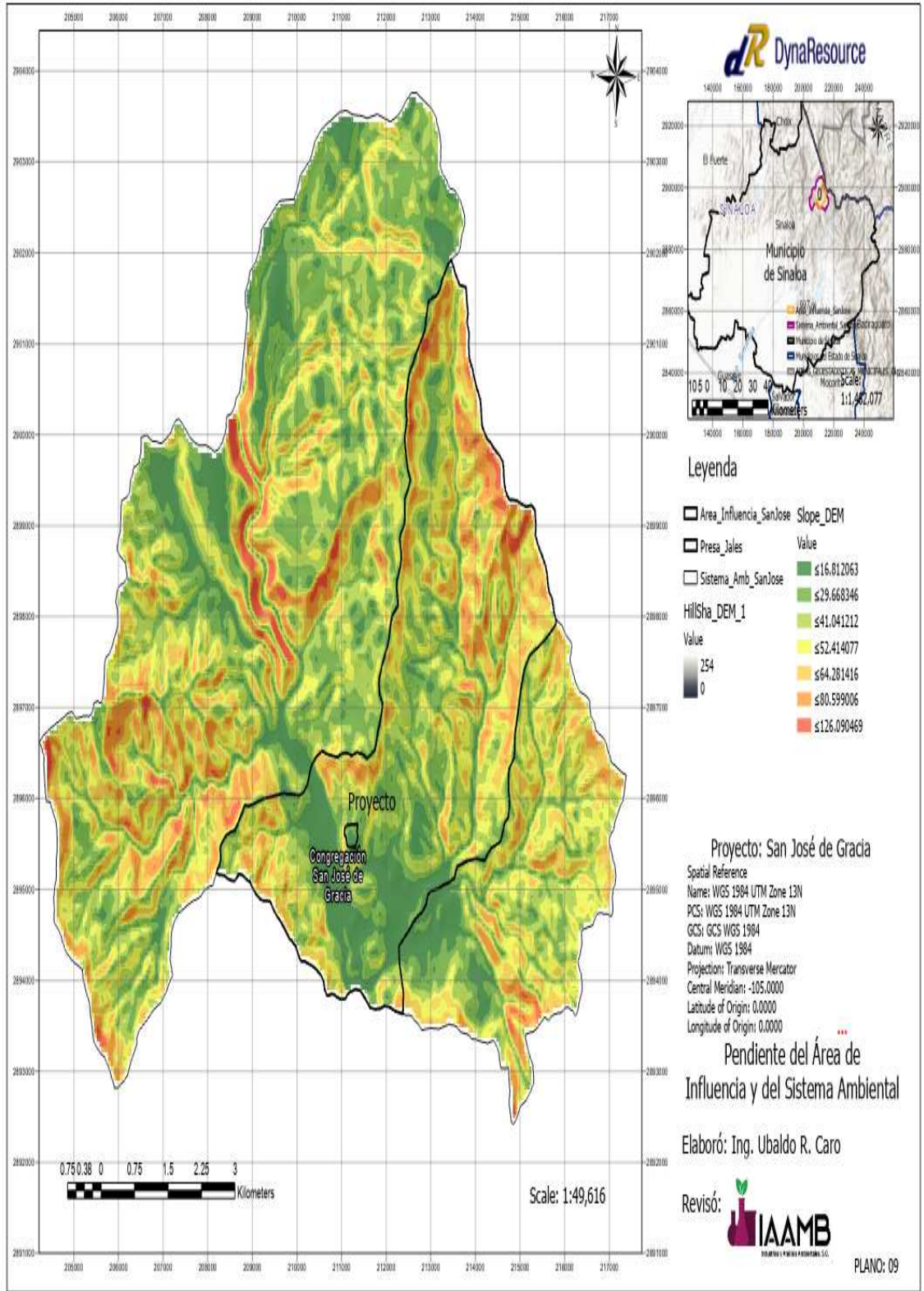


Figura IV.10.- Pendientes del Sistema Ambiental. Utilizando el ArcGis Pro. con las curvas de nivel del DEM de la República Mexicana, editado por el INEGI. 2001.

El cuadro anterior, nos indica que la distribución de la orientación del terreno del sistema ambiental y un mayor porcentaje con 17.99%, que corresponde a la exposición SurOeste (Southwest).

Tabla IV.17.- Cuadro de Orientación del terreno del Area de Influencia.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Area (ha)	Porcentaje (%)
1	Zenital	26	7.3700	0.31
2	North	196	55.5581	2.35
3	Northeast	701	198.7053	8.40
4	East	1379	390.8911	16.53
5	Southeast	1530	433.6935	18.34
6	South	1278	362.2616	15.32
7	Southwest	1399	396.5603	16.77
8	West	1249	354.0413	14.97
9	Northwest	443	125.5727	5.31
10	North	143	40.5348	1.71
TOTALES		2975	1,931.0305	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCGIS Pro. la variación se área se debe al efecto de esquina que presenta.

En el cuadro anterior se expone que la exposición Sureste (Southeast) es la que tiene el mayor porcentaje con 18.34%, seguida del Suroeste con 16.77%.

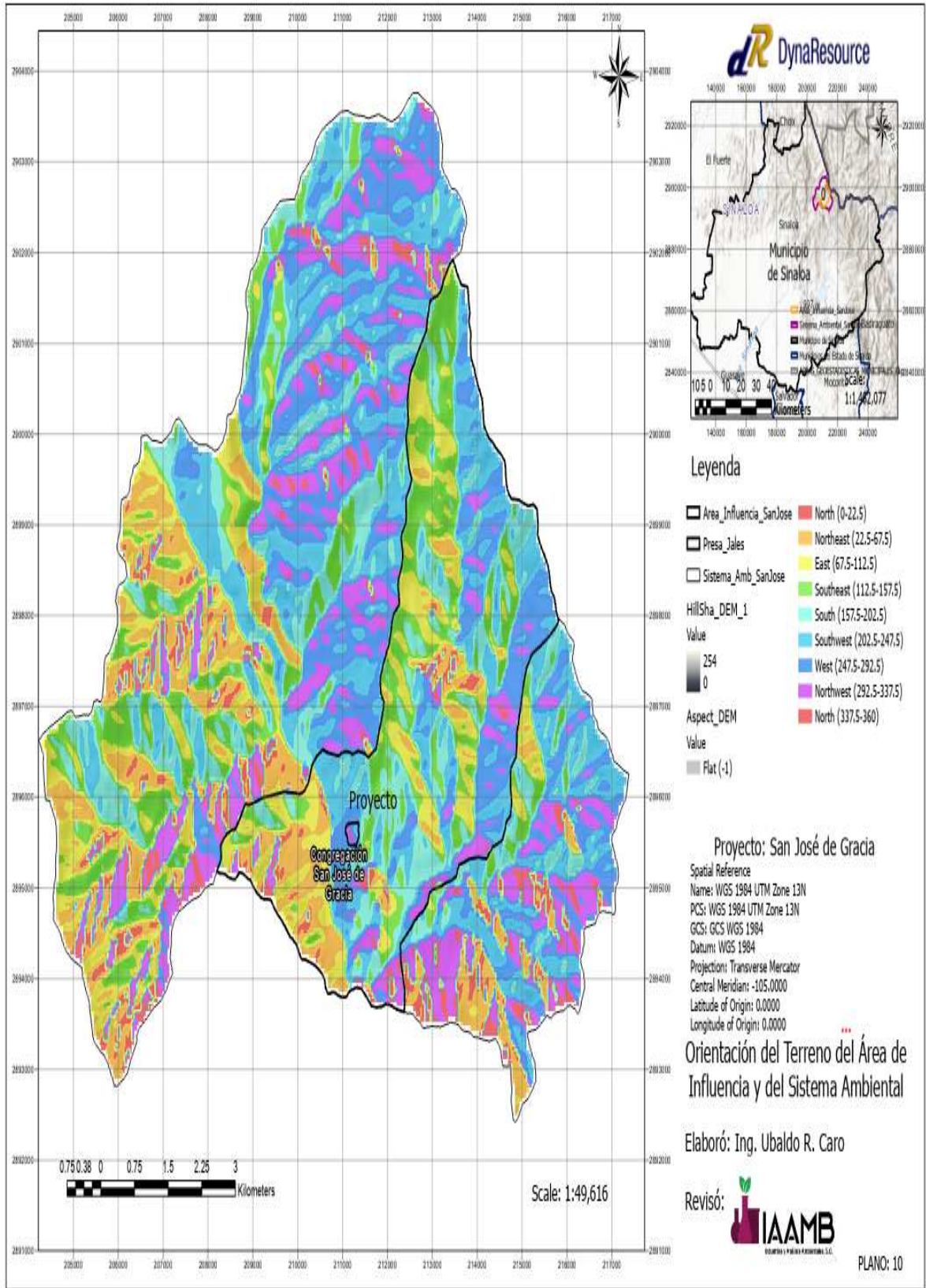


Figura IV.11.- Orientaciones del terreno del SA y AI.

IV.2.2.1.5. Hidrología de análisis

El SA donde se localiza el proyecto, se ubica en la subcuenca Río Sinaloa, que forman parte de las cuencas hidrográficas Río Sinaloa, el SA está estructurado por escurrimientos lentos e intermitentes provenientes de las partes más altas, mismos que fluyen a través de las laderas y valles, la subcuenca se ve influenciada del mar en el territorio.

La **Sierra Madre Occidental**, está separada del golfo de California por una amplia llanura costera que se ensancha hacia el desierto de Sonora (Noroeste de México). Sus montañas con una altitud media de 2,440 m y una máxima que alcanza los 3,500 m, constituyen el borde occidental de la árida altiplanicie Mexicana, integrando un vasto y elevado escarpe cortado por ríos que fluyen hacia el Oeste, como el Río Fuerte y el Río Grande de Santiago, formando profundos cañones, conocidos como barrancas, que pueden superar los 1,000 m de profundidad y rivalizan con el Gran Cañón en magnitud. Son siete las barrancas que integran la sierra; las más espectaculares son la **Barranca del Cobre** y la **Barranca de Urique** (que desciende hasta los 1879 m de altura), surcadas por grandes ríos, entre ellos el Conchos que irriga gran parte del estado de Chihuahua.

Subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses. Incluye un área extensa de grandes elevaciones topográficas, con inclinaciones preferentemente al occidente. Se caracteriza por presentar mesetas formadas por derrames piroclásticos de composición riolítica, con una topografía abrupta debido al gran número de cañones que la disectan.

La geomorfología del área es abrupta, producto de la disección de corrientes jóvenes sobre una gran meseta riolítica; está representada principalmente por valles intermontanos, lomeríos con mesetas, superficie de gran meseta con cañadas y una parte de sierra alta, variando en su altitud desde 1,600 metros sobre el nivel del mar en el valle hasta 3,100 metros sobre el nivel del mar en la sierra alta. La mayor parte del territorio donde se encuentra el acuífero está dominado por un sistema de lomeríos con mesetas, que abarca las localidades de Peña, Melchor Ocampo, Mesa La Palma, Arroyo Seco, El Salto, La Vara de San Juan y General Ignacio Allende.

IV.2.2.1.6. Hidrología superficial

El patrón de drenaje del SA es dendrítico, Viene a formar una mano extendida, siendo equivalentes los afluentes del río principal, a cada uno de los dedos de la mano.

Es el tipo de drenaje fluvial más común que existe. La palabra dendrítico procede del griego *dendron*, que significa árbol, debido a la semejanza que este tipo de drenaje tiene con un árbol y sus ramas, las cuales forman sus tributarios o afluentes, esto en función de la diversidad de rocas que afloran, presenta una corriente principal intermitente denominada Arroyo Grande que fluye hacia la parte más baja, las corrientes intermitentes adoptan por la morfología del relieve un tipo de drenaje denominado dendrítico, controlado de manera general por la estructura del subsuelo, todos presentan un escurrimiento con rumbo general SE-NW, el patrón de drenaje está en función de la litología con baja permeabilidad, pendientes de media a alta, con sedimentos sueltos con superficie homogénea como arena y arcilla poco resistente a la erosión.

Por otra parte, el proyecto se localiza en parte alta de la Subcuenca Río Sinaloa, que forma parte de la cuenca hidrográfica Río Sinaloa, que corresponde a sistemas de pie de monte, lomerío y cañadas, con una energía del relieve media a alta, se observa una integración de la red de drenaje con órdenes bajos, esto es corrientes de primer, segundo, tercer, cuarto y quinto orden.

Las redes de drenaje pueden ser modeladas o representadas como árboles, los cuales están conformados por un conjunto de nodos conectados uno a otros por segmentos de recta o de manera cada nodo tiene solo una ruta hacia la salidad. Los nodos que se conectan a un solo segmento son llamados fuentes y los que conectan a más de uno son llamados uniones. Además, los segmentos que se conectan a una fuente y a una unión se les denomina tramos exteriores o externos y a aquellos que se conectan a dos uniones se les denomina tramos interiores o internos.

Presentamos la Hidrología que arroja la consulta del SIGEIA.

Tabla IV.18.- Hidrología que se presenta en el SIGEIA del Sistema Ambiental, área de influencia y del área de CUSTF.

ID	Tipo	Nombre del río	Clasificación	Longitud del río (m)
SISTEMA AMBIENTA				
1	Arroyos y de corrientes intermitentes		Corriente intermitente	4508
2	Ríos y límites de corrientes perenes	Río Tosibuena	Corriente perenne	257.68
3	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Carricito	Corriente intermitente	4594.36
4	Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Taste	Corriente perenne	5359.31
5	Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Taste	Corriente perenne	3846.57
6	Ríos y límites de corrientes perenes	Río Tosibuena	Corriente perenne	2544.48
7	Arroyos y de corrientes intermitentes		Corriente intermitente	5812.22
8	Ríos y límites de corrientes perenes	Río Tosibuena	Corriente perenne	762.31
9	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. del Rosario	Corriente intermitente	8364.78
10	Arroyos y de corrientes intermitentes		Corriente intermitente	2480.88
11	Ríos y límites de corrientes perenes	Río Tosibuena	Corriente perenne	1277.35
12	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. del Rosario	Corriente intermitente	785.29
13	Arroyos y de corrientes intermitentes		Corriente intermitente	5812.22
14	Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Taste	Corriente perenne	3846.57
15	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. del Rosario	Corriente intermitente	785.29
ÁREA DE INFLUENCIA				
1	Arroyos y de corrientes		Corriente	5812.22

ID	Tipo	Nombre del río	Clasificación	Longitud del río (m)
	intermitentes		intermitente	
2	Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Taste	Corriente perenne	3846.57
3	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. del Rosario	Corriente intermitente	785.29
4	Arroyos y de corrientes intermitentes	A. del Rosario	Corriente intermitente	8364.78

Se considera que la Microcuenca o el Sistema Ambiental para el caso, tiene una única salida o punto de desagüe. Los puntos en los que se unen dos segmentos de canal son los nudos internos; Los nudos externos son aquellos a partir de los cuales se origina un segmento de canal (es decir, la cabecera de todos los tributarios de la Microcuenca o Sistema Ambiental);

Según Strahler una corriente puede tener uno o más segmentos. Un canal es una unión arbitraria de segmentos. Strahler ordena las corrientes de acuerdo con los siguientes criterios:

1.- Los segmentos que se originan en un nudo externo son definidos como tramos de primer orden. Los segmentos que están unidos a una fuente (los que no tienen tributarios), son definidos como de primer orden.

2.- Cuando dos segmentos del mismo orden, i , se unen en un nudo interior dan lugar a un segmento de orden superior, 2 aguas abajo. Cuando se unen dos corrientes de orden 2 crean una corriente de orden 3 .

3.- Cuando se unen dos tramos de distinto orden en un nudo interior dan lugar a un tramo que conserva el mayor de los órdenes. Cuando se unen dos tramos de distinto orden el orden del segmento resultante es el máximo orden de los segmentos que la preceden. Cuando a una corriente se le une otra de menor orden, la primera continúa y conserva su número de orden.

4.- El orden de la Cuenca o Sistema Ambiental, ω , es el de la corriente de mayor orden.

Tabla IV.19.- Orden de corrientes.

Orden	Longitud (km) RH10Ea	Porcentaje (%)
Primer	51.694846	43.22
Segundo	34.788004	29.08
Tercer	22.940479	19.18
Cuarto	1.285214	1.07
Quinto	8.903683	7.44
TOTAL	119.612226	100.00

Dominando con un 43.22% (51.6948 Km) las corrientes de primer orden, seguida las de segundo orden, con una longitud del Sistema Ambiental de 119.6122 Km.

Análisis Morfométrico del Sistema Ambiental

La morfometría, son las características físicas (geología, clima, topografía, suelo, cobertura vegetal) de la red de drenaje de una cuenca hidrográfica y representan un condicionante para la ocurrencia del flujo de agua en los drenajes naturales que se localizan en ella.

El análisis morfométrico permite interpretar y predecir los comportamientos hidrológicos y de torrenciales de una cuenca hidrográfica; este análisis es realizado mediante la obtención de índices morfométricos, a partir de la forma de la cuenca, red de drenaje y relieve.

El cálculo de los parámetros morfométricos se realizó con el ArcGIS Pro.

Tabla IV.21.- Propiedades morfométricas de una cuenca

Parámetros generales	<ul style="list-style-type: none">- Área de la cuenca- Perímetro de la cuenca- Desnivel altitudinal- Centroides: X, Y, Z
Parámetros de forma	<ul style="list-style-type: none">- Índice de Compacidad (Gravelius)
Parámetros de relieve	<ul style="list-style-type: none">- Curva hipsométrica- Altitud media- Pendiente promedio de la cuenca- Pendiente promedio de la red hídrica- Pendiente promedio del cauce principal
Parámetros de la red hídrica	<ul style="list-style-type: none">- Longitud del cauce principal- Orden de la red hídrica- Longitud de cada orden de la red hídrica- Longitud de la red hídrica

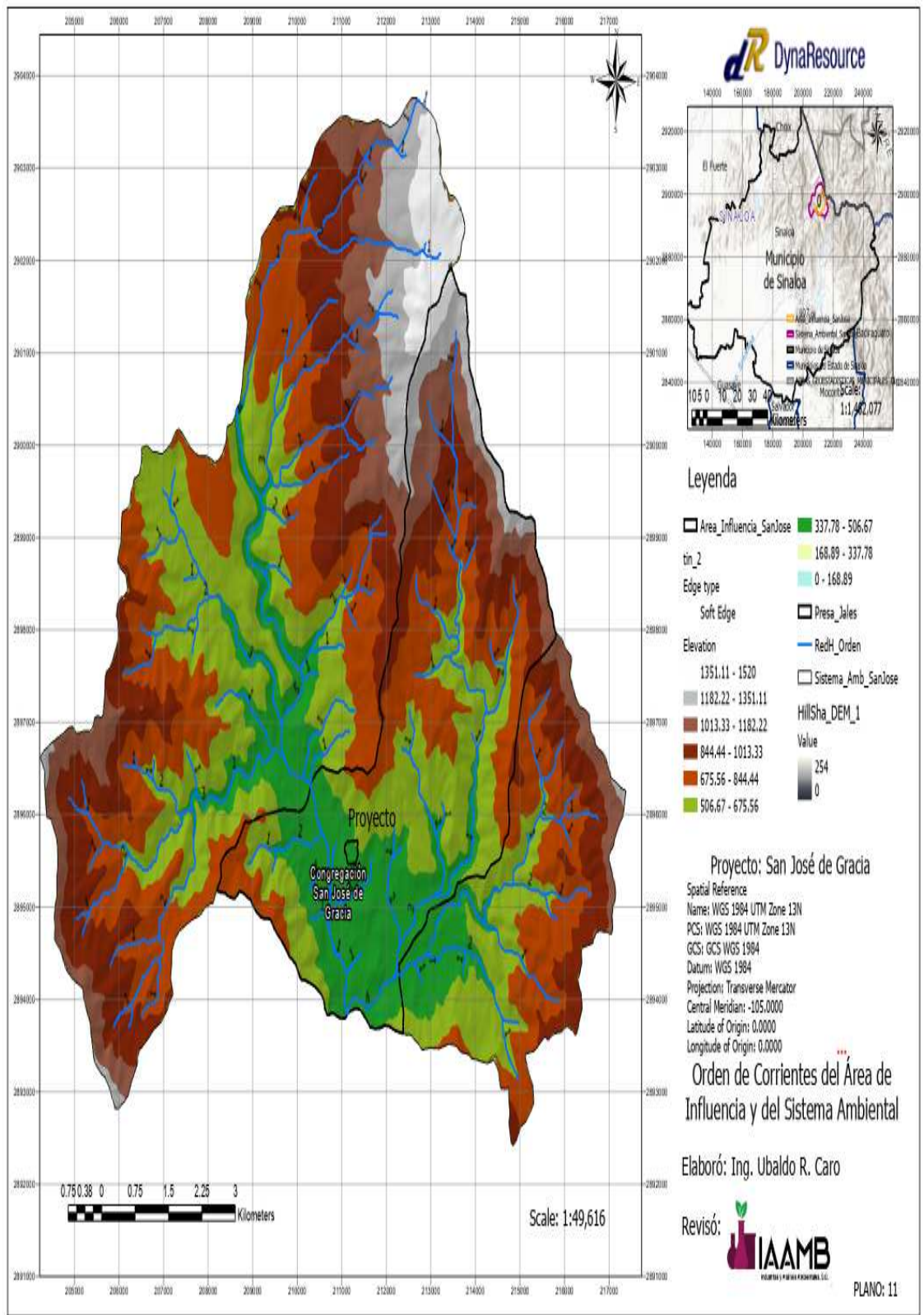


Figura IV.13.- Orden de las Corrientes presentes en el Sistema Ambiental y del Área de Influencia. Fuente, Red Hidrográfica, INEGI. Esc. 1:50 000, proceso con el ArcGis Pro.

Cauce principal del Sistema Ambiental y del Área de influencia. Mediante herramientas del ArcGIS Pro se determinó un cauce principal denominado Arroyo Grande en el Sistema Ambiental, como se muestra en la figura.

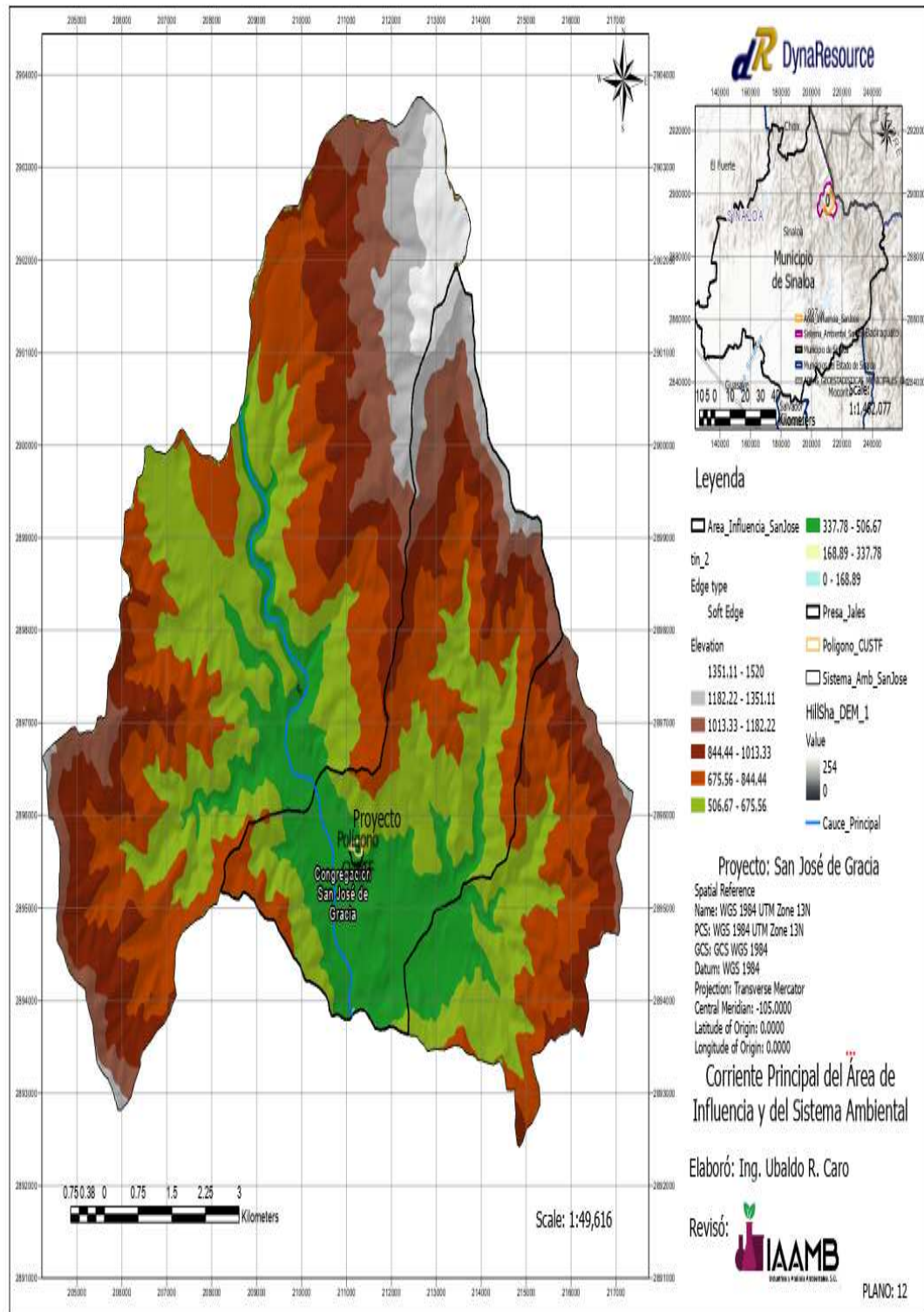


Figura IV.14.- Cauce Principal presente en el Sistema Ambiental y del Área de Influencia. Fuente, Red Hidrográfica, INEGI. Esc. 1:50 000, proceso con el ArcGis Pro.

Parámetros geomorfológicos del Sistema Ambiental, se realizó el proceso con el ARCGIS PRO, quedando como se presentan en la tabla siguiente:

Tabla IV.22.- Parámetros geomorfológicos del Sistema Ambiental.

Parámetro	Unidades	Valor
Área	km ²	82.4437
Perímetro	km	57.443
Cota máxima	msnm	1368
Cota mínima	msnm	18
Desnivel altitudinal	m	1350
Centroide X	m	211014.73
Centroide Y	m	2897598.4
Centroide Z	m	769.4437
Índice de Compacidad	Un	1.78
Altura Media	m	693.00
Altura más frecuente	m	355.50
Pendiente media de la cuenca	%	39.99
Pendiente media de la red hídrica	%	20.72
Longitud cauce principal	km	12.987
Longitud orden 1	km	51.69
Longitud orden 2	km	34.79
Longitud orden 3	km	22.94
Longitud orden 4	km	1.29
Longitud orden 5	km	8.90
Longitud red hídrica	km	119.61
Densidad de drenaje	km/km ²	1.45
Densidad de corrientes		2.33

Factor de Forma

Este factor es uno de los más utilizados para medir la forma de la cuenca, fue desarrollado por Horton y es expresado mediante la siguiente ecuación:

$$K_f = A/L^2$$

Donde:

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud axial de la corriente (km).

Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a eventos torrenciales que una cuenca con el mismo tamaño, pero con un factor de forma mayor. El máximo valor de este parámetro corresponde a 0.697, para una cuenca ensanchada y su valor se va acercando a cero a medida que la cuenca se torna alargada (Londoño, 2001).

Tabla IV.23.- Valores interpretativos del factor forma

Valores aproximados	Forma de la Cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 – 0.30	Alargada
0.30 – 0.37	Ligeramente alargada
0.37 – 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 – 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 – 0.80	Ensanchada

0.80 – 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Que para el Sistema Ambiental en estudio corresponde a un valor de 0.697, con una forma de la cuenca de Ensanchada.

Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius.

Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius: es el índice de compacidad Gravelius (C_g) se utiliza para estimar la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca (longitud que abarca desde la salida hasta el punto topográficamente más alejado de ésta) ya que relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de una cuenca teórica circular de igual área.

La fórmula está dada por:

$$C_g = \frac{P}{2\sqrt{A}}$$

Donde:

C_g = Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Tabla IV.24.- Formas de las cuencas

Clase forma	Índice de compacidad (Cc)	Forma de la cuenca
Clase I	1.00 – 1.25	Casi redonda a oval-redonda
Clase II	1.26 – 1.50	Oval-redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 > 2.00	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

De la microcuenca que compone el Sistema Ambiental, presenta una Clase III de forma Oval-oblonga a rectangular-oblonga, esta es la que presenta un comportamiento de las avenidas más lento, esto es complementado con el tiempo de concentración en donde este es menor cuando la forma de la cuenca es más circular, las cuencas ensanchadas poseen mayor susceptibilidad a genera crecidas, debido a que el tiempo de recorrido del agua a través de la cuenca es mucho más corto que en cuencas alargadas.

Pendiente media del cauce principal.

Con este parámetro se obtiene la pendiente media del río y su potencial para erosionar. Se expresa con la letra i , y se calcula con la fórmula siguiente:

$$i = \frac{H_{mx} - H_{min}}{L_c} * 100$$

Donde:

i = pendiente media del cauce principal (%)

H_{mx} = altura máxima del afluente principal

H_{min} = altura mínima del afluente principal

Lc = Longitud del cauce

Dependiendo de la media del cauce principal, la cuenca se clasifica según el propuesto por Saavedra.

Tabla IV.25.- Tipo de terreno de acuerdo a la pendiente.

Pendiente (%)	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Ladera
15	Accidentado
25	Fuertemente accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

El tipo de terreno de acuerdo a la pendiente de **Accidentado**.

Densidad de drenaje.

Densidad de drenaje es la relación entre la longitud total de los cauces de agua pertenecientes a una red y el área total de la microcuenca. Definida para una cuenca como la longitud media de curso por unidad de superficie, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$D_d = A/L_t = D = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

D_d = densidad de drenaje

$\sum L$ = suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km)

A = superficie de la cuenca (km²)

Tabla IV.26.- Niveles de densidad de drenaje.

Densidad de drenaje (km/km²)	Categoría
< 1	Baja (pobres)
1 - 2	Moderada
2 - 3	Alta
>3	Muy alta (bien drenadas)

En el Sistema Ambiental presenta un nivel de densidad de drenaje Moderada (Densidad 1.45).

Este índice permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimiento indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión. La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca.

Se considera que valores de densidad de drenaje alrededor de 0.5 km/km² indica cuencas con drenaje pobre, mientras que valores mayores de 3 km/km² indican cuenca bien drenadas.

Tiempo de concentración

También denominado tiempo de respuesta o de equilibrio, Llamas (1993) lo define como el tiempo que tarda la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta el punto de descarga o desembocadura del drenaje principal. Para su cálculo se tienen en cuenta diferentes metodologías, para el dato final se tendrá en cuenta el promedio de estos.

Para el cálculo del tiempo de concentración que define la intensidad de diseño, se empleará la siguiente ecuación descrita en diversos manuales y guías hidrológicas.

$$T_c = 0,06628 \cdot \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Ecuación de Kirpick

Donde:

Tc = Tiempo de concentración, en horas (h)

L = Longitud del cauce principal, en kilómetros (km)

S = Pendiente entre elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metros (m/m).

Tabla IV.27.- Tiempo de concentración del Cauce principal

Parámetro	Tiempo horas
Tiempo de concentración (Tc):	0.182
$T_c = 0.06628 (L/S^{0.5})^{0.77}$	
L = Longitud del Cauce Principal	
S = Pendiente entre elevaciones máxima y mínima	

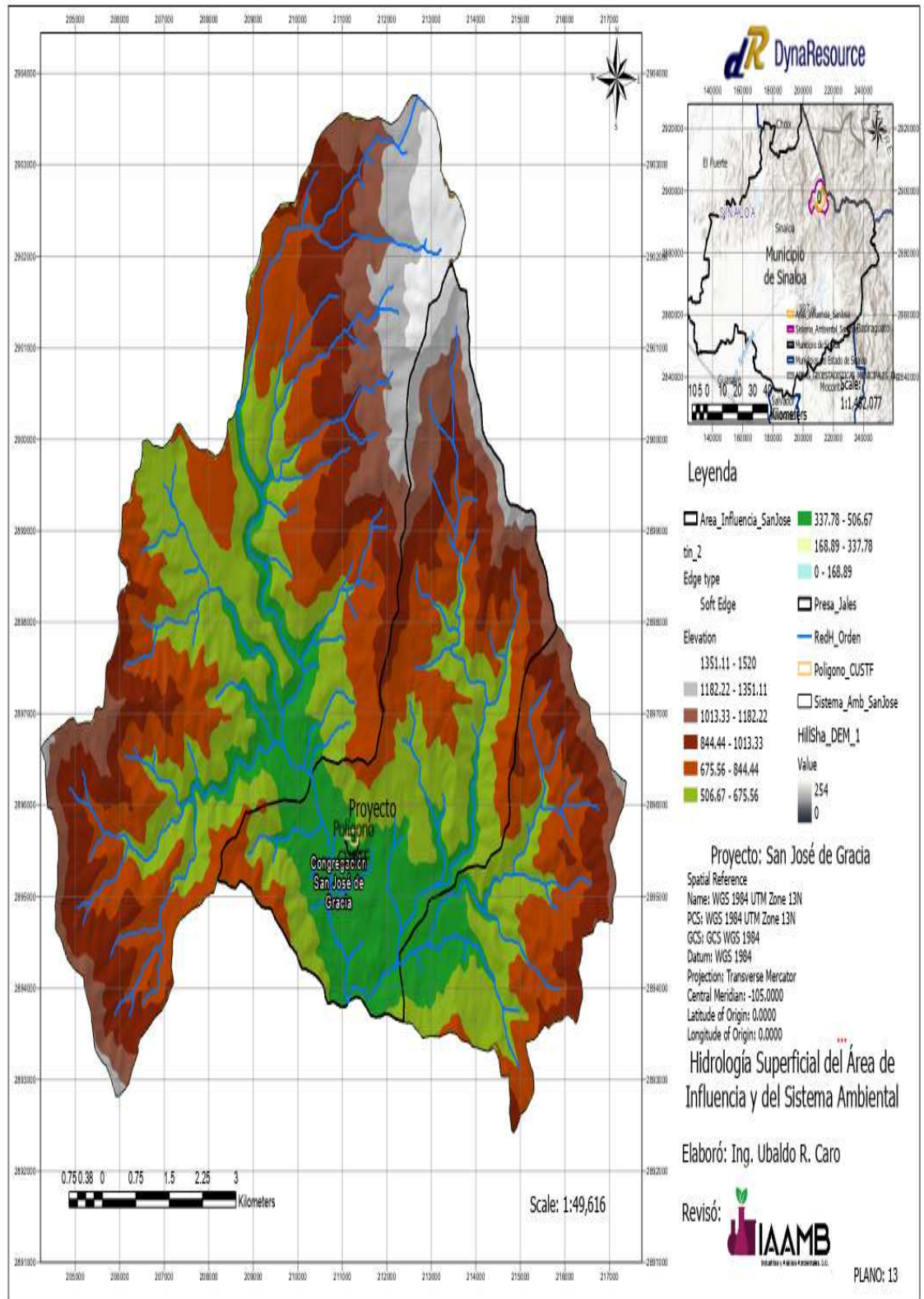


Figura IV.15.- Hidrología del SA Fuente, Red Hidrográfica, INEGI. Esc. 1:50 000, proceso con el ArcGIS Pro.

La curva hipsométrica, es una curva que representa el porcentaje de área que existe en la cuenca por encima de un valor de cota determinado. Sirven para definir características

fisiográficas de las cuencas hidrográficas y representa las características topográficas de la cuenca en estudio.

La función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación.

Es posible convertir la curva hipsométrica en función adimensional usando en lugar de valores totales en los ejes, valores relativos: dividiendo la altura y el área por sus respectivos valores máximos.

Tabla IV.28.- Cuadro de áreas entre Curvas de Nivel. Fuente: DEM del INEGI y procesado con ARCGIS PRO.

N° Orden	Cota (msnm)			Area (km ²)			
	Mínimo	Máximo	Altura Promedio	Área entre intervalos	Acumulado	% Acum	% Área entre curvas
1	18.0	153.0	85.50	0.0390	82.44	100.00	0.05
2	153.0	288.0	220.50	0.0530	82.40	99.95	0.06
3	288.0	423.0	355.50	8.0774	82.35	99.89	9.80
4	423.0	558.0	490.50	16.9965	74.27	90.09	20.62
5	558.0	693.0	625.50	19.7837	57.27	69.47	24.00
6	693.0	828.0	760.50	16.6007	37.49	45.48	20.14
7	828.0	963.0	895.50	10.2960	20.89	25.34	12.49
8	963.0	1098.0	1030.50	5.5744	10.59	12.85	6.76
9	1098.0	1233.0	1165.50	3.2220	5.02	6.09	3.91
10	1233.0	1368.0	1300.50	1.7978	1.80	2.18	2.18
Total			693.00	82.44	454.53		

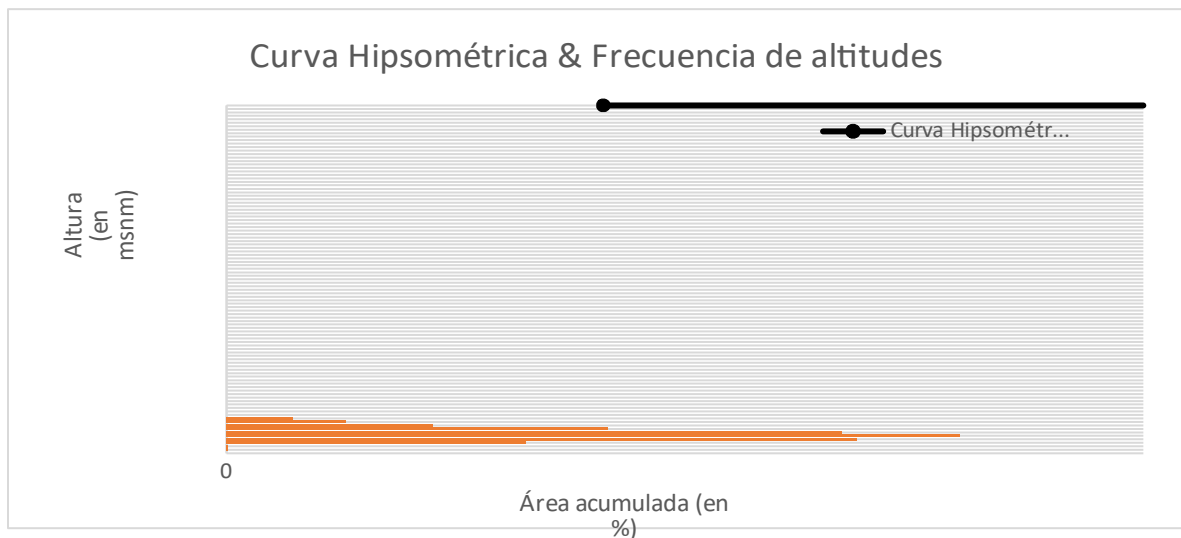


Figura IV.16.- Curva Hipsométrica, Fuente: DEM del INEGI y procesado por ARCGIS PRO.

Las curvas hipsométricas también han sido asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas.

La curva hipsométrica presenta las corrientes tienen gradientes considerables, y el Sistema Ambiental, se ubica en una región que se encuentra en una etapa juvenil del ciclo geomorfológico.

Densidad de corrientes

Una de las particularidades fisiográficas más importantes es la relacionada con la red de drenaje y tipo o patrón que forma, la cual está integralmente relacionada con los tipos de suelos, cobertura vegetal y la pendiente.

Expresada en la fórmula siguiente:

$$D_c = L / A \text{ en (km/km}^2\text{)}$$

L = Longitud total de corrientes de agua (km)

A = Superficie de la cuenca en km².

Tabla IV.29.- Densidad de corrientes.

Concepto	Índice
Relación hipsométrica (R _n):	2.33
D _c = L / A	
L = Longitud total de corrientes de agua en km	
A = Superficie de la cuenca en km ²	

Este parámetro demuestra la dinámica de la cuenca, la dinámica de la red de drenaje, el tipo de escorrentía en superficie y la respuesta de la corriente a la precipitación, sus valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.30.- Valores de densidad de drenajes.

Rangos de Densidad	Clases
0.1 – 1.8	Baja
1.8 – 3.6	Moderada
3.6 – 5.6	Alta

Lo que indica que la densidad de drenaje que se presenta en el Sistema Ambiental es Moderada. Por otra parte, el proyecto se localiza en la parte Media del Sistema Ambiental, que corresponde al sistema de topofomas de Sierra alta con cañones, en donde se observa una integración de la red de drenaje con órdenes Bajos hasta Medios, esto es corrientes de primer, hasta el quinto orden. Estas zonas se consideran como aptas para el almacenamiento hídrico.

En cuanto al tipo de cauce tenemos perennes e intermitentes, con más de 362.52 km de longitud, predominando los cuaces de tipo intermitente o temporales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.31.- Longitud por tipo de cauce.

Tipo de cauce	Longitud (km)	Porcentaje (%)
Intermitente	119.61	100.00
Perennes	0.0	0.0
Total	119.61	100.00

Se identifican escurrimientos intermitentes y efimeros de primer hasta el quinto orden. Son cursos de agua con cauce con caudal no es permanente, ya que solo se mantiene durante las horas que duran las precipitaciones (junio-septiembre para el SA).

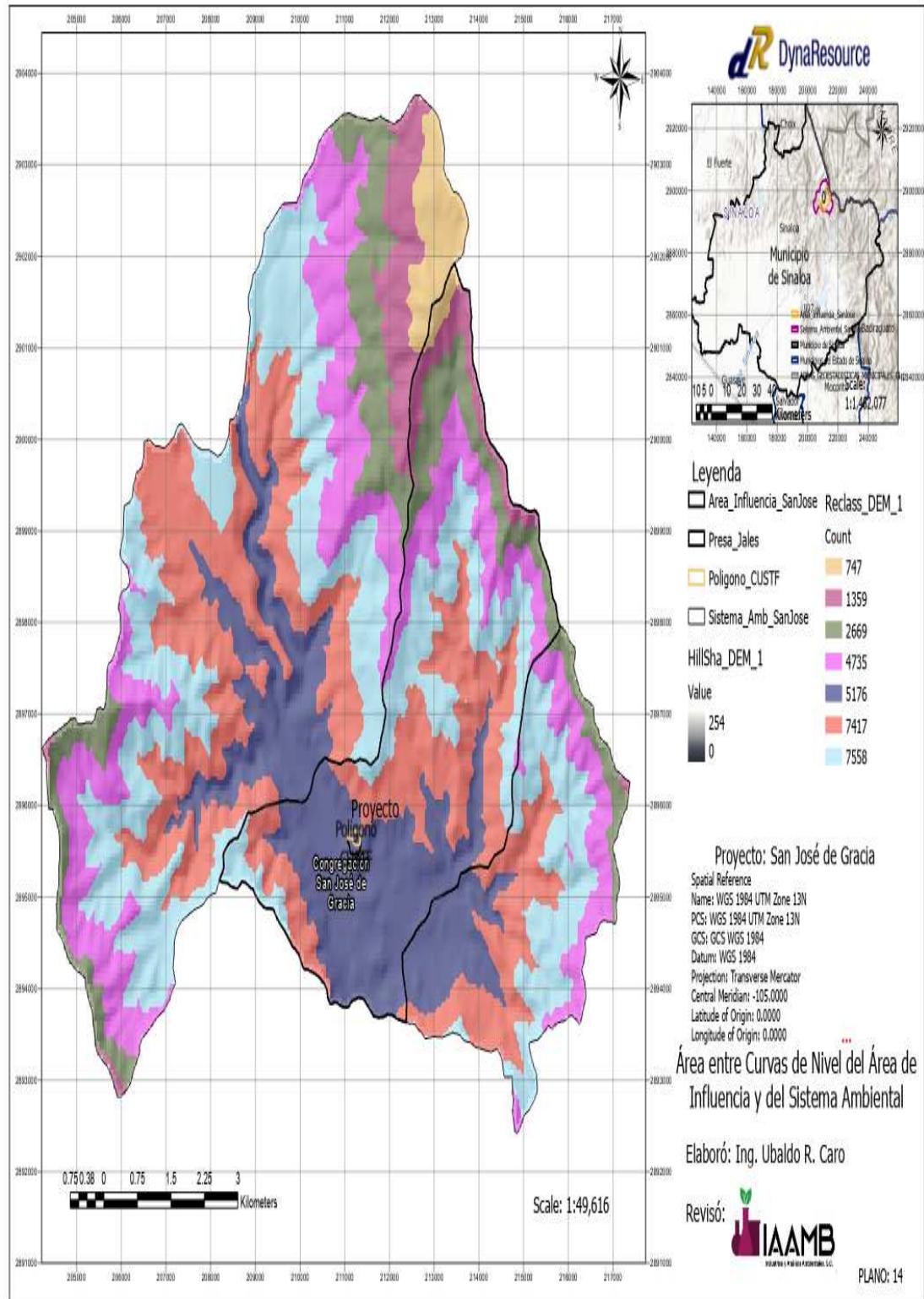
Por otra parte, el proyecto se localiza en la parte media del Sistema Ambiental, que corresponde al sistema de topofomas de Sierra alta con cañones, en donde se observa una integración de la red de drenaje con órdenes de bajos hasta Medios, esto es corrientes de primer, hasta el quinto orden. Estas zonas no se consideran como aptas para el almacenamiento hídrico.

En cuanto al tipo de cauce tenemos perennes e intermitentes, con más de 362.52 km de longitud, predominando los cuaces de tipo intermitente o temporales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.32.- Longitud por tipo de cauce.

Tipo de cauce	Longitud (km)	Porcentaje (%)
Intermitente	119.61	100.00
Perennes	0.0	0.0
Total	119.61	100.00

Se identifican escurrimientos intermitentes y efimeros de primer hasta el quinto orden. Son cursos de agua con cauce con caudal no es permanente, ya que solo se mantiene durante las horas que duran las precipitaciones (junio-septiembre para el SA).



IV.2.2.1.7. Hidrología subterránea

De acuerdo con La Ley de Aguas Nacionales (2013) se define que el acuífero es: cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. Se considera al río Sinaloa en su mayor parte de su superficie no rige ningún decreto de veda, que se localiza en una cuenca hidrográfica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo proviene de la Sierra Madre Occidental la cual se considera la zona de recarga hacia el Golfo de California.

De acuerdo a la clasificación fisiográfica del INEGI, el área que cubre el acuífero Río Sinaloa se encuentra ubicado en dos Provincias Fisiográficas, la porción centro-oriente se ubica en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental; la región suroccidental pertenece a la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Pacífico.

Dentro del Sistema Ambiental se encuentra un tipo de unidad geohidrológica, Material consolidado con posibilidades bajas.

En la mayor parte de su superficie no rige ningún decreto de veda. La porción no vedada del acuífero Río Sinaloa, clave 2502, se encuentra sujeta a las disposiciones del “Acuerdo General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el DOF el 5 de abril de 2013, a través del cual en dicha porción del acuífero, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

El tipo de acuífero. Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de **tipo libre, heterogéneo y anisótropo**, se encuentra constituido, en su porción superior, por los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, litorales, eólicos lacustres, que constituyen el lecho y llanura de inundación del Río Sinaloa y la planicie costera, así como en los conglomerados; cuyo espesor conjunto es de varios cientos de metros en la porción central de la planicie. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento ⁴.

El acuífero Río Sinaloa, limita al norte, noreste y oeste con el acuífero Río Fuerte; al sureste con el acuífero Río Culiacán y al sur con Río Mocorito, todos ellos en el Estado de Sinaloa, al suroeste su límite es el Golfo de California.

4 CONAGUA, Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Río Sinaloa (2502), estado de Sinaloa. Diciembre 2020.

Tabla IV.33.- Datos disponibles del acuífero río Sinaloa

Acuífero (2502) río Sinaloa	
Tipo de acuífero	Abierto
Permeabilidad	Media-Alta
Fuente de recarga	Infiltración de precipitación
Disponibilidad	
Recarga total media anual (R)	448.6 hm ³ /año
Descarga natural comprometida (DNC)	141.3 hm ³ /año
Volumen de extracción de agua subterránea (VEAS)	299.06812 hm ³ /año
Disponibilidad de aguas subterráneas (DMA)	8.23188 hm ³ /año
Recarga vertical (Rv)	35.1 hm ³ /año
Recarga inducida (Ri)	238.3 hm ³ /año
Extracción por Bombeo (B)	242.4 hm ³ /año
Salida Flujo subterráneo horizontal (Sh)	28.9 hm ³ /año
Evapotranspiración (ETR)	149.8 hm ³ /año
Cambio de almacenamiento (VS)	17.5 hm ³ /año

1. Fuente: CONAGUA Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sinaloa (2502) Estado de Sinaloa., Publicado en el Diario Oficial de la Federación Diciembre 2020.

Disponibilidad Media anual de agua subterránea = Recarga total media anual – Descarga natural comprometida – Volumen de aguas Subterráneas

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos, llevado a cabo como parte del estudio realizado en el año 2010, se registraron un total de 733 obras que aprovechan el agua subterránea, de las cuales 618 fueron pozos, 113 norias, 1 galería filtrante y 1 jagüey; del total de obras 637 están activas y 96 inactivas.

IV.2.2.1.8. Balance hídrico

El concepto de balance en hidrología, hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables a diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

El ciclo hidrológico, es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua en la tierra, el cual se define como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y volver a la atmósfera: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y evaporación.

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, se debe a dos causas, la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

Cálculo del balance hídrico.

En base a la publicación del Modelo Analítico para Determinar la Infiltración con base en la Lluvia Mensual, Gunther Schosinky & Marcelino Losilla. Universidad de Costa Rica, San José. 1999, indica que, de la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otra escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrando. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar; es la interceptada por el follaje de las plantas. Por lo que se tomará como base para realizar el Balance Hídrico del proyecto.

Intercepción del follaje

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, en depresiones superficiales, la hojarasca que esta sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)⁵.

Se estima que, en cada aguacero, el follaje, venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler,1957). En otras palabras, se puede asumir que el mismo porcentaje de lluvia mensual, es interceptado sin llegar al suelo. Linsley et al. (1958) mencionan que la lluvia anual interceptada en un bosque bien formado varía entre 10% y 20%. Por lo que, asumiremos una retención del 12% para todos los casos.

Calculando la intercepción para el área del Sistema Ambiental nos da el siguiente resultado, por el tipo de uso de suelo y vegetación, presente en el área del Sistema Ambientetal.

Tabla IV.33.- Intercepción de lluvia según el tipo de vegetación en el Sistema Ambiental

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN (m3)	COBERTUR A (%)	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN (%)	INTERCEPCIÓN DE LA LLUVIA (m3/año)
Agricultura de Temporal Anual	3,527,467.085	50.000	6.000	105,824.013
Bosque de Encino	17,151,966.149	70.000	8.400	1,008,535.610
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	3,537,487.479	70.000	8.400	208,004.264
Pastizal Inducido	2,056,392.292	60.000	7.200	88,836.147
Selva Baja Caducifolia	22,284,180.741	80.000	9.600	1,711,425.081
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	22,756,345.627	80.000	9.600	1,747,687.344
Total	71,313,839.373	29.286	3.514	4,870,312.458

Lo que nos da como resultado es una intercepción en el área del Sistema Ambiental de 4,870,312.458 m³/año, que representa el 6.829% del total (71,313,839.373 m³/año).

5 Jiménez, O.F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Pp 1-7.

Escurrecimiento medio

El escurrecimiento superficial se determina a través del método de curvas numéricas, del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) de los Estados Unidos y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004.

Para el método SCS-CN, representa el coeficiente de escurrecimiento medio (Q) mediante cantidad de precipitación y retención máxima potencial (S), utilizando valores de curvas numéricas. Donde las curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, usos de suelos, con su tratamiento mecánico y condición de humedad antecedente (no considerada en el trabajo). Las fórmulas para obtener Q y S se indican a continuación:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

donde:

Q = escurrecimiento medio por evento (mm).

P = precipitación efectiva por evento (mm).

S = retención máxima potencial (mm).

La condición para aplicar la fórmula es que $Q > 0$ cuando $P > 0.2S$, de lo contrario $Q = 0$ y por lo tanto, ya que si no se cumple esto, la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no se escurre.

La retención máxima potencial se obtiene mediante curvas numéricas, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S = Potencial máximo de retención de humedad.

CN = curva numérica (adimensional).

25400 y 254 = Constantes.

La obtención del valor de curva numérica para cada condición o factores, se utilizó el valor de S en la anterior ecuación:

Factores:

- a) Suelo.- El suelo es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrecimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración. El método SCS-CN toma en cuenta la clase de textura de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases (Tabla IV.25. Grupo de suelos en función de tipo y uso del suelo).

Tabla IV.34.- Grupo hidrológicos del suelo utilizados en el modelo de CN.

GRUPO DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
A	Arenas, tierras arenosas o tierras de arena. Suelos con bajo potencial de escurrecimiento y altas tasa de infiltración aún, cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en arenas o gravas profundas bien drenadas y tienen una alta transmisión de agua. Infiltración básico 8-12 mm/h.
B	Marga de cienos o margas. Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están completamente húmedos y consistentes de suelos moderadamente profundos a profundos, de moderadamente bien a bien drenados con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajosos, arenosos ligeros y migajones limosos. Infiltración básica 4-8 mm/h.
C	Margas de arenas arcillosas. Suelos con tasa de infiltración baja cuando están fuertemente húmedos y consisten principalmente de suelos con una capa que impide el movimiento del agua hacia abajo y suelos con estructura de fina a moderadamente finas. Moderadamente alto potencial de escurrecimiento.

	Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/h.
D	Margas arcillosas, margas arcillosas encenagadas, arenas arcillosas encenagadas. Suelos con tasas muy baja de infiltración cuando están completamente húmedos y consisten principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de inflamamiento, suelos con capa de agua superior, suelos con una cubierta arcillosa cerca o en la superficie y suelos someros sobre material impermeable. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm/h.

- b) Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno. Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlos de acuerdo con el uso del terreno (Tabla IV.36. Clases de cobertura vegetal).

Tabla IV.35.- Clases de cobertura vegetal

Clase de Cobertura Vegetal	
Buena	> de 75%
Regular	50-75%
Mala	> de 50%

Tabla IV.36.- Vegetación y condición hidrológica.

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

- c) Uso del suelo. El uso del suelo es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por lo tanto, se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se compone la tabla para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula (Tabla IV. 38. Curva numérica CN para cada uso de suelo y vegetación).

Tabla IV.37.- CN para cada uso de suelo y vegetación.

COBERTURA			GRUPO DE SUELOS			
USO DEL SUELO	TRATAMIENTO O PRÁCTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	A	B	C	D
			CURVA NUMÉRICA			
Suelo en descanso	Surcos rectos	----- ¹⁾	77	86	91	94
Cultivo de escarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	65	75	82	86
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	69	78	83
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	9	86	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curvas a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curvas a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curvas a nivel	Buena	6	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Caminos de tierra		Buena	72	82	87	89
Caminos pavimentados			74	84	90	92

1) No se menciona condición hidrológica para suelos en descanso

Tabla IV.38.- PONDERACIÓN DEL CN POR TIPO VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	% EN EL SISTEMA AMBIENTAL	CN PONDERADO/TIPO DE VEGETACIÓN
TAP	Agricultura de Temporal Anual	4.95	78
BQ	Bosque de Encino	24.05	73
VSa/BQ	Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	4.96	77
PI	Pastizal Inducido	2.88	79
SBC	Selva Baja Caducifolia	31.25	70
VSa/SBC	Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	31.91	70

Precipitación media anual mm = 865.0 = (0.8650 m)

Una vez seleccionado el valor de la curva numérica, de la tabla anterior, lo aplicamos a la fórmula para determinar la retención máxima, sustituyendo en la fórmula:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = (25400/73)-254$$

Donde:

- S = Retención máxima potencial de humedad (mm).
- CN = Curvas numéricas o valor obtenido (adimensional).
- 25400 y 254 = Constantes.

La retención máxima potencial, expresada el gasto medio en lámina de escurrimiento que se presenta en el área del Sistema Ambiental, para una tormenta en particular (se consideró la máxima precipitación del mes más lluvioso), y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$Q = ((P-0.2S)^2 / (P+0.8S))$$

Donde:

- Q = Escurrimiento medio en mm.
- P = Precipitación en mm (para una tormenta en particular).
- S = Potencial máximo de retención de humedad en mm.
- 0.2 y 0.8 = Constantes

Tabla IV.39.- Determinación de los coeficientes parciales para el área del Sistema Ambiental

Tipo de Vegetación	pp promedio máxima mensual (mm)	Curva Numérica CN	Retención máxima potencial (S)	Gasto medio escurrido	Coefficiente de escurrimiento
Agricultura de Temporal Anual	422.3	535.2	78	71.64	457.89
Bosque de Encino	422.3	535.2	73	93.95	436.93
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	422.3	535.2	77	75.87	453.82
Pastizal Inducido	422.3	535.2	79	67.52	461.91
Selva Baja Caducifolia	422.3	535.2	70	108.86	423.61
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	422.3	535.2	70	108.86	423.61

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m³ multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla IV.40.- Escurrimiento medio en m³ por tipo de vegetación en el Sistema Ambiental

Nº	TIPO DE USO DE SUELO	ÁREA (Ha)	PRECIPITACIÓN (m ³ /año)	COEFICIENTE PONDERADO DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO MEDIO (m ³ /año)
1	Agricultura de Temporal Anual	407.7997	3527467.08	0.856	3017941.350
2	Bosque de Encino	1982.8863	17151966.15	0.816	14002493.216
3	Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	408.9581	3537487.48	0.848	2999565.383
4	Pastizal Inducido	237.7332	2056392.29	0.863	1774807.598
5	Selva Baja Caducifolia	2576.2059	22284180.74	0.792	17638059.444
6	Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	2630.7914	22756345.63	0.792	18011780.714
	TOTAL	8,244.3745	71,313,839.373	--	57,444,647.705

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total dentro del área del Sistema Ambiental es de **57,444,647.705 m³** lo que representa un **80.55%** del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la infiltración

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otro escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrándose. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, en el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas (1972), metodología utilizada en el artículo científico denominado Modelo analítico para determinar la infiltración con base en lluvia mensual, por Schosinsky & Losilla (1999), que propone la siguiente ecuación:

$$C = (K_p + K_v + K_{fc})$$

Donde:

C = Coeficiente de infiltración.

K_p = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.

K_v = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.

K_{fc} = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo.

Las variables arriba señaladas pueden tomar los valores que se señalan en la Tabla IV.33. valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.

Tabla IV.41. valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.

Valores para la variable k_{fc} fracción que infiltra por textura del suelo	
0.10	Arcilla compacta impermeable
0.15	Combinación de limo y arcilla
0.20	Suelo limo arenoso no muy compacto
Valores para la variable k_p fracción que infiltra por efecto de la pendiente	
0.30	0.02% a 0.06%
0.20	0.3% a 0.4%
0.15	1% a 2%
0.10	2% a 7%
0.06	> 7%
Valores de la variable k_v fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbácea (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más de 75%)

Fuente: Schosinsky & Losilla (1999)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - K_i) C P$$

$$C = (K_p + K_v + K_{fc})$$

$$I = 0,88 C P$$

Donde:

C = Coeficiente de infiltración

I = Infiltración

K_i = Intercepción por el follaje

P = Precipitación media anual.

Así que, considerando los valores propuestos anteriores y las variables de las condiciones actuales.

Entonces calculamos la infiltración considerando que la precipitación media anual es de 865.00 mm para cada tipo de vegetación presente en el área del Sistema Ambiental.

Tabla IV.42.- Valores de K en función del tipo de vegetación para el SA.

TIPO DE VEGETACIÓN	kfc	TEXTURA	Kp	PENDIENTE	Kv	C	Área (Ha)
Agricultura de Temporal Anual	0.150	Media	0.060	>7	0.100	0.310	407.7997
Bosque de Encino	0.150	Media	0.060	>7	0.200	0.410	1,982.8863
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	0.100	Media	0.060	>7	0.200	0.360	408.9581
Pastizal Inducido	0.150	Gruesa	0.060	>7	0.180	0.390	237.7332
Selva Baja Caducifolia	0.150	Media	0.060	>7	0.200	0.410	2,576.2059
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	0.150	Gruesa	0.060	>7	0.200	0.410	2,630.7914

Tabla IV.43.- Infiltración para cada tipo de vegetación en el Sistema Ambiental.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m ²)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m ³)	Expresado en m ³ /ha/año
Agricultura de Temporal Anual	235.972	4,077,997	962,293.021	2,359.720
Bosque de Encino	312.092	19,828,863	6,188,429.387	3,120.920
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	274.032	4,089,581	1,120,676.033	2,740.320
Pastizal Inducido	296.868	2,377,332	705,753.835	2,968.680
Selva Baja Caducifolia	312.092	25,762,059	8,040,132.411	3,120.920
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	312.092	26,307,914	8,210,489.502	3,120.920
TOTAL	1,743.148	82,443,745	25,227,774.189	17,431.480

La Cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de **25,227,774.189 m³/año**, para el Sistema Ambiental, que representa el **35.376%** del total.

Evapotranspiración (ERT)

Es el proceso que representa la mayor pérdida de agua en el área de estudio, por efecto de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas. Para su cálculo se aplicó la fórmula de Thornthwaite (1948), modificada por Llorente (1969), luego para obtener la evapotranspiración real se utilizó el método de Blanney-Criddle.

Primero se calculó la evapotranspiración potencial (ETP), utilizando el método de Thornthwaite (1948), el cual calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales a través de la siguiente fórmula:

$$ETP=16K_a (10T_j/l)^a$$

Donde:

ETP = ETP en el mes j, en mm.

T_j = Temperatura media en el mes j, en °C.

l, a = Constantes.

K_a = Factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud
 16 = Constante.

Tabla IV.44.- Valores de k_a (factor de corrección), de acuerdo con la latitud y el mes del año.

LATITUD EN GRADOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
25	0.925	0.885	1.030	1.065	1.155	1.140	1.170	1.125	1.025	0.990	0.910	0.895
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Las constantes i (índice de eficiencia de temperatura), y a se calcula de la siguiente forma:

$$I = \sum_{j=1}^n i_j$$

Donde:

i_j = Índice de calor mensual y j = número de mes.

$i_j = (T_j/5)^{1.514}$, j = número de meses.

$a = (0.92621/2.42325 - \log I)$

Para calcular el índice de calor mensual se utilizó la temperatura media por mes, luego sumando los valores se obtuvo el índice de calor anual, el cual es utilizado en la fórmula de ETP.

Tabla IV.45. Índice de calor mensual para cada uno de los meses.

1951- 2010			
MES	T° MEDIA MENSUAL	ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (I)	TEM. MEDIA MENSUAL MINIMA
Enero	18.4	28.1	8.7
Febrero	19.3	29.5	9.1
Marzo	20.9	31.5	10.3
Abril	23.9	34.7	13.1
Mayo	26.7	37.1	16.4
Junio	30.2	38.1	22.4
Julio	29.5	35.7	23.2
Agosto	28.8	34.7	22.8
Septiembre	28.5	34.5	22.4
Octubre	26.5	34.7	18.4
Noviembre	22.3	32.0	12.5
Diciembre	19.1	28.7	9.6
Media Anual	24.5	33.3	15.7

El factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud se obtuvo de la tabla anterior. El valor de la constante "a" se obtuvo sustituyendo el valor del índice de calor anual en la fórmula presentada anteriormente:

Sustituyendo en la fórmula "a" = (0.92621)/(2.42325-LOG (138.198)) = 3.15

Después que ya se calcularon los componentes de la fórmula, sustituimos los valores en la misma, para generar el ETP mensual, la sumatoria de dichos valores es la ETP anual para el área del Sistema Ambiental, lo que nos da lo siguiente:

Tabla IV.46.- Evapotranspiración potencial mensual y anual para el área de CUSTF.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)	(Factor de correccion) Horas luz de acuerdo a la latitud (Ka)	ETP mensual
Ene	18.4	7.19	0.925	39.55
Feb	19.3	7.73	0.885	43.99
Mzo	20.9	8.72	1.03	65.80
Abr	23.9	10.68	1.065	103.83
May	26.7	12.63	1.155	159.66
Jun	30.2	15.22	1.14	232.33
Jul	29.5	14.69	1.17	221.45
Ago	28.8	14.17	1.125	197.42
Sept	28.5	13.94	1.025	174.03
Oct	26.5	12.49	0.99	133.64
Nov	22.3	9.62	0.91	71.32
Dic	19.1	7.61	0.895	43.05
Total	24.5	134.69	-	1,486.07

Lo que indica el resultado de la tabla es que la ETP anual anda en los 1,486.07 mm.

Estimación de la ETR.

Para estimar la ETR se utilizó el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de cobertura presente en la zona, dado que cada tipo de especie manifiesta diferentes procesos fisiológicos dando como resultado una variación en los valores de evapotranspiración.

Para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo se empleó la fórmula:

$$E_t = K_g F$$

Donde:

E_t = Evaporación durante el ciclo vegetativos, mm.

K_g = Coeficiente global de desarrollo.

F = Factor de temperatura y luminosidad.

El coeficiente global de desarrollo (K_g) para diversos cultivos y tipos de vegetación varía entre 0.5 y 1.2. El factor de temperatura y luminosidad F se calculó de la siguiente manera.

$$F = \sum_{j=1}^n \bar{f}_i$$

Donde:

n = Número de meses que dura el ciclo vegetativo.

F_i = $P_i((T_i + 17.8) / 21.8)$

P_i = Porcentaje de horas de sol del mes i con respecto al año.

T_i = Temperatura media del mes i °C.

De esta forma en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la ETR, la información se encuentra dividida en los siguientes supuestos.

Tabla IV.47.- Coeficientes globales de desarrollo para cada tipo de uso de suelo y vegetación en condiciones actuales.

Uso de suelo y Vegetación	Ciclo de cultivo	Coefficiente considerado Kg (0.5-1.2)
Agricultura de Temporal Anual	4	0.65
Bosque de Encino	12	0.9
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	12	0.9
Pastizal Inducido	12	0.9
Selva Baja Caducifolia	12	0.9
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	12	0.9

Una vez establecido los coeficientes globales para los diferentes cultivos y vegetación presente en el área de CUSTF y en el Sistema Ambiental, se calculó el valor de la ETR para cada uno de ellos. Los valores del porcentaje de horas luz de los meses con respecto a la latitud se tomaron de la tabla siguiente.

Tabla IV.48. Porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, de acuerdo con la latitud.

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	8.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
21°	7.7	6.98	8.41	8.56	9.2	9.08	9.3	8.98	8.29	8.13	7.52	7.6
22°	7.66	6.95	8.41	8.58	9.24	9.12	9.34	9.01	8.29	8.11	7.48	7.56
23°	7.62	6.93	8.4	8.6	9.28	9.17	9.38	9.03	8.29	8.09	7.45	7.51
24°	7.57	6.91	8.4	8.61	9.32	9.22	9.42	9.06	8.3	8.07	7.41	7.46
25°	7.53	6.88	8.39	8.63	9.36	9.27	9.47	9.09	8.3	8.05	7.37	7.41
26°	7.49	6.86	8.39	8.65	9.4	9.31	9.51	9.12	8.3	8.03	7.33	7.36
27°	7.44	6.84	8.38	8.67	9.44	9.36	9.56	9.14	8.31	8.01	7.29	7.31
28°	7.39	6.81	8.38	8.69	9.48	9.41	9.61	9.17	8.31	7.99	7.25	7.26
29°	7.35	6.79	8.37	8.71	9.52	9.47	9.66	9.2	8.32	7.97	7.21	7.2
30°	7.3	6.76	8.37	8.73	9.57	9.52	9.71	9.23	8.32	7.94	7.16	7.15

Fuente: Aparicio, 2005.

Los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas de sol (Pi), se sustituyen en la fórmula para calcular Fi y, obtener el factor F mensual, que se multiplica por el coeficiente global del cultivo dando como resultado los valores de ETR mensuales, para el caso de selva baja caducifolia se consideró todo el año como ciclo de desarrollo.

Evapotranspiración real para el área del Sistema Ambiental.

Tabla IV.49. Cálculo de la evapotranspiración real para el área del Sistema Ambiental.

MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C) (Ti)	Pi	fi	Agricultura de Temporal Anual	Bosque de Encino	Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	Pastizal Inducido
Ene	18.4	7.49	12.438	8.08	8.08	11.19	11.19
Feb	19.3	6.86	11.675	7.59	7.59	10.51	10.51
Mzo	20.9	8.39	14.894	9.68	9.68	13.40	13.40
Abr	23.9	8.65	16.546	10.75	10.75	14.89	14.89
May	26.7	9.4	19.188	12.47	12.47	17.27	17.27
Jun	30.2	9.31	20.499	13.32	13.32	18.45	18.45
Jul	29.5	9.51	20.634	13.41	13.41	18.57	18.57
Ago	28.8	9.12	19.495	12.67	12.67	17.55	17.55
Sept	28.5	8.3	17.628	11.46	11.46	15.87	15.87
Oct	26.5	8.03	16.318	10.61	10.61	14.69	14.69
Nov	22.3	7.33	13.483	8.76	8.76	12.13	12.13
Dic	19.1	7.36	12.458	8.10	8.10	11.21	11.21
ETR				126.92	126.92	175.73	175.73

Continua.... Tabla IV.49. Cálculo de la evapotranspiración real.

MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C) (Ti)	Pi	fi	Selva Baja Caducifolia	Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva
Ene	18.4	7.49	12.438	11.19	11.19
Feb	19.3	6.86	11.675	10.51	10.51
Mzo	20.9	8.39	14.894	13.40	13.40
Abr	23.9	8.65	16.546	14.89	14.89
May	26.7	9.4	19.188	17.27	17.27
Jun	30.2	9.31	20.499	18.45	18.45
Jul	29.5	9.51	20.634	18.57	18.57
Ago	28.8	9.12	19.495	17.55	17.55
Sept	28.5	8.3	17.628	15.87	15.87
Oct	26.5	8.03	16.318	14.69	14.69
Nov	22.3	7.33	13.483	12.13	12.13
Dic	19.1	7.36	12.458	11.21	11.21
ETR				175.73	175.73

La evapotranspiración real promedio en condiciones actuales en el área del Sistema Ambiental es de 71.826 mm/año.

Con el valor obtenido de evapotranspiración real cada tipo de vegetación del área del Sistema Ambiental calculó el volumen de evapotranspiración.

Tabla IV.50. Evapotranspiración real por tipo de vegetación presentes en el área del Sistema Ambiental.

TIPO DE VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN (m³)	ÁREA (ha)	ETR (mm)	ETR (m³)
Agricultura de Temporal Anual	3527467.08	407.800	126.916	517563.703
Bosque de Encino	17151966.15	1982.886	175.730	3484527.571
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	3537487.48	408.958	175.730	718662.370
Pastizal Inducido	2056392.29	237.733	175.730	417768.761
Selva Baja Caducifolia	22284180.74	2576.206	175.730	4527168.577
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	22756345.63	2630.791	175.730	4623091.782
TOTAL	71,313,839.37	8,244.3745	1,005.567	20,288,782.765

Con lo anterior se tiene que el volumen de evapotranspiración real en las condiciones actuales en el área del Sistema Ambiental equivale a **20,288,782.765 m³** anuales lo cual representa el **20.036%** del volumen de precipitación total anual total, con ello se puede decir que el área del Sistema Ambiental encuentra de moderadas a bajas tasas de evapotranspiración, lo que indica que la temperatura excede a la precipitación la mayor parte del año.

Lo que no da un balance hídrico en el área del Sistema Ambiental, según la tabla siguiente:

Tabla IV.51.- Balance hídrico del área del Sistema Ambiental.

FACTOR	VOLUMEN (m3)	VOLUMEN (%)
Precipitación	71,313,839.37	100
Infiltración	25,227,774.19	35.376
Intercepción	4,870,312.46	6.829
Evapotranspiración real	14,288,782.76	20.036
Agua Retenida en el suelo	927,079.91	1.300
Escurrimiento Superficial	57,444,647.71	80.552
Recarga subterránea	-31,444,757.66	-44.093

IV.2.2.1.9. Edafología

En la Clasificación de los suelos, se utilizó el Conjunto de datos vectoriales del INEGI, año 2016, para cuya elaboración se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

Debido a que el relieve que se encuentra de Sierra y Cañones, determina el desarrollo de varias unidades edafológicas. Los suelos que se presentan en el SA son de 3 diferentes tipos de suelos: Regosol, Leptosol y Phaeozem.

Tipos de suelo presentados en el SIGEIA.

Tabla IV.52.- Tipos de Suelo presentados en el SIGEIA correspondientes al Area de Influencia y en el Sistema Ambiental

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FRÚDICA	TEXTUR A	SUP. (Ha)
SISTEMA AMBIENTAL				
RGsklep/2R	Regosol Esquelético Epiléptico	Piedras (R)	Media	199.8528
PHsklep+RGeuoskp/2R	Phaeozem Esquelético Epiléptico + Regosol Ortiétrico Epiesquelético	Piedras (R)	Media	486.2867
LPeusk+PHsklep+LVsklep/2R	Leptosol éutrico esquelético +Phaeozem esquelético epiléptico +Leptosol esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	239.8843
LPeusk+RGsklep/1r	Leptosol éutrico esquelético+Regosol esquelético epiléptico	Gravas (r)	Gruesa	358.3401
RGeulen+CMeulen/1R	Regosol éutrico endoléptico + Cambisol éutrico endoléptico	Piedras (R)	Gruesa	2159.0064
RGeusk+CMeusk/1R	Regosol éutrico esquelético + Cambisol éutrico esquelético	Piedras (R)	Gruesa	177.7112
LPeusk+RGsklen+PHsklen/2R	Leptosol éutrico esquelético+ Regosol esquelético endoléptico+Phaeozem esquelético endoléptico	Piedras (R)	Media	1857.0699
LPmosk+PHsklep/2R	Leptosol mólico esquelético + Phaeozem esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	2766.2231
TOTAL				8,244.3745
ÁREA DE INFLUENCIA				
PHsklep+RGeuoskp/2R	Phaeozem esquelético epiléptico + Regosol ortiétrico epiesquelético	Piedras (R)	Media	395.7427
LPeusk+RGsklep/1r	Leptosol éutrico esquelético+Regosol esquelético epiléptico	Gravas (r)	Gruesa	15.2492
RGeulen+CMeulen/1R	Regosol éutrico endoléptico + Cambisol éutrico endoléptico	Piedras (R)	Gruesa	182.2746
LPeusk+RGsklen+PHsklen/2R	Leptosol éutrico esquelético+ Regosol esquelético endoléptico+Phaeozem	Piedras (R)	Media	1162.7014

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FRÚDICA	TEXTUR A	SUP. (Ha)
	esquelético endoléptico			
LPmosk+PHsklep/2R	Leptosol mólico esquelético + Phaeozem esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	609.2210
TOTAL				2,365.1887

Tipos de suelo (WRB) presentado por INEGI (2013).

Tabla IV.53. Tipos de Suelo presentados por el INEGI (Serie II) correspondientes al Area de Influencia y en el Sistema Ambiental

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FRÚDIC A	TEXTURA	SUP. (Ha)
LPeusk+PHsklep+LVsklep/2R	Leptosol éutrico esquelético +Phaeozem esquelético epiléptico +Leptosol esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	239.8799
LPeusk+RGsklep/2R	Leptosol éutrico esquelético+Regosol esquelético epiléptico	Gravas (r)	Media	358.3469
LPeusk+RGskplen+PHskplen/2R	Leptosol éutrico esquelético+ Regosol esquelético endoléptico+Phaeozem esquelético endoléptico	Piedras (R)	Media	1857.0669
LPmosk+PHsklep/2R	Leptosol mólico esquelético + Phaeozem esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	2766.2172
PHsklep+RGeuskp/2R	Phaeozem esquelético epiléptico + Regosol ortiéutrico epiesquelético	Piedras (R)	Media	486.2921
RGeulen+CMeulen/1R	Regosol éutrico endoléptico + Cambisol éutrico endoléptico	Piedras (R)	Gruesa	2159.0084
RGeusk+CMeusk/1R	Regosol éutrico esquelético + Cambisol éutrico esquelético	Piedras (R)	Gruesa	177.7105
RGsklep/2R	Regosol Esquelético Epiléptico	Piedras (R)	Media	199.8526
TOTAL				8,244.3745

El suelo Regosol, son suelos minerales muy débilmente desarrollados (*rhegos*) en materiales no consolidados de gran fino, que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionados, particulamente en área áridas y semiáridas y en terreno montañosos. Se desarrollan en ambientes de todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas.

Los suelos Leptosoles son suelos muy someros (del griego *Leptos*, fino) sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas

nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Los Leptosoles, principalmente se encuentran en un ambiente de tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Los suelos Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en climas moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tiene horizontes oscuros, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ríos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Nombres usados comúnmente para los Phaeozems son: *Brunizems* (Argentina y Francia); *Suelos gris oscuro de bosque* y *Chernozems lixiviados y podzolizados* (antigua Unión Soviética); *Tschernoseme* (Alemania); *Dusky-red prairie soils* (antigua clasificación de Estados Unidos de Norteamérica); *Udoles* y *Alboles* (Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos); y *Phaeozems* (incluyendo la mayoría de los antiguos *Greyzems*) (FAO).

Los tipos de suelos identificados en el SA de estudio, son susceptibles a la erosión laminar hídrica con pérdida de suelo superficial, esto causado por la deforestación y remoción de vegetación. La erosión laminar consiste en el arrastre de las partículas del suelo por escorrentía, llevando el agua en suspensión los elementos arrastrados, esto es superficial y solo afecta los primeros centímetros del suelo, por lo tanto, se entiende que los suelos presentes en la unidad presenten mayor susceptibilidad a este tipo de erosión, estos se consideran de baja evolución y desarrollo, condicionados por el material originario.

La erosión que se identifica en el SA es del tipo hídrica en función de la precipitación, inclinación de la pendiente de las laderas y de los suelos identificados, el grado de erosión es baja (2.214639 Ton/ha/año).

La textura de los tipos de suelos es gruesa a media, con unas fases líticas, éutricos, gléyicos, hiposálicos, etc. donde la capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de las raíces; se localiza(n) a una profundidad somera. Una parte del SA presenta fase lítica profunda esto que la roca dura y continua se localiza(n) a una profundidad entre 15 y 25 cm.

La degradación del suelo en el SA es química y una parte física, que comprende la pérdida de suelo por erosión laminar, la destrucción de su estructura, compactación, entre otros, esta degradación se produce principalmente debido a la eliminación de la cobertura vegetal, el transporte de las partículas del suelo por la acción del agua de las lluvias representa la principal forma de degradación que afecta los suelos del SA, donde se encuentra el proyecto.

La erosión laminar consiste en el arrastre de las partículas del suelo por escorrentía, llevando el agua en suspensión los elementos arrastrados, esto es superficial y solo afecta los primeros centímetros del suelo, por lo tanto, se entiende que los suelos presentes en la unidad presenten mayor susceptibilidad a este tipo de erosión, estos se consideran de baja evolución y desarrollo, condicionados por el material originario.

La degradación química del suelo conduce a la disminución o eliminación de su productividad biológica, lo que propicia la disminución de la fertilidad del suelo y reducción del contenido de materia orgánica. Esta se origina de manera principal por la agricultura y sobrepastoreo presente dentro del Sistema Ambiental.

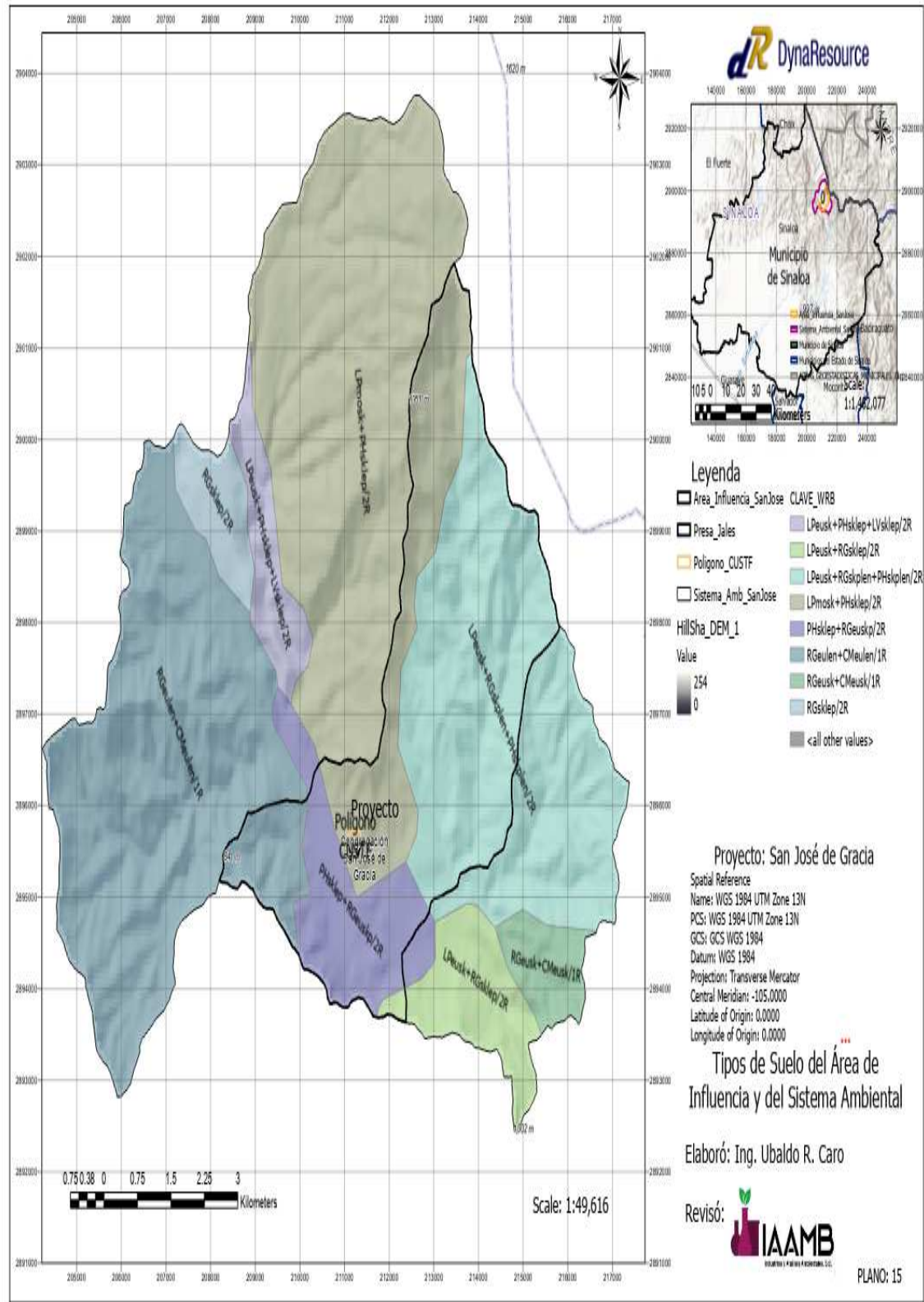


Figura IV.18.- Tipos de Suelos del SA y AI.

IV.2.2.1.10. Cálculo del índice de erosión en el Sistema Ambiental.

Índice de erosión laminar

La estimación de este índice nos permite distinguir el tipo de erosión laminar (hídrica o eólica) a que está sujeta al SA, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo hídrico y/o eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos y por lo tanto poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del predio, el resultado de su aplicación permite, conjuntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con los siguientes datos:

Las capas de información que se emplean para calcular los índices son:

- Precipitación media anual (Estaciones meteorológicas CONAGUA).
- Unidades de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Fases de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Pendiente del terreno (modelo digital de elevaciones, INEGI).
- Uso de suelo y vegetación (Serie V, INEGI).

La erosión potencial o riesgo de erosión (hídrica), se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía). La combinación de estos factores, se denotan en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada: RUSLE (Wischmeier y Smith 1978), la cual se ha utilizado para estimar y clasificar la pérdida de suelo potencial en la microcuenca o Sistema Ambiental objeto de análisis.

La RUSLE es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la RUSLE determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión potencial es anual y la EUPS sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

El escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que se mueve sobre los terrenos de manera laminar y que, al acumularse en las zonas más bajas del terreno, forma pequeños arroyos que alimentan a las corrientes intermitentes para que éstas a su vez alimenten a los ríos.

Por lo que se va a calcular la pérdida de suelo mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) ARCGIS PRO a través de la creación de un modelo, donde el proceso consta de los siguientes pasos:

- Raster del área de estudio.
- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Estaciones meteorológicas más cercas (Spline).
- El Factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- Factor K mediante la interpolación de puntos (IDW).
- Raster Calculator (Calcular el factor F).
- Raster Calculator (Calcular el factor M).
- Raster Calculator (Calcular el factor L).
- Raster Calculator (Calcular el factor S).
- Raster Calculator (Calcular el factor LS).

Estableciendo como objetivos específicos:

- Determinar el factor de erosividad de las precipitaciones (R) según Roose, Morgan, Foster y el índice modificado de Fournier.
- Determinar el factor de erodabilidad del suelo (K).
- Determinar el fctor de longitud y gradiente de la pendiente (LS).
- Determinar el factor de cobertura vegetal o uso actual del suelo (C).

Para el análisis de la erosión de suelo se utilizó el software ArcGIS Pro usando la fórmula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos/Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada.

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

Dónde: A es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R. R es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de la fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado; K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9% de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de la partículas del suelo a la erosión; L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente; S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9%, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área; C es el factor

combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a una área similar pero en barbecho continuamente labrado; y P es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros cuatro factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C) o práctica de manejo (P). Los dos últimos factores reducen esta pérdida potencial para compensar los efectos de uso de la tierra, manejo y prácticas especiales.

RAMÍREZ (2010) nos dice que, el índice EI₃₀, se define como el producto de la energía cinética (E) de un aguacero y su máxima intensidad en un intervalo de 30.

Factor R (Potencial de Erosividad de la lluvia)

El factor de erosividad de la lluvia, R, es el índice de erosividad presentado por Wischmeier y Smith (1978) y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento. Este producto también se le conoce como índice de Wischmeier y se expresa como:

$$R = \sum (EI_{30})_i / N$$

Donde:

R = Erosividad anual (tal como las unidades de EI₃₀)

(EI₃₀)_i = EI₃₀ para tormenta i

N = Tormentas erosivas (ej. P > 10 mm ó 0,5 in) en un periodo de N años.

El cálculo de la energía cinética requiere de la intensidad de la lluvia y esta última, de los registros pluviográficos, los cuales no se encuentran disponibles para la región de estudio; esta limitante hace que optemos por otros métodos para calcular el factor R de erosividad de la lluvia, por lo cual para el cálculo se precedió a hacerlo con la ecuación generada por Cortés (1991) para la región X de las 14 regiones de erosividad de la lluvia en México, en la cual queda dentro el área del SA, siendo la siguiente:

$$R = 6.8938 X + 0.000442 X^2$$

Donde:

R: Valor del factor R (índice de erosividad expresado en MJ mm/ha h)

X: Precipitación media anual de la estación

Para la aplicación de la fórmula se utilizó la información de las isoyetas generada a través de datos de las estaciones meteorológicas de la región lo cual nos generó un plano de distribución de la erosividad de la lluvia (R) dentro del SA.

Erodabilidad del suelo (Factor K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo, texturas, capacidad de infiltración y de la permeabilidad. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. Cuando se trabaja en un sistema, como es este caso, se determinan los valores de K, tomando como referencia los valores del cuadro siguiente, de acuerdo a la clasificación de la FAO.

Para la estimación de la erodabilidad del suelo (Factor k) media de determó mediante en base a la tabla de valores de K y en base al tipo de suelo de la superficie que cubre el SA.

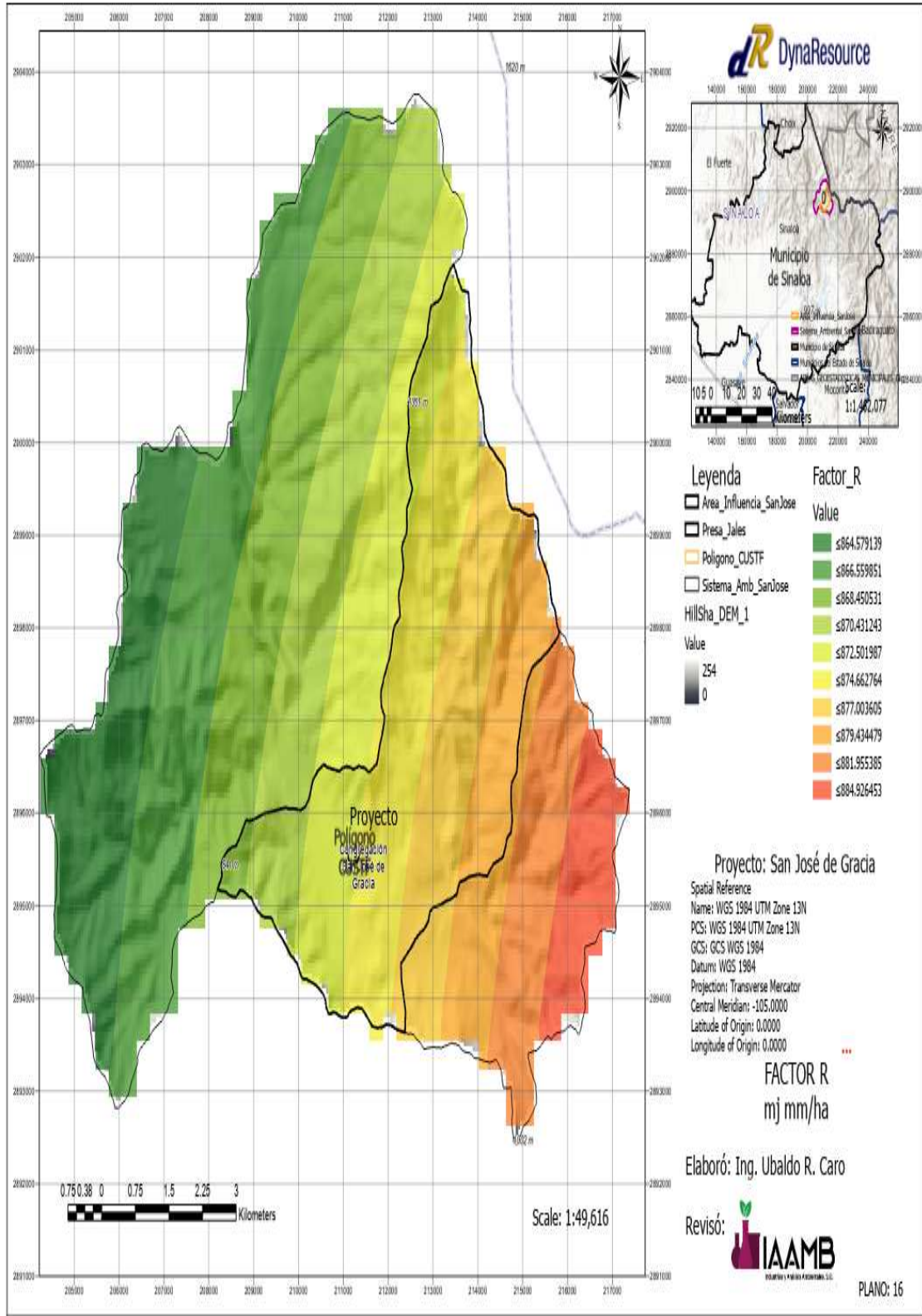


Figura IV.14.- Factor R (Potencial de Erosividad por Precipitación), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Tabla IV.54.- Cálculo ponderado del factor k en el SA,

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Textura	K ponderado	Area (ha)
LPeusk+PHsklep+LVsklep/2R	Leptosol éútrico esquelético +Phaeozem esquelético epiléptico +Leptosol esquelético epiléptico	Media	0.06	239.8799
LPeusk+RGsklep/2R	Leptosol éútrico esquelético+Regosol esquelético epiléptico	Media	0.06	358.3469
LPeusk+RGskplen+PHskplen/2R	Leptosol éútrico esquelético+ Regosol esquelético endoléptico+Phaeozem esquelético endoléptico	Media	0.06	1857.0669
LPmosk+PHsklep/2R	Leptosol mólico esquelético + Phaeozem esquelético epiléptico	Gruesa	0.06	2766.2172
PHsklep+RGeuskp/2R	Phaeozem esquelético epiléptico + Regosol ortiéútrico epiesquelético	Media	0.04	486.2921
RGeulen+CMeulen/1R	Regosol éútrico endoléptico + Cambisol éútrico endoléptico	Gruesa	0.02	2159.0084
RGeusk+CMeusk/1R	Regosol éútrico esquelético + Cambisol éútrico esquelético	Gruesa	0.02	177.7105
RGsklep/2R	Regosol Esquelético Epiléptico	Media	0.04	199.8526
TOTAL				8,244.3745

Los valores de K de la tabla anterior, se obtuvieron de la tabla siguiente:

Tabla IV.55.- Valores de "K" en función de unidad y textura del suelo, según método de la FAO (ton/ha h/Mj mm ha año). Modificado de Figueroa *et al.* (1991).

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A. Acrisol	0.03	0.04	0.01	Mta. Mg	0.03	0.04	0.01
Af.Ah	0.01	0.02	0.01	N Nitosol	0.01	0.02	0.01
Ag.Ao	0.03	0.04	0.01	Nd, Ne, Nh	0.01	0.02	0.01
Ap	0.05	0.08	0.03	O Histosol	0.01	0.02	0.01
B cambisol	0.03	0.04	0.01	Od, Oe, Ox	0.01	0.02	0.01
Bf.Bh	0.01	0.02	0.01	P Podzol	0.05	0.08	0.03
Bc.Bd.Be.Bg.Bk	0.03	0.04	0.01	Ph, Oi	0.03	0.04	0.01
Bv.Bx	0.05	0.08	0.03	Pf, Pg, Po, Pp	0.05	0.08	0.03
C chermozen	0.01	0.02	0.01	Q Arenosol	0.01	0.02	0.01
Cg. Ch. ck	0.01	0.02	0.01	Qa, Qc, Qf, Qf	0.01	0.02	0.01
D Podzoluvisol	0.05	0.08	0.03	R Regosol	0.03	0.04	0.01
Dd. De. Dg	0.05	0.08	0.03	Rc	0.01	0.02	0.01
E. Rendzina	0.01	0.02	0.01	Re, Rd	0.03	0.04	0.01
F. Ferrasol	0.01	0.02	0.01	Rx	0.05	0.08	0.03
F (a,h,o,p,r,x)	0.01	0.02	0.01	S Solonetz	0.05	0.08	0.03
G Gieysol	0.03	0.04	0.01	Sm	0.03	0.04	0.01
Gc, Gh, Cm	0.01	0.02	0.01	Sg, So	0.05	0.08	0.03
Gd, Ge	0.03	0.04	0.01	T Andosol	0.03	0.04	0.01

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
Gp, Gx, Gv	0.05	0.08	0.03	Th, Tm	0.01	0.02	0.01
H Feozem	0.01	0.02	0.01	To, Tv	0.03	0.04	0.01
Hc, Hg, <u>Hh</u> , Hl	0.01	0.02	0.01	U Ranker	0.01	0.02	0.01
I Litosol	0.01	0.02	0.01	V Vertisol	0.05	0.08	0.03
J Fluvisol	0.03	0.04	0.01	W Planosol	0.05	0.08	0.03
Jc	0.01	0.02	0.01	Wh, Wm	0.03	0.04	0.01
Jd, Je	0.03	0.04	0.01	Wd, We, Ws, Wx	0.05	0.08	0.03
Jp, Jt	0.05	0.08	0.03	X Xerosol	0.05	0.08	0.03
K Castañozem	0.03	0.04	0.01	Xh, Xk, Xt, Xy	0.05	0.08	0.03
Kj, KK, Kl	0.03	40	0.01	Y Yermosol	0.05	0.08	0.03
L Luvisol	0.03	0.04	0.01	Yh, Yk, Yy, Yt	0.05	0.08	0.03
Lf	0.01	0.02	0.01	Z Solonchak	0.03	0.04	0.01
Lc, Lg, Lk, Lo	0.03	0.04	0.01	Zm	0.01	0.02	0.01
La, Lp, Lv	0.05	0.08	0.03	Ag, Zo	0.05	0.04	0.01
M Molisol	0.03	0.04	0.01	Zt	0.05	0.08	0.03

La textura se clasifica como G=Gruesa, M=Media y F=Fina, f=férrico, g=gleycó, h=húmico, o=órtico, p=plíntico, c=crómico, d=dístrico, e=eútrico, k=cálcico, v=vértico, x=gélico, m=mólico, p=plíntico, t=tiónico, a=álbico.

Factor_K (Erodabilidad del Suelo).

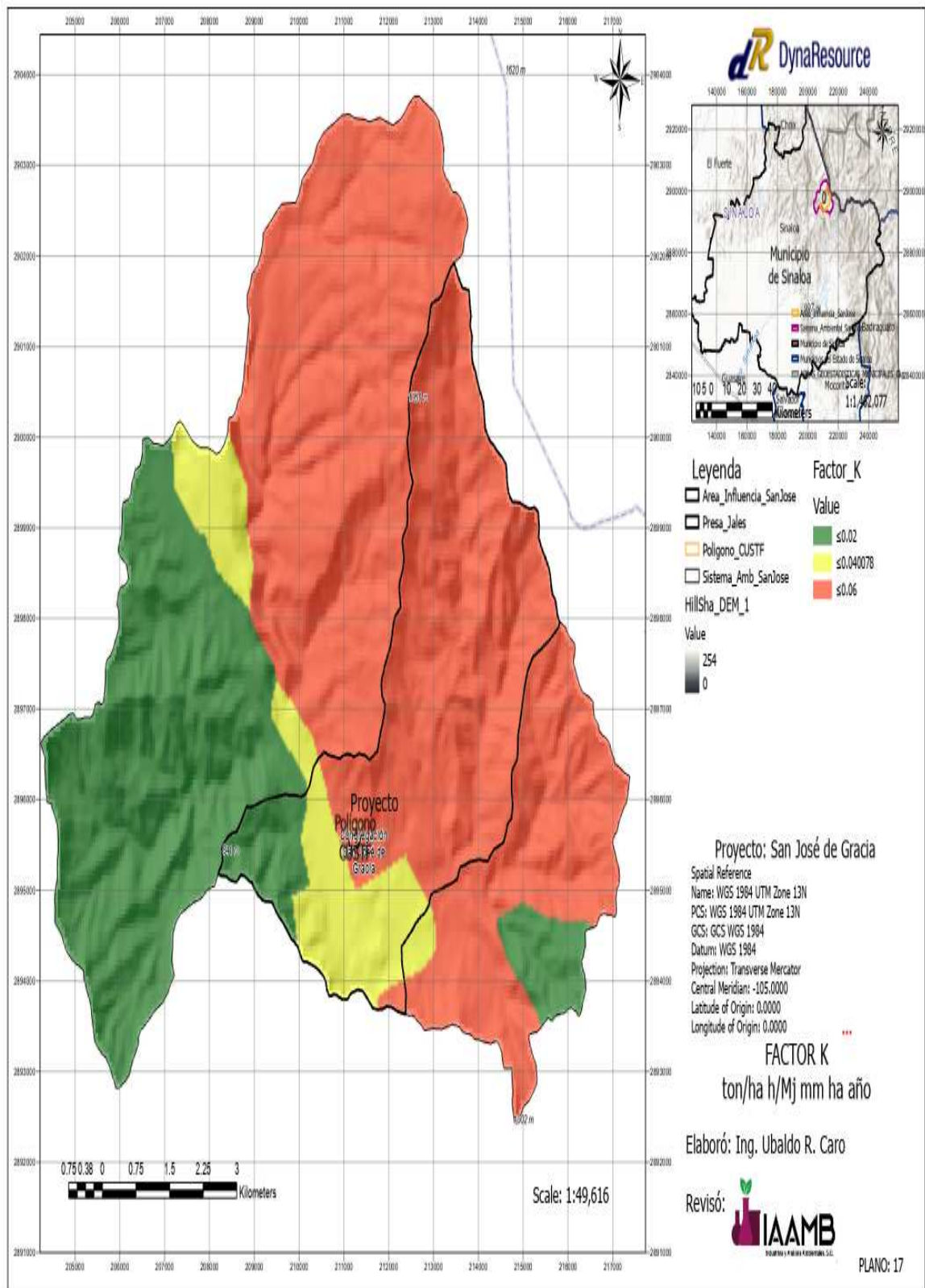


Figura IV.15.- Factor K (Erodabilidad del Suelo), para el cálculo de erosión. ArcGis 10.5.

Factor de longitud y grado de pendiente “LS”

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan como "LS". El factor LS integra la pendiente media de la ladera, su longitud considerando el efecto de la topografía sobre la erosión, se calculó utilizando la fórmula de Wischmeier y Smith (1978). La longitud (L) se define como la distancia horizontal desde el punto de origen del flujo sobre la superficie, hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la depositación, o hasta el punto en el que el drenaje entra en un canal definido. La pendiente (S) refleja la influencia del gradiente de la pendiente en la erosión, ya que el potencial de la erosión incrementa con la pendiente. El gradiente de la pendiente es el campo o segmento de pendiente y es expresado generalmente en porcentaje.

El factor L: Donde λ es la longitud de la pendiente (m), m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido (Foster et al., 1977, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1+F)} \quad F = \frac{\sin \beta / 0,0896}{3(\sin \beta)^{0,8} + 0,56}$$

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet & Govers, 1996, citado por VELÁSQUEZ, 2008).

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22,13)^m}$$

Donde A (i, j) [m] es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987, 1989, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

VELÁSQUEZ (2008) nos dice que cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculaator de ArcGIS se debetomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) de resolución de 15 metros elaborado por el INEGI. Como herramienta, se utiliza el ArcGis, además de proporcionar los valores del factor LS para cada punto ubicado en el Sistema Ambiental; a partir de ahí, se puede hacer el cálculo del riesgo de erosión con un Sistema de Información Geográfica.

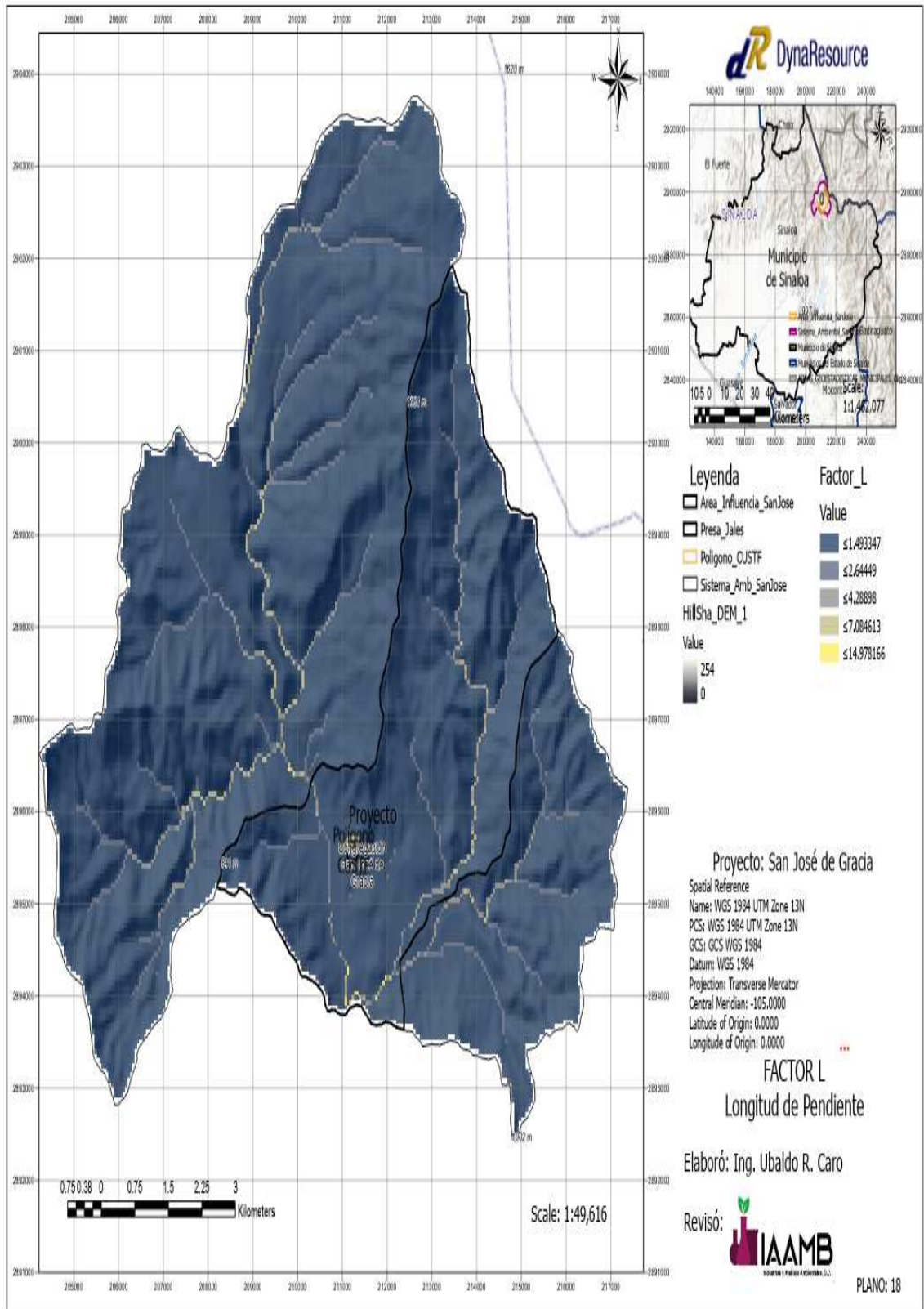


Figura IV.16.- Factor L (Longitud de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor_S (Grado de Pendiente)

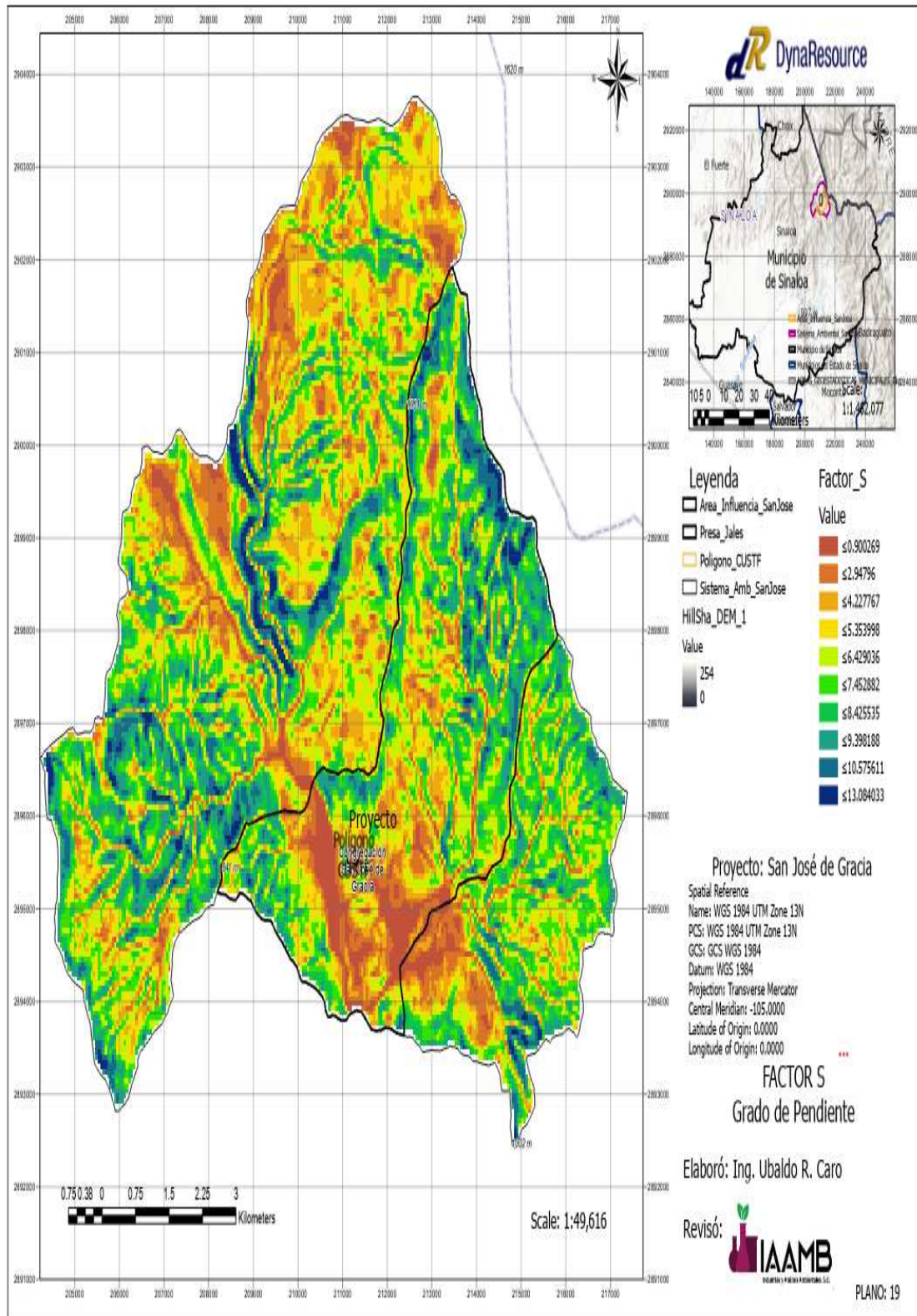


Figura IV.17.- Factor S (Grado de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor_LS (Factor de Longitud y Grado de Pendiente)

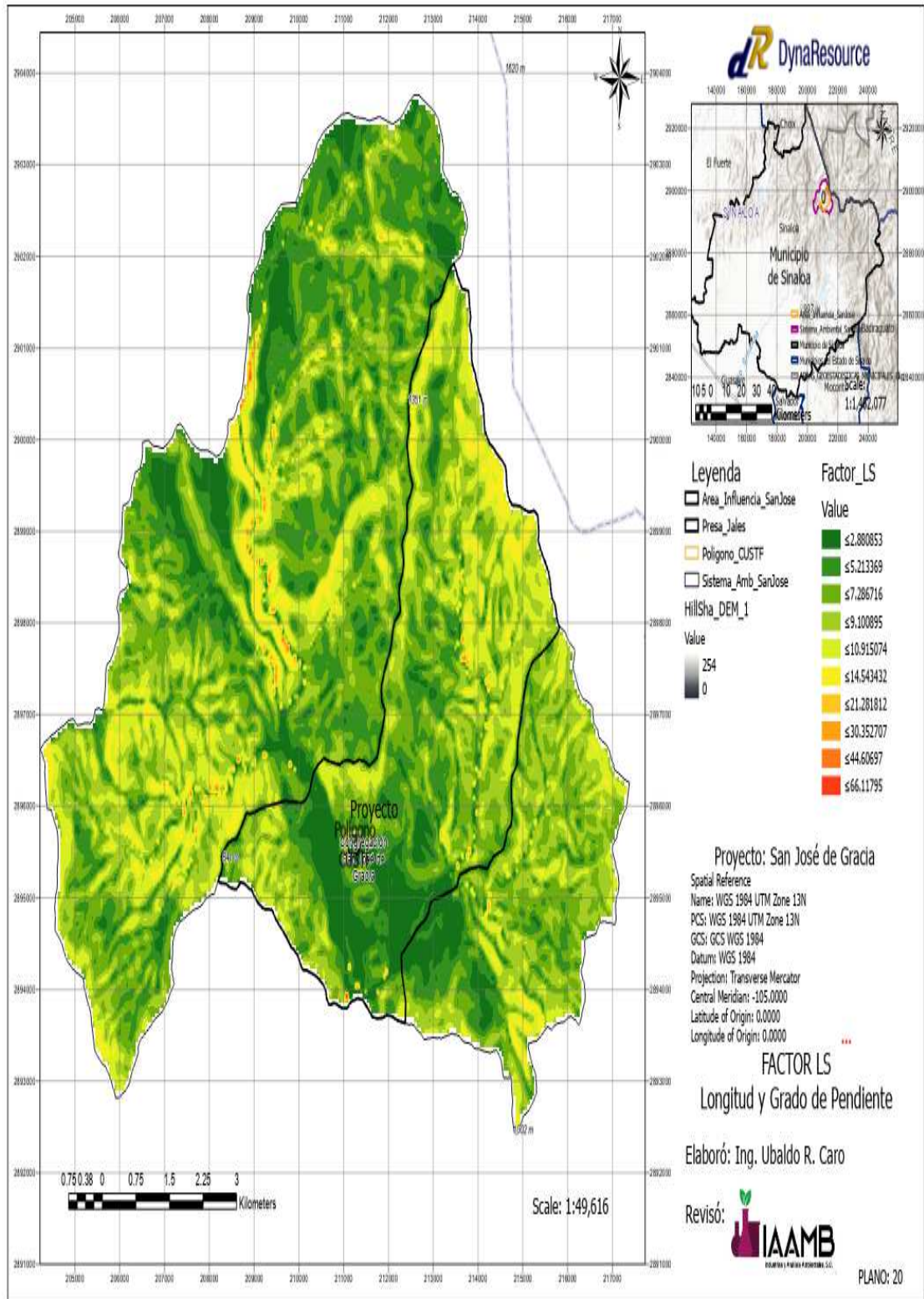


Figura IV.18.- Factor LS (Factor de Longitud y Grado de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor de manejo de cultivo y/o cubierta vegetal "C"

Este factor contempla las diferencias de comportamiento del suelo frente a la erosión en función de su cobertura. De esta manera, si el producto “LS K R” de la RUSLE estima el riesgo de erosión de un suelo, el factor de cubierta “C” aminora dicho resultado según características del ecosistema tales como la especie o especies, la arquitectura del ecosistema, el estado del ecosistema en sincronización con los periodos de lluvias, las características de la materia orgánica acumulada sobre la superficie del suelo, las labores sobre el suelo (distintas de las especificadas por el factor P de conservación), etc.

Para la asignación de valores al factor C se han adoptado los criterios recogidos en el libro “Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión” (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998) referido a ecosistemas naturales, en el que se diferencia la cubierta vegetal en cinco grandes grupos: cubierta inapreciable, pastizales, matorrales, arbustos y bosques además de las zonas agrícolas. Además de la clasificación en alguno de los cinco tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: el recubrimiento (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cubrimiento del suelo).

Tabla IV.56.- Valores de C para bosques y selvas

% de cubierta	% de cubierta en contacto con el suelo ⁽¹⁾	Tipo de Ordenación ⁽²⁾	
		C	NC
100 -75	100 – 90	0.001	0.003 – 0.011
75 – 40	90 – 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 ⁽³⁾	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

(1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas.

(2) C = montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo.

(3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla de pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla IV.57.- Valores de C para arbustos y pastizales.

Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo					
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
Tipo y altura de la cubierta	recubrimiento	0	20	40	60	80	95-100	0
Columna número	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
Herbáceas		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
y matorrales	20	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
(0.5 m)		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
Arbolado sin	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
Matorral		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
pequeño	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
apreciable		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
(4m)	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003

		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011
--	--	---	------	-----	------	-------	-------	-------

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 cm de humus

W: ídem. Por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Tomando el proyecto Uso del Suelo y Vegetación Serie V del INEGI, se identificaron las condiciones de la vegetación y cubierta del suelo para obtener los valores del factor C para el SA.

Tabla IV.58.- Uso del Suelo en el SA, valores del Factor C y la proporción (%).

CLAVE	DESCRIPCIÓN	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %	Factor_C
BQ	Bosque de encino	1982.8863	24.05	0.011
IAPF	Agricultura de temporal anual	407.7997	4.95	0.26
PI	Pastizal inducido	237.7332	2.88	0.13
SBC	Selva baja caducifolia	2576.2059	31.25	0.003
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	408.9581	4.96	0.011
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2630.7914	31.91	0.003
	TOTAL	8,244.3745	100.00	

Tabla IV.59.- Uso del Suelo en el Área de Influencia y la proporción (%).

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
BQ	Bosque de encino	229.1842	9.69
IAPF	Agricultura de temporal	399.6033	16.90
PI	Vegetación inducida	6.2930	0.27
SBC	Selva caducifolia	179.0182	7.57
VSa/BQ	Bosque de encino	112.5848	4.76
VSa/SBC	Selva caducifolia	1438.5012	60.82
	TOTAL	2,365.1848	100.00

Factor_C (Cobertura Forestal)

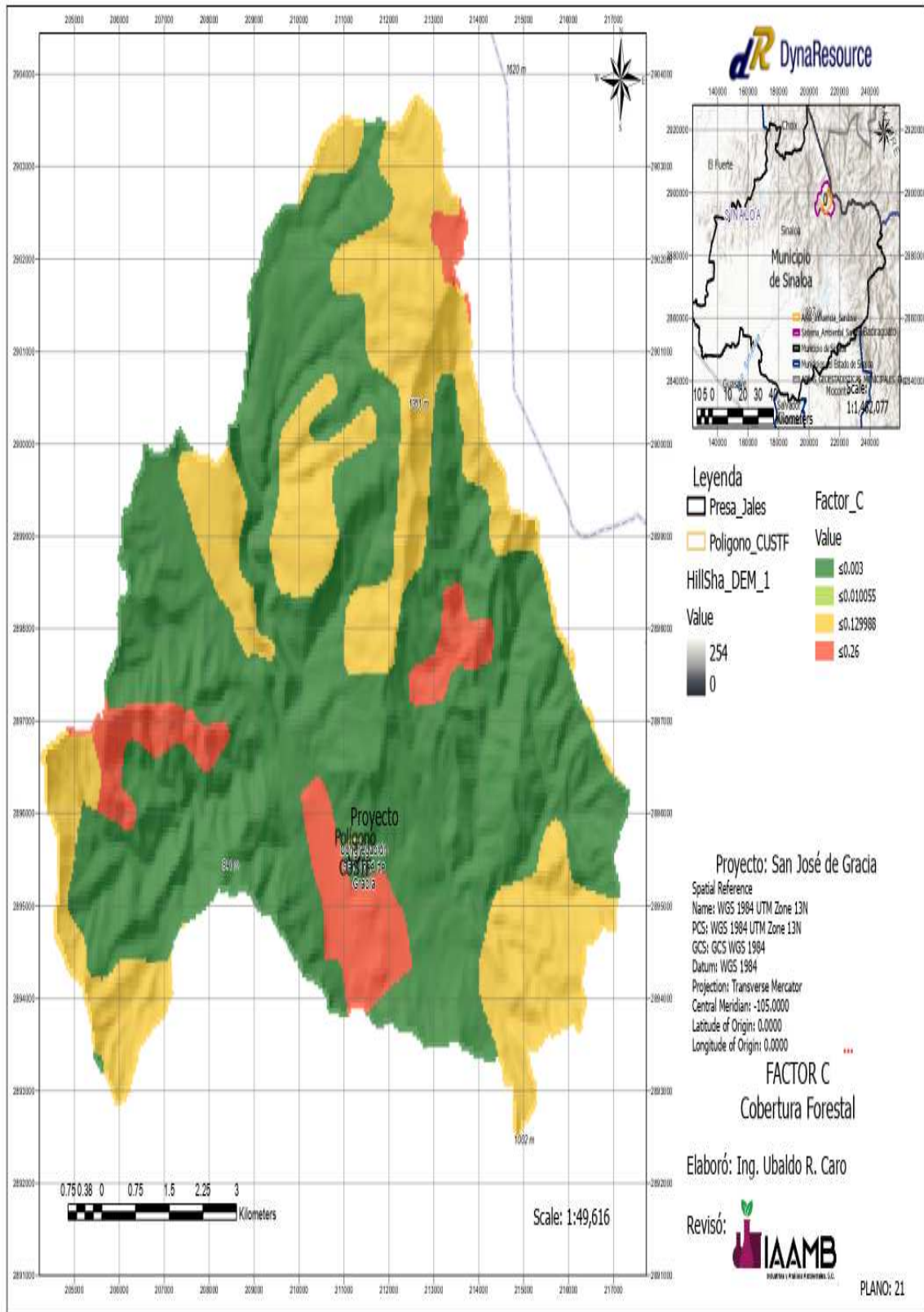


Figura IV.19.- Factor C (Cobertura Forestal), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.
Factor de prácticas de conservación del suelo “P”

El factor P de la EUPS es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para el caso de la CHF se consideró un factor de 0.4 asumiendo que realizan cultivos al contorno, para el resto de los usos este factor tiene un valor de 1 porque no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación de bosques y pastizales se refiere.

En el caso del área de estudio el valor de "P" utilizado fue la unidad debido a que no se conocen obras mecánicas de conservación de suelo, que se haya realizado en el SA.

Integración de mapa de susceptibilidad de erosión actual "A"

Una vez que se trabajó de manera independiente cada uno de los factores y se generaron mapas de cada uno de ellos, se prosiguió a cruzar los datos por medio del programa ArcGis Pro, dando como resultado un mapa de erosión actual.

Sustituyendo todos los valores en la fórmula EUPS podemos obtener la pérdida de suelo con cobertura forestal:

RESULTADO DE LA EROSIÓN POTENCIAL ACTUAL

Una vez realizado los procesos anteriores en el ArcGIS Pro, se determina la media de erosión para el Sistema Ambiental, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla IV.60.- Erosión Potencial en el SA actualmente sin proyecto.

MIN	MAX	MEAN	COUNT	Mean* Count	Área (ha)
0.0275	2.2596	1.1436	636	727.3197	6190.5811
2.2596	11.1881	6.7239	155	1042.1975	1508.7108
11.1881	24.5807	17.8844	26	464.9943	253.0741
24.5807	38.7174	31.6491	9	284.8415	87.6026
38.7174	61.7825	50.2500	8	401.9997	77.8689
61.7825	110.8889	86.3357	9	777.0214	87.6026
110.8889	189.7567	150.3228	4	601.2912	38.9345
TOTALES			847	4299.665	8,244.3745
EROSIÓN Media Ton/ha/año				5.076346	

Nota: Obtenida mediante el ARCGIS Pro.

Tabla IV.61.- Erosión Potencial en el Area de Influencia actualmente sin proyecto.

MIN	MAX	MEAN	COUNT	Mean* Count	Área (ha)
0.0275	2.2596	1.1436	174	198.9837	1693.5919
2.2596	11.1881	6.7239	37	248.7826	360.1316
11.1881	24.5807	17.8844	5	89.4220	48.6664
24.5807	38.7174	31.6491	6	189.8944	58.3997
38.7174	61.7825	50.2500	8	401.9997	77.8663
61.7825	110.8889	86.3357	9	777.0214	87.5996
110.8889	189.7567	150.3228	4	601.2912	38.9331
TOTALES			243	2,507.395	2,365.1887
EROSIÓN Media Ton/ha/año				10.31849	

Nota: Obtenida mediante el ARCGIS Pro.

En el Área de Influencia se reporta en promedio: 10.3184979 Ton/ha/año (24,405.195 toneladas Totales), Nivel de acuerdo a la clasificación de la FAO. Ligera.

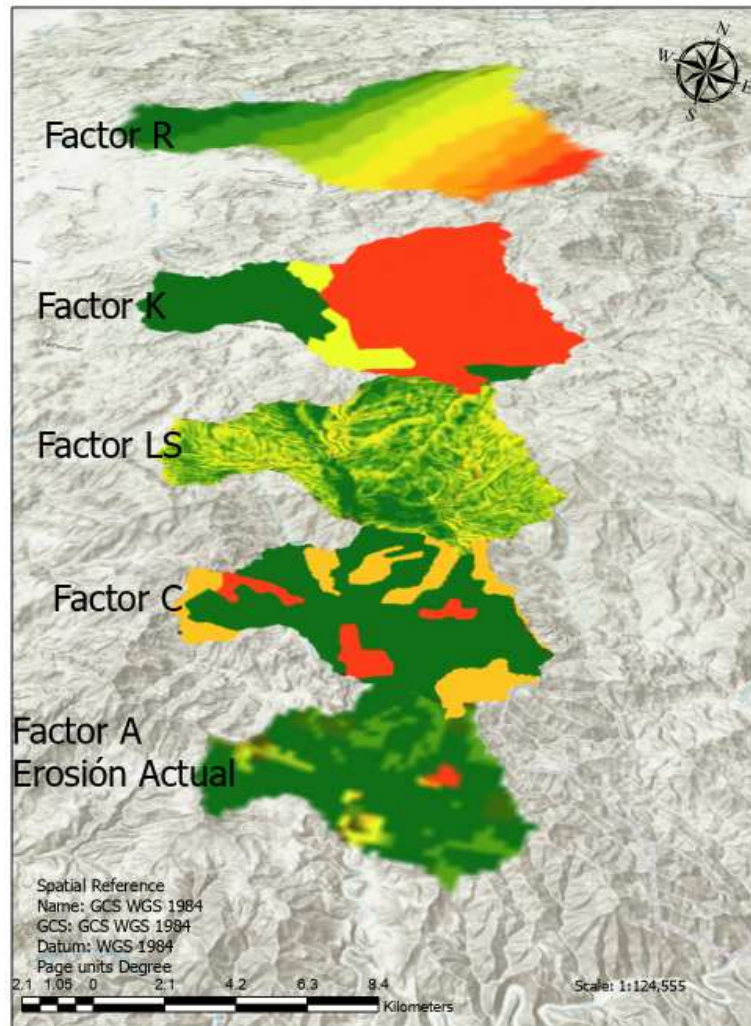


Figura IV.20.- Cruce de mapas de los diversos factores para calcular la “Erosión Potencial y Actual”. ArcGis Pro.

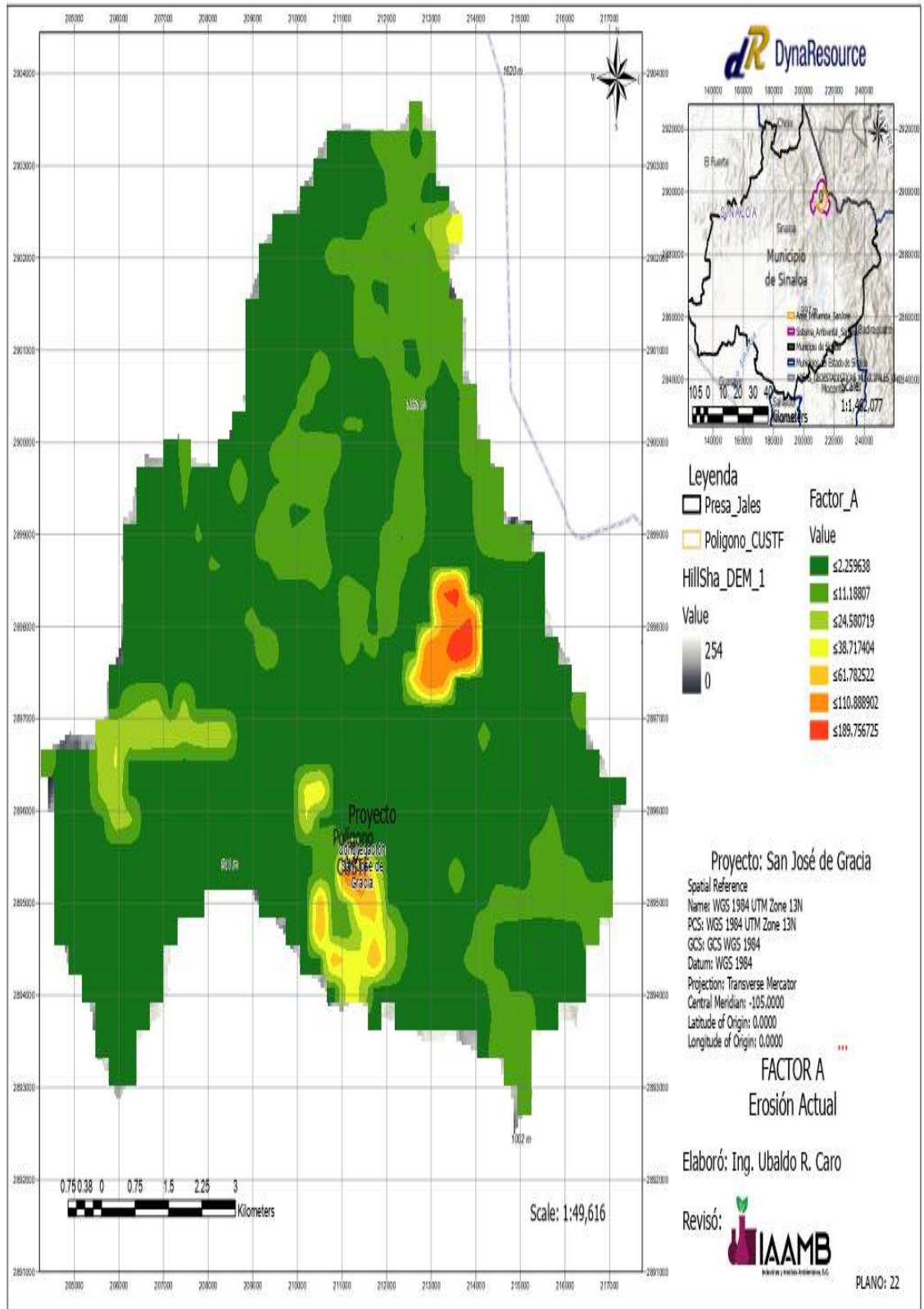


Figura IV.20.- Erosión actual del SA y AI.

IV.2.2.2.- Medio Biótico

IV.2.2.2.1.-Vegetación.

Nuestro país debido a su compleja topografía, su geología y su variedad de climas, alberga en su territorio una gran diversidad biológica, lo que lo posiciona como la cuarta nación con mayor riqueza de especies, por lo que es considerado un país megadiverso (Sarukhán *et al.*, 2009). Esta riqueza se ha visto afectada debido a diversos factores, como son la expansión de la agricultura, la ganadería, la industria o el crecimiento de la mancha urbana y sus efectos asociados, lo que ha comprometido la presencia, distribución y salud de los ecosistemas a nivel nacional (Challenger y Dirzo *et al.*, 2009; SEMARNAT, 2008).

El área del Sistema Ambiental según los datos Vectoriales de las Ecoregiones de Norteamérica⁶, para el caso que nos ocupa es la versión 2 nivel III, determinados por la Commission for Environmental Cooperation (CCA) en 2009, se encuentra entre las zonas de Tropical Dry Forests y Temperate Sierras, como se muestra en la figura siguiente.

6 Originator: Commission for Environmental Cooperation
Publication_Date: 202107
Title: Ecological Regions of North America
Geospatial_Data_Presentation_Form: Vector digital data
Publication_Information:
Publication_Place: Montréal, Québec, Canada
Publisher: Commission for Environmental Cooperation
Online_Linkage: <http://www.cec.org/north-american-environmental-atlas/>

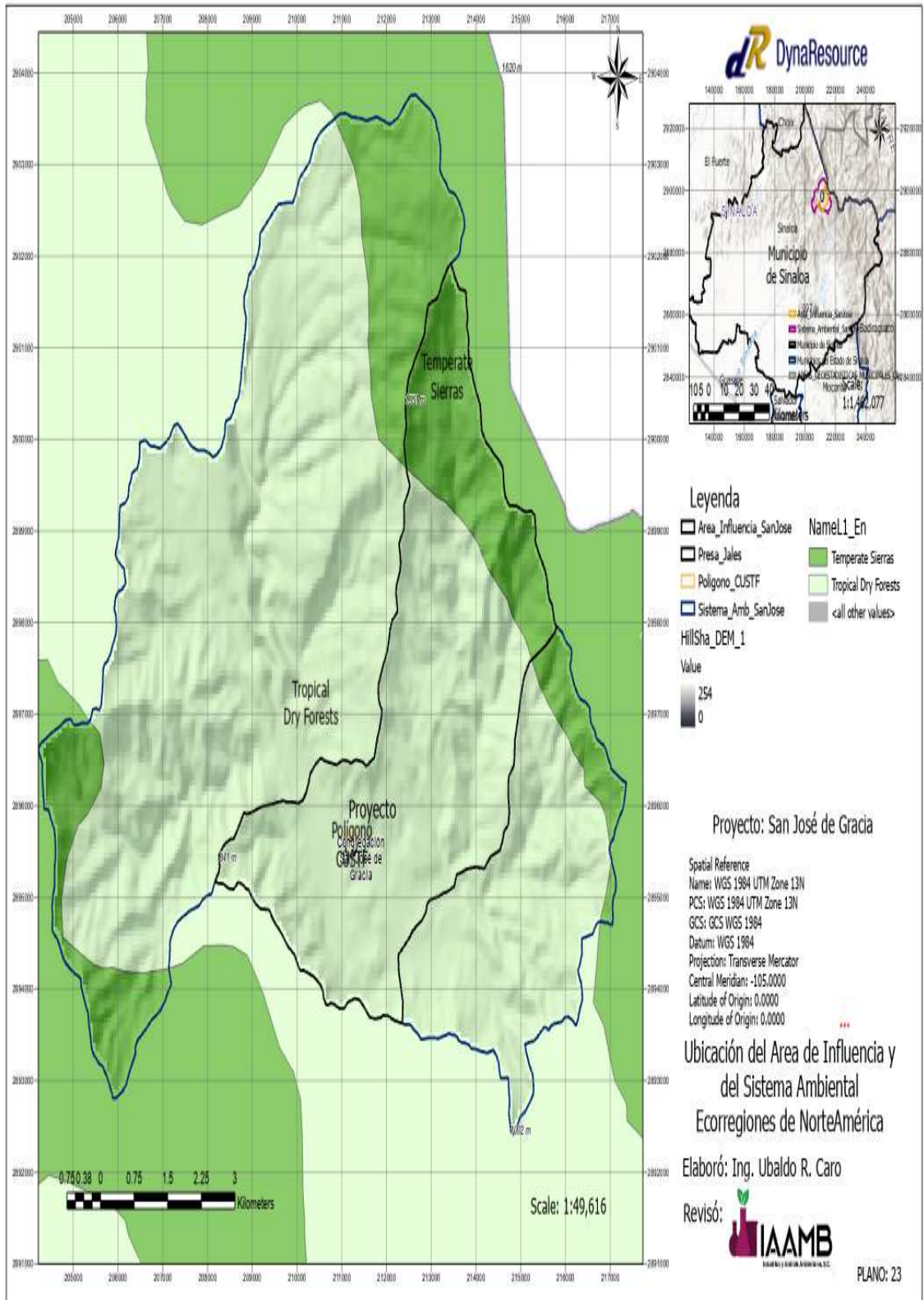


Figura IV.21.- Ubicación del SA y AI en las Ecorregiones de Norteamérica.

El conjunto de datos muestra regiones ecológicas de Nivel I, II y III (ecorregiones) de América del Norte y es una actualización y revisión de las ecorregiones terrestres

publicadas por la CCA en 2009. Esta capa cartográfica actual consiste en una integración de las ecorregiones actualizadas de México, Estados Unidos y Canadá por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la Agencia de Protección Ambiental y el Gobierno de Canadá; Agriculture y Agri-Food Canada, respectivamente.

Las ecorregiones son áreas de similitud general en los ecosistemas y en el tipo, calidad y cantidad de recursos ambientales. Las regiones pueden identificarse mediante el análisis de los patrones y la composición de fenómenos vivientes y no vivientes, como la geología, fisiografía, vegetación, clima, suelos, uso de la tierra, vida silvestre e hidrología, que afectan o reflejan diferencias en la calidad del ecosistema e integridad.

La vegetación que se encuentra al interior del SA, desempeña un papel muy importante, al mantener la calidad del agua, regular la cantidad y periodicidad de los cauces, así como ayudar a mantener la estabilidad ambiental sistema-arriba, sistema-abajo, ayudan a la recarga de acuíferos, proporcionan protección al suelo, captura de CO₂ y provee de refugio y recursos a la fauna, por mencionar algunas de sus funciones más importantes (Matthews *et al.*, 2000; Revenga *et al.*, 1998). Es por esto que, la primer medida, para conocer y analizar las condiciones que presenta un sistema es conocer la extensión y distribución de su cobertura vegetal (Walter *et al.*, 2006; Matthews *et al.*, 2000). Las distintas comunidades vegetales y la diversidad que se encuentra dentro del SA para este estudio, está en relación a la biodiversidad reportada para el estado de Sinaloa, que es un estado con una gran riqueza florística, una diversidad de hábitats característica y amplia ya que en este estado se pueden encontrar desde desiertos áridos y matorrales, hasta bosques de encino/pino y principalmente comunidades de selva baja caducifolia. El SA tiene una superficie total de 8,244.3745 ha, en las cuales se presentan distintos tipos de vegetación, que son el resultado del relieve, el tipo de suelo y el clima que hacen que la cubierta vegetal sea heterogénea.

En los terrenos que comprende encontramos dos diferentes tipos de vegetación de los cuales la selva baja caducifolia ocupa mayormente la superficie con 63.16% (5,206.9973 ha) y el Bosque de Encino con un 29.01% (2,391.8444 ha) respecto a el uso de suelo, los terrenos agrícolas representa el 4.95% y el pastizal inducido con 2.88% la superficie del Sistema Ambiental, con base en el Proyecto Uso de Suelo y Vegetación Serie VI (2017), editada por el INEGI, y la información obtenida en la visita de campo, en el área del proyecto predominando la Selva Baja caducifolia secundaria arbórea.

Tabla IV.62.- Uso del Suelo y Vegetación en el SA y la proporción (%).

Clave	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
BQ	Bosque de encino	1982.8863	24.05
TA	Agricultura de temporal anual	407.7997	4.95
PI	Pastizal inducido	237.7332	2.88
SBC	Selva baja caducifolia	2576.2059	31.25
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	408.9581	4.96
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2630.7914	31.91
	TOTAL	8,244.3745	100.00

Tabla IV.63.- Uso del Suelo y Vegetación en el Área de Influencia y la proporción (%).

Clave	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
BQ	Bosque de encino	229.1842	9.69
IAPF	Agricultura de temporal	399.6033	16.90
PI	Vegetación inducida	6.2930	0.27
SBC	Selva caducifolia	179.0182	7.57
VSa/BQ	Bosque de encino	112.5848	4.76
VSa/SBC	Selva caducifolia	1438.5012	60.82
TOTAL		2,365.1848	100.00

A pesar de que se registra un mayor porcentaje de selva baja caducifolia, esto no asegura que en su conjunto, la vegetación tenga la capacidad de desempeñar adecuadamente las funciones correspondientes en la dinámica ambiental del sistema, ya que diversos factores como la deforestación, la fragmentación de la vegetación o el grado de transformación de los ecosistemas al interior, modifica su estructura y altera así el funcionamiento de la vegetación, limitando su productividad y su capacidad de respuesta ante eventos externos como incendios, plagas, huracanes e inundaciones, entre otros (Walker *et al.*, 2006). Por lo anteriormente expuesto, el presente análisis se enfoca en la descripción de la situación actual de la vegetación, mediante su patrón de distribución, superficie y riqueza vegetal, así como el grado de transformación que ha sufrido el SA hasta la fecha de elaboración de este estudio, a partir de la evaluación de la superficie muestreada, con la finalidad de conocer indirectamente el estado ambiental que presenta la unidad de referencia que será el punto base de comparación con el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

En general la vegetación nativa ha sido moderadamente deteriorada, las causas de este deterioro son las irregularidades en el aprovechamiento forestal, los incendios intencionales para poder talar los cerros por cuestiones agropecuarias principalmente y el tráfico de madera (la extracción de los mejores árboles dejando en pie los de menor calidad).

IV.2.2.2.1.1.- Identificación de los tipos de vegetación según la clasificación de INEGI.

En la superficie del SA que se definió para este proyecto, dos tipos de vegetación, selva baja caducifolia y bosque de encino, así como 2 tipo de uso de suelo, esto de acuerdo con los datos vectoriales de INEGI serie VI.

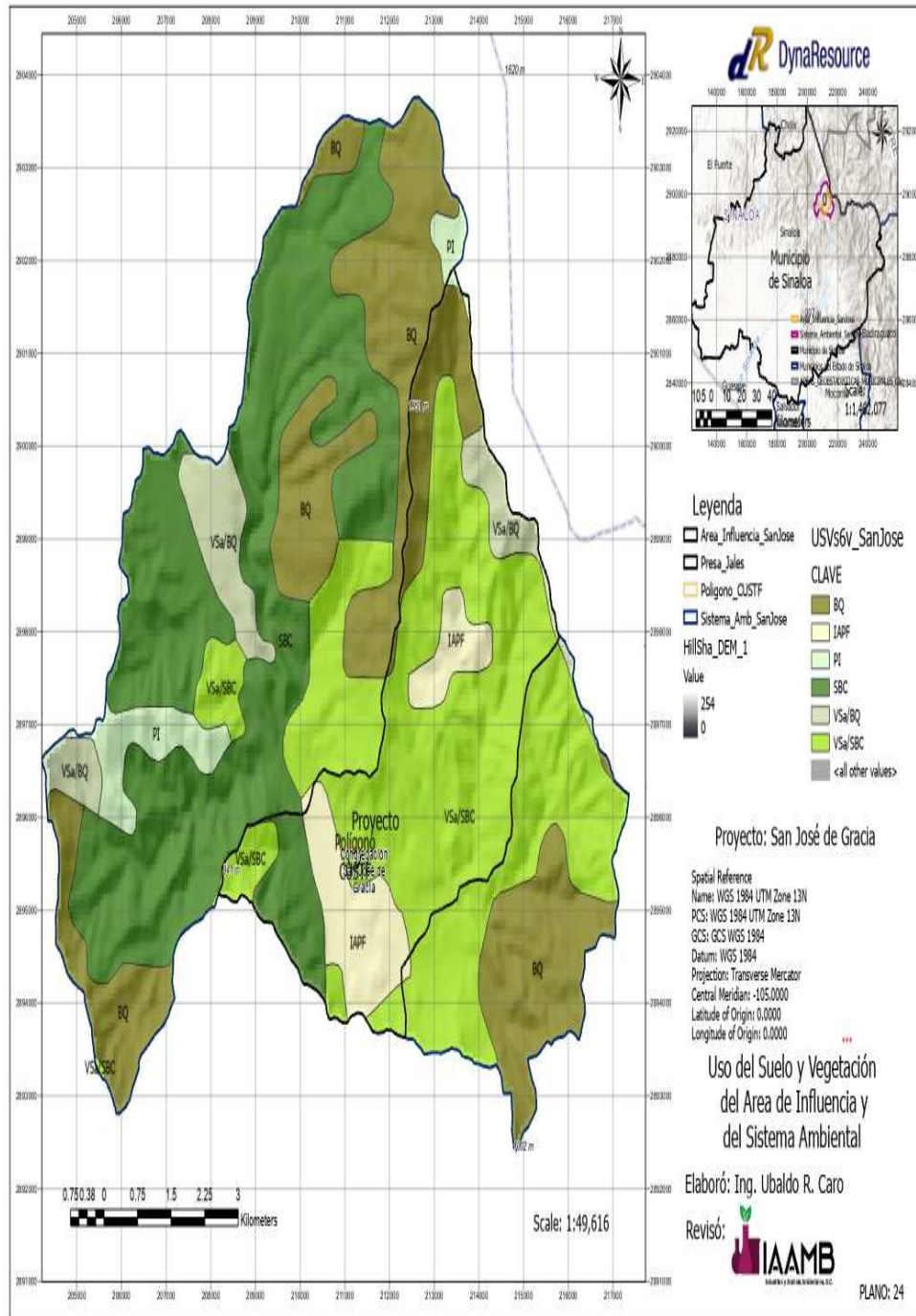


Figura IV.19.- Presencia Uso del Suelo y Vegetación del SA.
 Proyecto Uso del Suelo y Vegetación Serie VI. INEGI.

Estas comunidades vegetales se caracterizan a continuación:

Selva Baja Caducifolia.- Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos; el más común es Aw, aunque también se presenta BS y CW. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20°C. Las precipitaciones anuales son de 1,200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa.

Desde el nivel del mar hasta unos 1,700 m, rara vez hasta 1,900, se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más).

El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

Como especies importantes se tienen las siguientes: *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato); *Bursera* spp. (Cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma* spp. (Tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba* spp. (Yaaxche', pochote); *Bromelia pingüin* (ch'om); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea* spp. (Cazahuate); *Pseudobombax* spp. (Amapola, clavellina); *Cordia* spp. (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphypterigium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena* spp. (waxim, guaje); *Erithrhyta* sp. (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Pisdicia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo), *Heliocarpus reticulatus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma demostachys* (tepeguaje), *Haematoxylon campechianum*, *Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophiifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida machrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina ferruginosa* (cascarillo), *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus cooki* (higo), *Heliocarpus reticulatus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Gymnopodium antigonoides* (aguana), *Leucaena collinsii* (guaje), *Leucaena esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera laxiflora*, *Lysiloma candida*, *Cercidium peninsulare*, *Leucaena lanceolata*, *Senna atomaria*, *Prosopis palmeri*, *Esenbeckia flava*, *Sebastiania bilocularis*, *Bursera microphylla*, *Plumeria rubra*, *Bursera odorata*, *Bursera excelsa* var. *Favonialis* (copal), *B. fagaroides* vars. *elongata* y *purpusii*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea*, *Trichilia americana*, *Bursera longipes*, *B. morelensis*, *B. fagaroides*, *B. lancifolia*, *B. jorullensis*, *B. vejarvazquesii*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba parvifolia*, *Ipomoea murucoides*, *I. pilosa*, *I. wolcotannia*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Jacquinia macrocarpa*, *Malpighia mexicana*, *Pseudobombax ellipticum*, *Crataeva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Cercidium floridum*, *Acacia farnesiana*/ *Vachellia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Pereskia lychnidiflora*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Z. flexuosa* (clavelinas), *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana* (papaturro), *C. floribundia* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauwolfia hirsuta* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de

cactáceas como *Pachycereus* spp. (Cardón); *Stenocereus* spp., *Cephalocereus* spp, *Cephalocereus gaumeri*, *Lemaireocereus griseus*, *Acanthocereus pentagonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*.

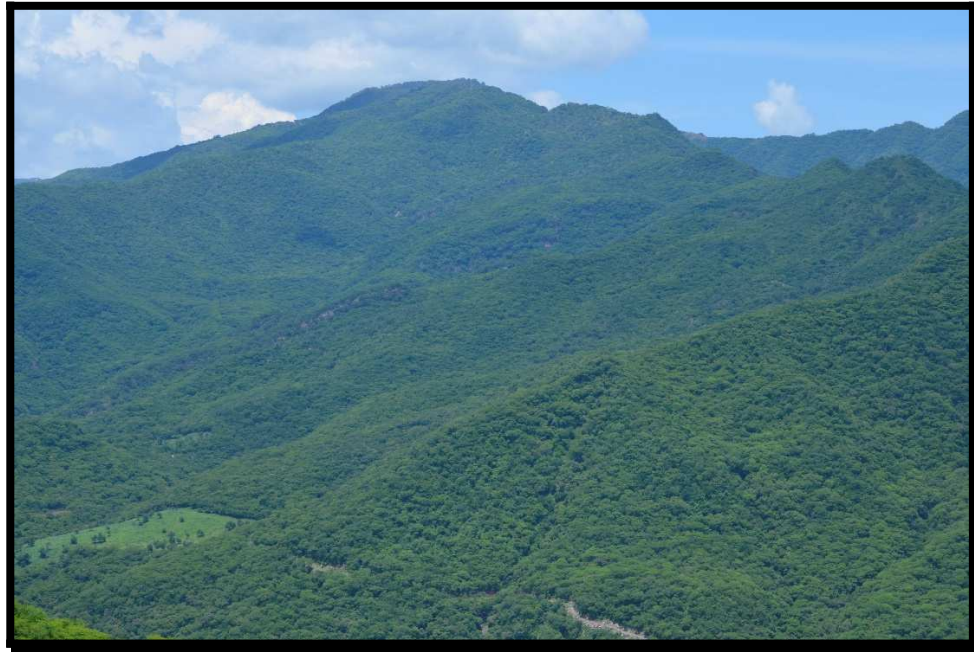


Figura IV.20.- Presencia de Selva Baja Caducifolia en el SA.

Uno de los principales problemas ambientales de la región está relacionado con el aumento en la deforestación, lo cual ha incrementado la fragmentación de la vegetación y con esto la pérdida de servicios ambientales y de diversidad biológica. Los principales factores que están influyendo en el deterioro de la región son los altos índices de cambio de uso de suelo dando paso a zonas de potreros o pastizales, seguida de la tala clandestina para la transformación de carbón, y en menor proporción el cambio de uso de suelo para el paso a zonas agrícolas, originando con ello, lo siguiente:

- _ Alto índice de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, dando paso a zonas de potreros o pastizales.
- _ Una alta fragmentación de la vegetación, pérdida de servicios ambientales y pérdida de diversidad biológica.
- _ Alto índice de pastoreo.
- _ La reducción de hábitat para la fauna.

La selva baja caducifolia proporciona servicios ambientales a las comunidades rurales circundantes como materias primas, madera, leña y alimento, provenientes de distintas especies de plantas y animales, se favorece la infiltración del agua de lluvia por lo que se convierten en zonas prioritarias de captación. La vegetación también mantiene la fertilidad del suelo mediante la degradación de hojas, ramas y raíces. Otros servicios ambientales son la de contribuir de forma importante al almacenamiento de carbono y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, polinización, dispersión de semillas y el mantenimiento de la información genética de plantas y animales.

Bosque de Encino.- Comunidad vegetal formada por diferentes especies (aproximadamente más de 200 especies) de encinos o robles del género *Quercus*; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, y pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura más o menos abiertos o muy densos.

Se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas, y se les puede encontrar en casi todo el país.

En general este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos difíciles de cartografiar dependiendo de la escala que se esté trabajando; con respecto a las características de distribución, tanto de encinos como de pinos, son muy similares.

Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla*, y en zonas tropicales *Quercus oleoides*.

Por las características de los encinos, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias, las que a su vez son incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

Usos del suelo:

Agricultura de Temporal.- Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, independientemente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales; o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esta actividad por lo menos en el 80 % de los años de un periodo dado. Algunas superficies son sembradas de manera homogénea por un cultivo o más de dos, o pueden estar combinados con pastizales o agricultura de riego, en un mosaico complejo difícil de separar, pero siempre con la dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Pastizal introducido.- Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de ingerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

Aún haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

Como ya se señaló con anterioridad, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como por ejemplo la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la selva baja caducifolia, sobre todo en la vertiente del Pacífico, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.

Las dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Cathestecum*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas.

Otra comunidad de origen análogo es el que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax corresponde al bosque mesófilo de montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, este permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus*, *Digitaria* y *Paspalum*.

IV.2.2.2.1.2.- Identificación de las especies presentes en el tipo de vegetación por afectar en el SA.

El análisis de la vegetación se baso en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales del proyecto, es decir: el esfuerzo de muestreo se concertó en áreas con tipo de vegetación selva baja caducifolia con un total de 20 puntos de muestreo de 1,000 metros cuadrados (con una superficie total muestreada de 20,000 metros cuadrados), para la identificación de la

riqueza y diversidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la lista roja de las especies de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2007).

Número total de sitios muestreados

Se realizó un muestreo de la superficie total del Sistema Ambiental, donde el cálculo del tamaño de la muestra es una de las decisiones más importantes a adoptar en la planificación del inventario forestal, puesto que determina la precisión y valor de los resultados, así como el tiempo y costos requeridos.

Generalmente es conveniente tener un balance eficiente entre precisión y costo. Uno de los factores clave para determinar el tamaño de la muestra es la variabilidad de la población a inventariar. Poblaciones con alta variabilidad requieren de más parcelas para obtener un determinado nivel de precisión, mientras que poblaciones con baja variabilidad requieren de menos parcelas de muestreo. De no disponerse de tales informaciones, es conveniente realizar un premuestreo o muestreo piloto cuyo objetivo principal sería determinar la variabilidad del bosque a inventariar.

Para calcular n = **tamaño de muestra** en este caso, como en todo el inventario los valores conocidos para la realización de un premuestreo aleatorio son:

Para esto se realiza un muestreo piloto o premuestreo, para así conocer una medida de la variabilidad. Con los valores de los 20 sitios al azar se efectuarán los primeros cálculos.

t = de las tablas de t de Student; generalmente se usa una de **0.05**, para tener un **95%** de confiabilidad.

N = Número total de unidades de la población (82,443 sitios).

n = preliminar igual 20 sitios (premuestreo aleatorio)

Se tomó la consideración de utilizar un método de muestreo extensivo por las características del área sujeta a cambio de uso del suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera irregular en toda el área.

Con el propósito de obtener una muestra representativa de los individuos a muestrear, se utilizó un inventario de muestreo que se basa en una cuadrícula con inicio aleatorio, con el fin de obtener resultados confiables y poder generalizar los resultados obtenidos a toda la población, logrando optimizar recursos, utilizando el SISTEMA DE MUESTREO SIMPLE ALEATORIO.

Para el polígono del predio donde se ubicará el proyecto se realizó un muestreo simple aleatorio, utilizando un premuestreo al azar de 20 sitios y a partir de este poder determinar el tamaño de muestra mediante la fórmula:

Fórmula Tamaño de Muestra:

$$n = \frac{S_y^2}{\frac{B_\mu^2}{t^2} + \frac{S_y^2}{N}}$$

Varianza:
$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1-f]$$

Una vez, haber realizado el muestreo en los 20 sitios, se calculó el tamaño de muestra con una confiabilidad del 95%, para determinar el error de muestreo, utilizando el índice de Shannon-Wiener, usando este último, debido a que nos interesa la biodiversidad del proyecto.

Fórmula Tamaño de Muestra:

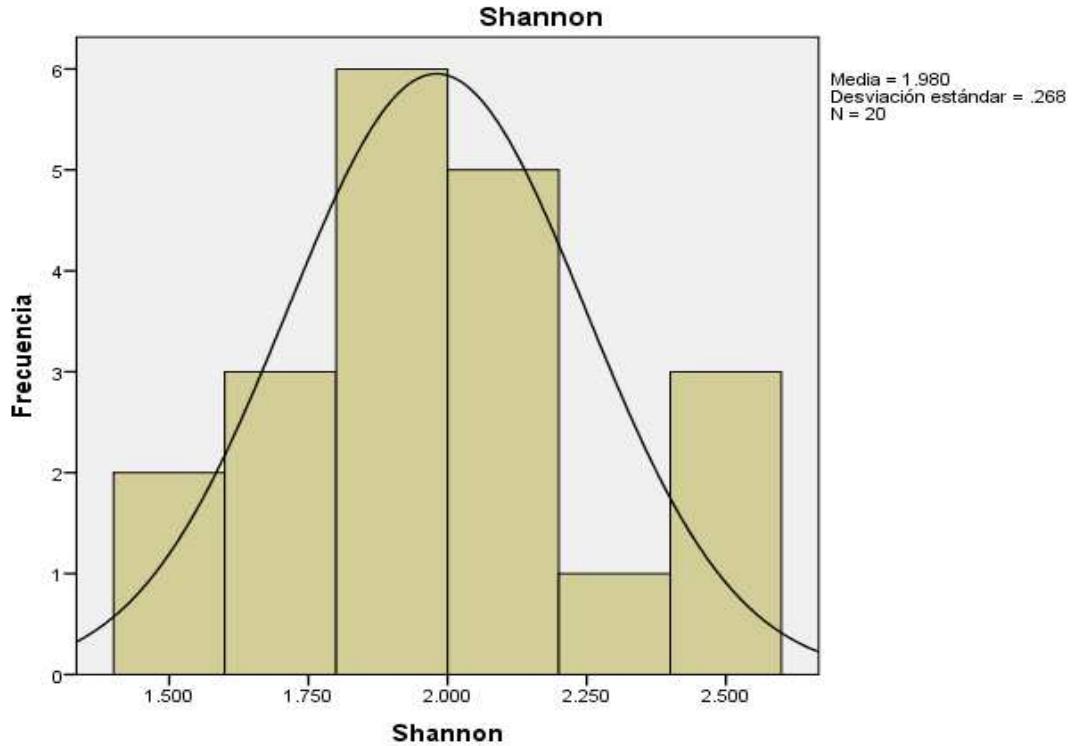
$$n = \frac{S_y^2}{\frac{B_\mu^2}{t^2} + \frac{S_y^2}{N}}$$

Varianza:
$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1-f]$$

A continuación, se presenta los índices de Shannon-Wiener de cada sitio levantado:

Tabla IV.64.- Determinación del índice de Shannon-Wiener para cada sitio de muestreo.

Sitio	índice Shannon winner	Sitio	índice Shannon winner
1	1.981	11	2.051
2	2.217	12	1.491
3	1.917	13	1.828
4	2.431	14	1.899
5	1.772	15	2.146
6	1.534	16	2.126
7	1.765	17	2.416
8	2.013	18	1.859
9	2.055	19	1.766
10	1.886	20	2.454



Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Sitio	Shannon
N		20	20
Parámetros normales ^{a,b}	Media	10.50	1.98035
	Desviación estándar	5.916	0.268073
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.077	0.111
	Positivo	0.077	0.093
	Negativo	-0.077	-0.111
Estadístico de prueba		0.077	0.111
Sig. asintótica (bilateral)		0.200 ^{c,d}	0.200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

**Tabla IV.65.- Determinación del Número de sitios (n)
Descriptivos**

	Grupo	Estadístico	Error estándar
Shannon	Sistema Ambiental	Media	1.9804
		95% de intervalo de confianza para la media	1.8549
		Límite inferior	2.1058
		Límite superior	2.12229
		Media recortada al 5%	1.9490
		Mediana	0.072
		Varianza	0.268
		Desviación estándar	1.491
		Mínimo	2.454
		Máximo	0.963

Descriptivos

	Grupo	Estadístico	Error estándar
	Asimetría	-0.183	0.512
	Curtosis	-0.237	0.992
Resultado del tamaño de muestra que debe de realizar n =		9	

POR LO QUE PODEMOS CONCLUIR QUE EL NÚMERO DE SITIOS DE MUESTREO LEVANTADOS SON MÁS QUE SUFICIENTES.

Se presentan las coordenadas en donde fueron levantados los sitios de muestreo de 1,000 m² cada uno:

Tabla IV.66.- Coordenadas de los sitios de muestreo.
Coordenadas de los sitios del muestreo predial
Coordenadas UTM WGS84 zona 13

N° Sitio	N° Vértice	X	Y	N° Sitio	N° Vértice	X	Y
1	1	211422.9	2895674.9	11	1	211311.2	2895792.0
	2	211372.9	2895675.0		2	211311.0	2895742.0
	3	211372.9	2895695.0		3	211291.0	2895742.0
	4	211422.9	2895694.9		4	211291.2	2895792.0
2	1	211422.7	2895519.1	12	1	211271.2	2895792.1
	2	211372.7	2895519.2		2	211271.0	2895742.1
	3	211372.8	2895539.2		3	211251.0	2895742.2
	4	211422.8	2895539.1		4	211251.2	2895792.2
3	1	211448.5	2895738.6	13	1	211447.4	2895838.6
	2	211398.5	2895738.7		2	211397.4	2895838.7
	3	211398.6	2895758.7		3	211397.5	2895858.7
	4	211448.6	2895758.6		4	211447.5	2895858.6
4	1	211331.4	2895841.9	14	1	211497.4	2895818.5
	2	211331.2	2895791.9		2	211447.4	2895818.6
	3	211311.2	2895792.0		3	211447.4	2895838.6
	4	211311.4	2895842.0		4	211497.4	2895838.5
5	1	211458.3	2895617.1	15	1	211498.6	2895778.5
	2	211408.3	2895617.2		2	211448.6	2895778.6
	3	211408.3	2895637.2		3	211448.6	2895798.6
	4	211458.3	2895637.1		4	211498.6	2895798.5
6	1	211422.6	2895459.0	16	1	211458.2	2895577.1
	2	211372.6	2895459.1		2	211408.2	2895577.2
	3	211372.7	2895479.1		3	211408.3	2895597.2
	4	211422.7	2895479.0		4	211458.3	2895597.1
7	1	211291.4	2895842.0	17	1	211331.6	2895891.9
	2	211291.2	2895792.0		2	211331.4	2895841.9
	3	211271.2	2895792.1		3	211311.4	2895842.0
	4	211271.4	2895842.1		4	211311.6	2895892.0
8	1	211251.2	2895792.2	18	1	211351.2	2895791.8
	2	211251.0	2895742.2		2	211351.0	2895741.8
	3	211231.0	2895742.2		3	211331.0	2895741.9
	4	211231.2	2895792.2		4	211331.2	2895791.9
9	1	211472.8	2895654.8	19	1	211422.7	2895499.1

Coordenadas de los sitios del muestreo predial							
Coordenadas UTM WGS84 zona 13							
N° Sitio	N° Vértice	X	Y	N° Sitio	N° Vértice	X	Y
	2	211422.8	2895654.9		2	211372.7	2895499.2
	3	211422.9	2895674.9		3	211372.7	2895519.2
	4	211472.9	2895674.8		4	211422.7	2895519.1
10	1	211291.2	2895792.0	20	1	211448.6	2895758.6
	2	211291.0	2895742.0		2	211398.6	2895758.7
	3	211271.0	2895742.1		3	211398.6	2895778.7
	4	211271.2	2895792.1		4	211448.6	2895778.6

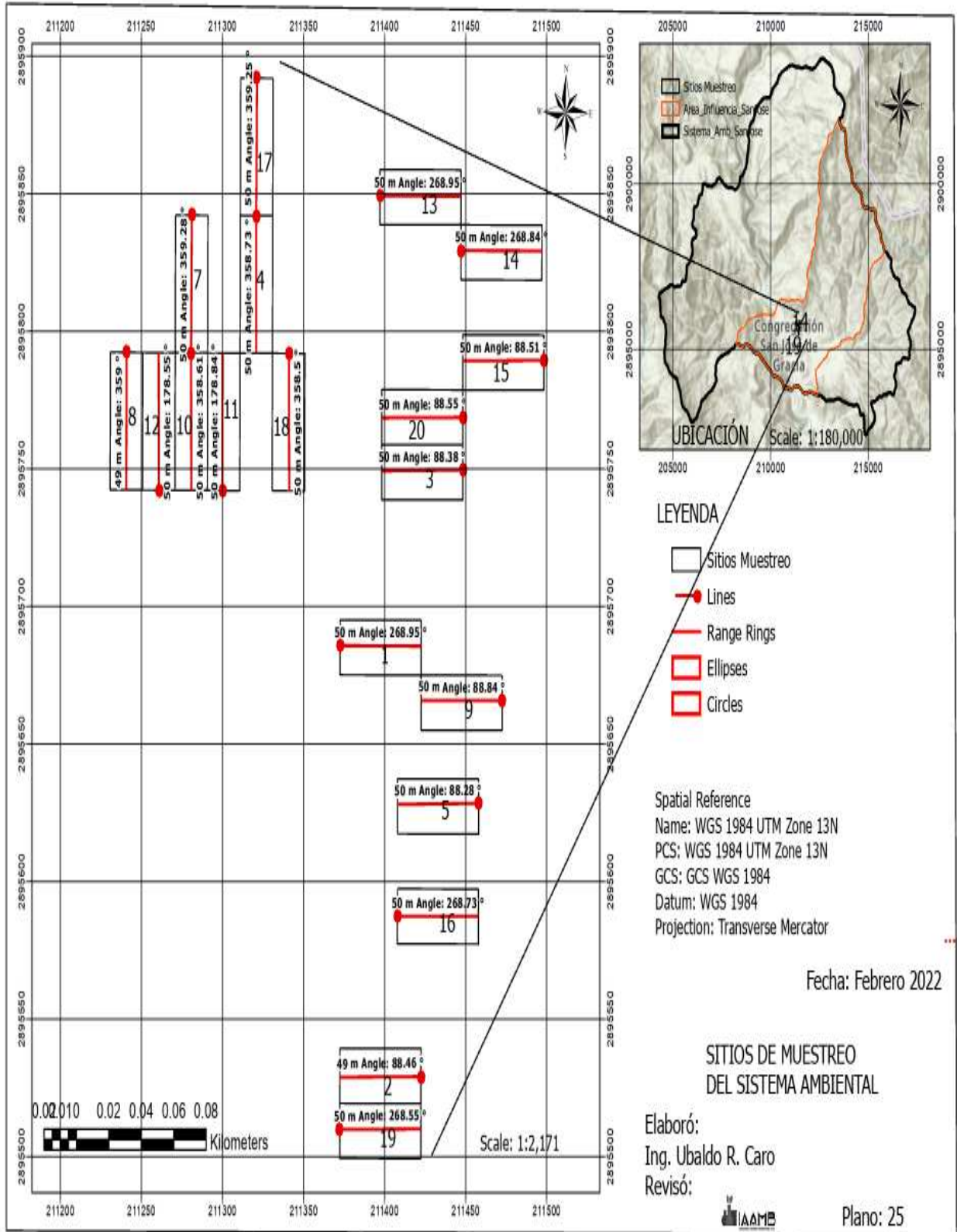


Figura IV.23.- Sitios de muestreo en el Sistema Ambiental

En la tabla siguiente se muestra el resultado de la figura anterior, donde se relaciona como se fueron levantado los sitios de muestreo, mostrando el punto de inicio, dirección y punto final en coordenadas.

Tabla IV.67.- Coordenada inicial, Dirección y Coordenada final del muestreo.

N° Sitio	COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 13				
	INICIO		DIRECCIÓN	FINAL	
	X	Y		X	Y
8	211241	2895742	358.9°	211241	2895792
12	211261	2895792	178.5°	211261	2895742
10	211281	2895742	358.6°	211281	2895792
7	211281	2895792	359.3°	211281	2895842
11	211300	2895792	178.8°	211300	2895742
18	211341	2895742	358.5°	211341	2895792
4	211321	2895792	358.7°	211321	2895842
17	211321	2895842	359.2°	211322	2895892
20	211399	2895768	88.6°	211449	2895769
15	211449	2895789	88.5°	211499	2895789
14	211497	2895829	268.8°	211447	2895829
13	211447	2895849	268.9°	211397	2895849
3	211399	2895749	88.4°	211449	2895749
1	211423	2895685	268.9°	211373	2895686
9	211423	2895666	88.8°	211473	2895666
5	211408	2895628	88.3°	211458	2895628
16	211458	2895587	268.7°	211408	2895587
2	211373	2895529	88.5°	211323	2895529
19	211423	2895510	268.6°	211373	2895510
6	211373	2895469	88.7°	211423	2895469

La selva baja caducifolia representa el 63.16% (5,206.9973 ha) de la superficie total del sistema ambiental, en esta comunidad se realizó un muestreo. Durante el trabajo de campo, se identificaron un total de 35 especies vegetales para el estrato arbóreo de todas las especies, ninguna se encuentra citada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.68.- Especies arbóreas maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Amapa rosa	<i>Tabebuia penthapylla</i>	Sin Categoría
2	Arrayán/Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Sin Categoría
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
4	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin Categoría
5	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	Sin Categoría
6	Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa macrocarpa</i>	Sin Categoría
7	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin Categoría
8	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	Sin Categoría
9	Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	Sin Categoría

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
10	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin Categoría
11	Garrapatilla/Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	Sin Categoría
12	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sin Categoría
13	Guayabillo/Venadillo	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Sin Categoría
14	Huiloche/Güiloche	<i>Diphysa puberulenta</i>	Sin Categoría
15	Jatropha/Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	Sin Categoría
16	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Sin Categoría
17	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	Sin Categoría
18	Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	Sin Categoría
19	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	Sin Categoría
20	Palo dulce/Palo cuate	<i>Eysenhartia polystachya</i>	Sin Categoría
21	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	Sin Categoría
22	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
23	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin Categoría
24	Pionía/Colorín	<i>Erythrina lanata subsp. Occidentalis</i>	Sin Categoría
25	Pochote/Ceiba	<i>Ceiba acuminata</i>	Sin Categoría
26	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Sin Categoría
27	Samo colorado/Samo baboso	<i>Heliocarpus attenuatus</i>	Sin Categoría
28	Torote copal	<i>Bursera penicillata</i>	Sin Categoría
29	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría
30	Walamo/Coyote negro	<i>Vitex mollis</i>	Sin Categoría

Tabla IV.69.- Especies arbóreas no maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Barbas de viejo/Pitayo viejo	<i>Cephalocereus purpusii</i>	Sin Categoría
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aborigenum</i>	Sin Categoría
3	Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	Sin Categoría
5	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin Categoría
6	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	Sin Categoría

Tabla IV.69.- Especies arbustivas maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Bejuco tres costillas/Huirote	<i>Serjania triqueta</i>	Sin categoría
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin categoría
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin categoría
4	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin categoría
5	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	Sin categoría
6	Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	Sin categoría
7	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin categoría

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
8	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin categoría
9	Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	Sin categoría
10	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin categoría
11	Garrapatilla/Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	Sin categoría
12	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sin categoría
13	Jatropha/Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	Sin categoría
14	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	Sin categoría
15	Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	Sin categoría
16	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	Sin categoría
17	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Sin categoría
18	Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	Sin categoría
19	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	Sin categoría
20	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin categoría
21	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin categoría
22	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin categoría
23	Samo colorado/Samo baboso	<i>Heliocarpus attenuatus</i>	Sin categoría
24	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	Sin categoría
25	Vainoro blanco/Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	Sin categoría
26	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	Sin categoría
27	Vara prieta	<i>Cordia sonora</i>	Sin categoría
28	Vinolo/Winolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin categoría

Tabla IV.70.- Especies arbustivas no maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Agave/Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	Sin categoría
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	Sin categoría
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin categoría
4	Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	Sin categoría
5	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin categoría
6	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	Sin categoría
7	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	Sin categoría

Tabla IV.71.- Especies del estrato herbáceo identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Bejuco tres costillas/Huirote	<i>Serjania triquetra</i>	Sin categoría
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin categoría
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin categoría
4	Candelilla	<i>Euphorbia collettioides</i>	Sin categoría

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
5	Cola de gato/Hierba del gusano	<i>Acalypha glopecuroidea</i>	Sin categoría
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin categoría
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	Sin categoría
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	Sin categoría
9	Cresta de gallo/Pasto	<i>Sporobolus airoides</i>	Sin categoría
10	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	Sin categoría
11	Gallito	<i>Tripogandra purpurascens</i>	Sin categoría
12	Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i>	Sin categoría
13	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	Sin categoría
14	Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	Sin categoría
15	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	Sin categoría
16	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Sin categoría
17	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin categoría
18	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin categoría
19	Pasto de sombra	<i>Oplismenus hirtellus</i>	Sin categoría
20	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin categoría
21	Tomatillo/Belladona	<i>Nicandra physalodes</i>	Sin categoría
22	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	Sin categoría
23	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin categoría
24	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	Sin categoría

IV.2.2.2.1.3.- Determinación del valor de importancia de las especies

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes.

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran

competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.* (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Donde: ABi = Área basal de la especie i.
ABT = Área basal de todas las especies.

Toda vez que la dominancia de una especie tiene relación directa con el espacio que ocupa sobre el terreno, dicho factor también se puede estimar directamente con los datos de cobertura de las especies. Se señala que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Donde: NAi = Número de árboles de la especie i.
NAT = Número de árboles de las especies presentes.

Frecuencia según Franco *et al.* (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Donde: Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.
Ft = Número total de sitios de muestreo.

IV.2.2.2.1.4. Resultados del valor de importancia de las especies para cada comunidad vegetal por afectar en el SA.

En este tipo de vegetación el estrato arbóreo presenta 35 especies distintas, de las cuales el Brasil/Palo tinta (*Haematoxylum brasiletto*) es la que obtuvo el valor de importancia más alto con 59.95% (Dominando en los tres conceptos (Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa), (de las especies con el I.V.I. más alto (arriba del 10%) representan 246.03%, que recae sobre 11 especies; 4 especies con un I.V.I. entre 5 y 10% representan un valor de 26.40% y el resto de especies (20 especies) representan el 27.57% (Tabla IV.87); en el caso del estrato arbustivo se obtuvo que la especie de Aguama (*Bromelia pingüin*), con un valor de 50.75% es la que registró el valor

de importancia más alto, en comparación con las dos especies que obtuvieron el valor más bajo con 0.49%, que se encuentran las especies Samo colorado (*Helicarpus attenuatus*) y Vainoro blanco/Garabato (*Celtis iguanaea*) (Tabla IV.88). Para el estrato herbáceo la especie Cordoncillo/Pata de pollo (*Elytraria imbricata*) con el valor de importancia más alto (44.79%) y dos especies son las que se encuentran con 0.82% obtuvo el valor de importancia más bajo (Tabla IV.89). Con estos valores se conoce que las especies con el valor de importancia más alto son las más importantes ecológicamente para la comunidad vegetal, siendo las mejor adaptadas a las condiciones locales y por ende las de mayor presencia en este tipo de vegetación (en anexo 5, se presenta los cuadros del Sistema Ambiental).

Tabla IV.72.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbóreo en el SA.

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Amapa rosa	<i>Tabebuia penthapylla</i>	2604	0.06	0.38	0.05	0.50
Arrayán/ Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	2604	0.06	0.38	0.02	0.47
Barbas de viejo/Pitayo viejo	<i>Cephalocereus purpusii</i>	5207	0.12	0.38	0.11	0.61
Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1254887	28.66	7.69	23.61	59.95
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	278575	6.36	6.15	2.35	14.87
Cardón	<i>Pachycereus pecten- aboriginum</i>	91123	2.08	5.77	3.04	10.89
Choya/ Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	2604	0.06	0.38	0.02	0.46
Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	20828	0.48	1.92	0.50	2.90
Coloncahui/ Cuilón	<i>Diphysa macrocarpa</i>	137986	3.15	5.77	1.64	10.56
Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	231712	5.29	5.38	4.76	15.44
Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	26035	0.59	2.69	1.88	5.17
Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	7811	0.18	1.15	0.06	1.40
Cucharo/ Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobi um mangense</i>	302006	6.90	6.92	3.85	17.67
Garrapatilla/ Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	23432	0.54	1.54	0.19	2.26
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	91123	2.08	4.62	1.74	8.44
Guayabillo/ Venadillo	<i>Myrcianthes fragrans</i>	2604	0.06	0.38	0.04	0.49
Huiloché/ Güiloché	<i>Diphysa puberulenta</i>	7811	0.18	0.77	0.06	1.00

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Jatropha/ Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	91123	2.08	3. 46	0.79	6.34
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	268161	6.12	6. 92	8.02	21.0 6
Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	5207	0.12	0. 77	0.30	1.19
Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	41656	0.95	2. 69	2.81	6.45
Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	2604	0.06	0. 38	0.06	0.51
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	67691	1.55	4. 23	16.47	22.2 5
Palo dulce/Palo cuate	<i>Eysenhartia polystachya</i>	13018	0.30	1. 15	0.21	1.66
Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	10414	0.24	0. 77	0.20	1.21
Papache/ Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	31242	0.71	2. 31	0.20	3.22
Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	275971	6.30	6. 92	2.64	15.8 6
Pionía/ Colorín	<i>Erythrina lanata subsp. Occidentalis</i>	5207	0.12	0. 38	0.29	0.79
Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	67691	1.55	4. 62	5.56	11.7 2
Pochote/ Ceiba	<i>Ceiba acuminata</i>	5207	0.12	0. 77	0.38	1.27
Rosa amarilla/Pal o barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2604	0.06	0. 38	0.02	0.46
Samo colorado/Sa mo baboso	<i>Heliocarpus attenuatus</i>	23432	0.54	1. 54	0.26	2.34
Torote copal	<i>Bursera penicillata</i>	23432	0.54	1. 92	1.45	3.91
Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	950278	21.70	7. 69	16.36	45.7 6
Walamo/ Coyote negro	<i>Vitex mollis</i>	5207	0.12	0. 77	0.06	0.95
	TOTAL	4379097	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.73.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbustivo en el SA.

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Agave/Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	26035	0.13	1.0	2.48	3.61
Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	307213	1.51	1.3	47.91	50.75
Bejuco tres costillas/Huirote	<i>Serjania triqueta</i>	234315	1.15	1.0	0.18	2.33
Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	1874520	9.21	6.3	1.06	16.61
Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1640205	8.06	6.0	5.56	19.62
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	963295	4.74	5.3	3.36	13.43
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	52070	0.26	2.0	1.31	3.57

Espece	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	218694	1.07	5.7	2.45	9.19
Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	156210	0.77	1.3	0.95	3.05
Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	260350	1.28	2.0	1.23	4.51
Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	3801110	18.68	6.0	1.19	25.87
Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	442595	2.18	3.0	1.06	6.24
Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	130175	0.64	1.0	0.13	1.77
Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	598805	2.94	4.3	1.83	9.11
Garrapatilla/Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	442595	2.18	2.0	1.37	5.55
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	130175	0.64	1.7	0.63	2.94
Jatropha/Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	312420	1.54	1.3	1.62	4.49
Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	937260	4.61	2.7	0.31	7.58
Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	26035	0.13	0.3	0.13	0.60
Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	104140	0.51	0.7	0.03	1.21
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	208280	1.02	1.3	0.62	2.98
Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	104140	0.51	1.3	0.14	1.99
Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	348869	1.71	6.0	7.17	14.89
Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	15621	0.08	0.7	0.40	1.15
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	104140	0.51	0.3	0.21	1.05
Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	1119505	5.50	5.7	2.54	13.71
Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraantha</i>	1536065	7.55	6.3	3.29	17.17
Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	859155	4.22	4.7	3.17	12.06
Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	5207	0.03	0.3	0.03	0.39
Samo colorado/Samo baboso	<i>Heliocarpus attenuatus</i>	26035	0.13	0.3	0.03	0.49
San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	702945	3.46	4.7	1.86	9.98
Vainoro blanco/Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	26035	0.13	0.3	0.03	0.49
Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	1770380	8.70	5.7	3.13	17.50
Vara prieta	<i>Cordia sonora</i>	442595	2.18	3.7	1.06	6.91
Vinolo/Winolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	416560	2.05	3.7	1.48	7.19
	TOTAL	20343749	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.74.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato herbáceo en el SA.

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Bejuco tres costillas/Huiron	<i>Serjania triquetra</i>	5857866	0.55	1.82	0.73	3.10
Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	96329352	8.98	9.70	7.99	26.67
Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	650874	0.06	0.61	0.10	0.77
Candelilla	<i>Euphorbia colletioides</i>	46862928	4.37	7.88	4.75	17.00
Cola de gato/Hierba del gusano	<i>Acalypha glopecuroidea</i>	4556118	0.42	2.42	0.78	3.63
Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	54022542	5.03	7.88	11.70	24.62
Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	242776002	22.62	7.27	11.44	41.33
Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	189404334	17.65	9.70	17.45	44.79
Cresta de gallo/Pasto	<i>Sporobolus airoides</i>	14970102	1.39	1.21	1.67	4.28
Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	14319228	1.33	2.42	1.31	5.06
Gallito	<i>Tripogandra purpurascens</i>	1301748	0.12	0.61	0.10	0.83
Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i>	9112236	0.85	3.64	1.10	5.58
Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	6508740	0.61	1.21	0.78	2.60
Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	11715732	1.09	1.21	1.31	3.61
Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	134080044	12.49	9.09	15.10	36.68
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	3254370	0.30	1.21	0.52	2.04
Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	5207	0.00	0.61	0.21	0.82
Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	21478842	2.00	4.24	2.04	8.28
Pasto de sombra	<i>Opismenus hirtellus</i>	6508740	0.61	2.42	0.73	3.76
Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	41655936	3.88	5.45	5.33	14.66
Tomatillo/Belladona	<i>Nicandra physalodes</i>	650874	0.06	0.61	0.16	0.82
Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	80708376	7.52	9.09	6.84	23.45
Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	7159614	0.67	1.82	0.63	3.11
Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	79406628	7.40	7.88	7.21	22.49
	TOTAL	1073296433	100.00	100.000	100.00	300.00

IV.2.2.2.1.5.- Abundancia relativa e Índice de riqueza (Shannon)

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones optimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde: H = Índice de diversidad de Shannon.

pi = Abundancia relativa de especies.

H' max = log S

Donde S = número de especies de la población.

IV.2.2.2.1.5.1.- Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la selva baja caducifolia presente en el SA.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los estratos de la selva baja caducifolia presente, lo cual nos dio que para el estrato arbóreo se obtuvo un valor para el Índice de Shannon de 2.3699, y una H max= 3.5552, con lo que se determina que se trata de un estrato heterogéneo y con una diversidad media de acuerdo con Shannon, cuya riqueza es de 35 especies, se puede inferir que el ecosistema se encuentra en estado moderado (Tabla IV.75).

El estrato arbustivo se encuentra aparentemente heterogéneo ya que para el Índice de Shannon obtuvo un valor de 2.7377 y de H máx= 3.9890 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 54 especies (Tabla IV.76).

Por último, el estrato herbáceo, se trata de un estrato tendiente a la heterogeneidad con un valor para el índice de Shannon de 3.1173 y una H máx= 3.8287, que son valores considerablemente distantes, con una diversidad media-alta de acuerdo con Shannon y una riqueza de 46 especies (Tabla IV.77).

Tabla IV.75.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Amapa rosa	<i>Tabebuia penthapylla</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
2	Arrayán/Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
3	Barbas de viejo/Pitayo viejo	<i>Cephalocereus purpusii</i>	5207	0.0012	-6.7346	-0.0080
4	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1254887	0.2866	-1.2498	-0.3581
5	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	278575	0.0636	-2.7549	-0.1753
6	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	91123	0.0208	-3.8724	-0.0806
7	Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
8	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	20828	0.0048	-5.3483	-0.0254
9	Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa macrocarpa</i>	137986	0.0315	-3.4574	-0.1089
10	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	231712	0.0529	-2.9391	-0.1555
11	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	26035	0.0059	-5.1252	-0.0305
12	Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	7811	0.0018	-6.3291	-0.0113
13	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	302006	0.0690	-2.6742	-0.1844
14	Garrapatilla/Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	23432	0.0054	-5.2305	-0.0280
15	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	91123	0.0208	-3.8724	-0.0806
16	Guayabillo/Venadillo	<i>Myrcianthes fragrans</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
17	Huiloche/Güiloche	<i>Diphysa puberulenta</i>	7811	0.0018	-6.3291	-0.0113
18	Jatropha/Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	91123	0.0208	-3.8724	-0.0806
19	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	268161	0.0612	-2.7930	-0.1710
20	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	5207	0.0012	-6.7346	-0.0080
21	Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	41656	0.0095	-4.6552	-0.0443
22	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
23	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	67691	0.0155	-4.1696	-0.0645
24	Palo dulce/Palo cuate	<i>Eysenhartia polystachya</i>	13018	0.0030	-5.8183	-0.0173
25	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	10414	0.0024	-6.0414	-0.0144
26	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	31242	0.0071	-4.9428	-0.0353
27	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	275971	0.0630	-2.7643	-0.1742
28	Pionía/Colorín	<i>Erythrina lanata subsp. Occidentalis</i>	5207	0.0012	-6.7346	-0.0080
29	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	67691	0.0155	-4.1696	-0.0645
30	Pochote/Ceiba	<i>Ceiba acuminata</i>	5207	0.0012	-6.7346	-0.0080
31	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2604	0.0006	-7.4277	-0.0044
32	Samo colorado/Samo baboso	<i>Heliocharpus attenuatus</i>	23432	0.0054	-5.2305	-0.0280
33	Torote copal	<i>Bursera penicillata</i>	23432	0.0054	-5.2305	-0.0280
34	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	950278	0.2170	-1.5278	-0.3315
35	Walamo/Coyote negro	<i>Vitex mollis</i>	5207	0.0012	-6.7346	-0.0080
		TOTAL	4379097	1.000	I.	2.3699
					Shanno	
					n	
						3.5552
						Máxima diversidad del ecosistema H' max

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.6666

	A
Taxa_S	35
Individuals	4379097
Dominance_D	0.1516
Simpson_1-D	0.8484
Shannon_H	2.37
Evenness_e^H/S	0.3056
Brillouin	2.37
Menhinick	0.01673
Margalef	2.223
Equitability_J	0.6666
Fisher_alpha	2.43
Berger-Parker	0.2866
Chao-1	35

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitavilidad_J. con software⁷.

Tabla IV.76.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Agave/Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	2953468	0.0321	-3.4398	-0.1103
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	33185	0.0004	-7.9284	-0.0029
3	Bejuco tres costillas/Huirote	<i>Serjania triquetra</i>	3252134	0.0353	-3.3434	-0.1181
4	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	530961	0.0058	-5.1558	-0.0297
5	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	696886	0.0076	-4.8839	-0.0370
6	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	597331	0.0065	-5.0380	-0.0327
7	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	398220	0.0043	-5.4435	-0.0235
8	Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	1161476	0.0126	-4.3731	-0.0552
9	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	1194661	0.0130	-4.3449	-0.0564
10	Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	1095106	0.0119	-4.4319	-0.0527
11	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	995551	0.0108	-4.5272	-0.0489
12	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	99555	0.0011	-6.8298	-0.0074
13	Copalquín	<i>Coutarea pterosperma</i>	1626067	0.0177	-4.0366	-0.0713
14	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	9557291	0.1038	-2.2654	-0.2351
15	Garrapatilla/Huevo de cochi	<i>Casearia dolichophylla</i>	132740	0.0014	-6.5421	-0.0094
16	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2356138	0.0256	-3.6657	-0.0938
17	Jatropha/Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i>	33185	0.0004	-7.9284	-0.0029
18	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	862811	0.0094	-4.6703	-0.0438
19	Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	99555	0.0011	-6.8298	-0.0074
20	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	2853913	0.0310	-3.4741	-0.1077
21	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	1360587	0.0148	-4.2148	-0.0623

7 Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paentological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaentologia Electronica 4(1):9 pp.

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
22	Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	132740	0.0014	-6.5421	-0.0094
23	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	298665	0.0032	-5.7312	-0.0186
24	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	99555	0.0011	-6.8298	-0.0074
25	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	33185	0.0004	-7.9284	-0.0029
26	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	730071	0.0079	-4.8374	-0.0384
27	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraantha</i>	33185	0.0004	-7.9284	-0.0029
28	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	132740	0.0014	-6.5421	-0.0094
29	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	199110	0.0022	-6.1366	-0.0133
30	Samo colorado/Samo baboso	<i>Heliocharpus attenuatus</i>	7864854	0.0854	-2.4603	-0.2101
31	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	66370	0.0007	-7.2353	-0.0052
32	Vainoro blanco/Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	199110	0.0022	-6.1366	-0.0133
33	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	431406	0.0047	-5.3635	-0.0251
34	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	66370	0.0007	-7.2353	-0.0052
35	Vinolo/Winolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	2754358	0.0299	-3.5096	-0.1050
		TOTAL	20343749	1.000	I. Shannon	2.9127
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				3.5555
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.8192

Índice	Valor
Taxa_S	35
Individuals	20343749
Dominance_D	0.07776
Simpson_1-D	0.9222
Shannon_H	2.913
Evenness_e^H/S	0.5259
Brillouin	2.913
Menhinick	0.00776
Margalef	2.02
Equitability_J	0.8192
Fisher_alpha	2.181
Berger-Parker	0.1868
Chao-1	35

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

Tabla IV.77.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Bejuco tres costillas/Huirote	<i>Serjania triqueta</i>	5857866	0.0055	-5.2107	-0.0284
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	96329352	0.0898	-2.4107	-0.2164
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	650874	0.0006	-7.4079	-0.0045
4	Candelilla	<i>Euphorbia colletioides</i>	46862928	0.0437	-3.1313	-0.1367
5	Cola de gato/Hierba del gusano	<i>Acalypha glopecuroidea</i>	4556118	0.0042	-5.4620	-0.0232
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	54022542	0.0503	-2.9891	-0.1505

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
7	Coquito	<i>Cyperus tenerrimus</i>	242776002	0.2262	-1.4864	-0.3362	
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	189404334	0.1765	-1.7346	-0.3061	
9	Cresta de gallo/Pasto	<i>Sporobolus airoides</i>	14970102	0.0139	-4.2724	-0.0596	
10	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	14319228	0.0133	-4.3169	-0.0576	
11	Gallito	<i>Tripogandra purpurascens</i>	1301748	0.0012	-6.7148	-0.0081	
12	Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i>	9112236	0.0085	-4.7689	-0.0405	
13	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	6508740	0.0061	-5.1053	-0.0310	
14	Malva cimarrona	<i>Sida cuspidata</i>	11715732	0.0109	-4.5176	-0.0493	
15	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	134080044	0.1249	-2.0801	-0.2598	
16	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	3254370	0.0030	-5.7985	-0.0176	
					-		
17	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	5207	0.0000	12.2362	-0.0001	
18	Papachillo	<i>Randia tetraantha</i>	21478842	0.0200	-3.9114	-0.0783	
19	Pasto de sombra	<i>Oplismenus hirtellus</i>	6508740	0.0061	-5.1053	-0.0310	
20	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	41655936	0.0388	-3.2490	-0.1261	
21	Tomatillo/Belladona	<i>Nicandra physalodes</i>	650874	0.0006	-7.4079	-0.0045	
22	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	80708376	0.0752	-2.5876	-0.1946	
		<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>					
23	Vinolo		7159614	0.0067	-5.0100	-0.0334	
24	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	79406628	0.0740	-2.6039	-0.1926	
		total	1073296433	1.0000		2.3860	
		Máxima diversidad del ecosistema H' max					3.1780
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.7508

	C
Taxa_S	24
Individuals	1073296433
Dominance_D	0.1242
Simpson_1-D	0.8758
Shannon_H	2.386
Evenness_e^H/S	0.4529
Brillouin	2.386
Menhinick	0.0007326
Margalef	1.106
Equitability_J	0.7508
Fisher_alpha	1.163
Berger-Parker	0.2262
Chao-1	24

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

IV.2.2.2.2.- Identificación y determinación del estado de la fauna área del SA

Sinaloa de Leyva se encuentra localizado a 42 kilómetros al este de Guasave y cuenta con un interesante patrimonio arquitectónico colonial. Por sus calles adoquinadas pueden admirarse construcciones del siglo XIX, que exhiben una variedad de estilos que van del neoclásico al eclecticismo propio de la región durante el Porfiriato. A unos 48 km. se encuentra la presa de Bacurato, también conocida como presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz,

en la que se puede pescar lobina negra y tilapia. En las localidades de Agua Caliente de Cota, Agua Caliente de Cebada y Las Pilas hay acceso a aguas minero-medicinales. San José, un importante centro minero, se encuentra a unos 78 km de la población de Sinaloa de Leyva.

El **Estado de Sinaloa** ocupa el puesto 13 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El inventario de **fauna silvestre** de la entidad a abril de 2015 era de 2.430 especies: 1.575 especies de invertebrados y 855 especies de vertebrados (117 especies de mamíferos, 487 de aves, 37 de anfibios, 114 reptiles y 100 de peces).

En esta entidad está representada casi el 44% de la avifauna que habita en México; el 35% de las especies de mamíferos voladores y el 14% de los mamíferos marinos presentes en el territorio nacional.

De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 51 mamíferos, 13 anfibios, 46 reptiles y 82 aves.

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: liebre antílope, ardilla gris del Pacífico, murciélago lengüetón, rata algodónera de Arizona, ardillón de roca, tlacuache ratón gris, lobo marino californiano, zorrillo manchado occidental, murciélago orejón californiano, ballena gris, comadreja cola larga, delfín de rostro largo, delfín tornillo, murciélago gris de saco, ballena piloto, murciélago mastín de Sinaloa y chihimoco de Durango, entre otros.

Dentro de las especies de aves presentes en la entidad están: Urraca sinaloense, aguililla gris, bienteveo, carpintero enmascarado, garceta verde, cormorán oliváceo, trogón citrino, garrapatero pijuy, colorín siete colores, cernícalo común, espátula rosada, pato tepalcate, garza ganadera, codorniz cresta dorada, tecolote bajo, correcaminos norteño, gaviota ploma, zambullidor orejudo, aguililla aura y milano cola blanca, entre otros.

Dentro de las especies de anfibios presentes en la entidad están: sapito pinto de Mazatlán, sapo boca angosta de Mazatlán, rana fisgona marmoleada, sapo del desierto de sonora, rana arborícola lechosa, rana del zacate, rana ladradora costeña, ajolote tarahumara, sapo pie de pala, rana tarahumara y rana silbadora, entre otras.

Dentro de las especies de reptiles presentes en la entidad están: lagarto de chaquira, boa, lagartija espinosa de panza azul, cascabel del Pacífico, culebra corredora de Petatillos, tortuga de monte pintada, tortuga Golfina, geco de bandas negras del noroeste, huico llanero, lagartija cachora, salamandrea patas de res, iguana del desierto, pichicuata, lagarto de Gila, camaleón real, jicotea de baja california y culebra suelera cola plana, entre otros.

La fauna silvestre contribuye en gran parte a la diversidad biológica y al patrimonio natural de países y regiones. Asimismo, constituye un componente esencial en la estructura y dinámica de los ecosistemas, cumpliendo múltiples funciones en su flujo de energía y reciclaje de nutrientes e información. Ofrece también un valioso recurso natural

renovable para la humanidad al proveerla de alimentos, pieles, compañía, recreación y valores culturales y escénicos. La fauna silvestre fue esencial en la alimentación proteínica de nuestros ancestros –cazadores y colectores– por miles de generaciones, y aún en la actualidad muchas comunidades tradicionales de nuestras selvas y sabanas se abastecen principalmente de la carne de cacería. Estas comunidades, dispersas en ambientes poco alterados, pueden vivir en armonía con su medio utilizando sus recursos sin agotarlos (Guerra, R. M *et. al.* 2010).

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA:

Referenciar puntos de muestreo; inicialmente se deben establecer las rutas de muestreo haciendo recorridos previos a los conteos para ubicar los transectos a seguir durante los recorridos. Para cada recorrido se deberá de marcar el punto de inicio de la ruta y el punto final de la misma. Cada ruta por separado.

MÉTODO DE MUESTREO:

Para determinar la presencia y abundancia se realizan recorridos o transectos ubicados o georreferenciados, tal método se denomina: puntos de conteo sin repetición en muestreos sucesivos (los conteos sin repetición en muestreos sucesivos se refiere a que solamente deberás de realizar ese muestreo una vez al mes en temporada, pero para la siguiente temporada, deberás de reproducir el muestreo exactamente el mismo sitio, solo en el mismo periodo de muestreo no debes de hacer más repeticiones), de manera que cada punto representa una unidad de muestreo independiente.

Formato de Campo; se anexa (6).

DISEÑO DE MUESTREO DE AVES

El diseño de muestreo en aves se realizó mediante el método Conteo por puntos, de 6 a 11:00 a.m., una vez llegar al centro de la Unidad de Muestreo, es esperar en silencio a que la actividad de las aves se normalice, que sirve para contar e identificar las aves observadas y escuchadas en un radio de 30 metros. Para hacer el conteo, dos brigadistas se ubicaron al centro de la Unidad de muestreo en silencio. De forma individual y con apoyo de los binoculares, cada brigadista registró en su formato de campo cada ave que observó y escuchó durante 10 minutos, dentro del área del radio de 30 metros. Lo hicieron sin apartarse del centro de la Unidad de muestreo, girando sobre su propio eje 360 grados. Donde anotaron cada especie, el nombre común y científico, y cuántos individuos vieron u oyeron. Adecuaciones; La persona encargada del monitoreo está familiarizado con las aves, ya que es vital el conocer los cantos de las especies que ahí habitan para determinar con mayor exactitud a el ave que se refiere (Ralph 1996).

Base de datos: Los datos son transcritos a una hoja de cálculo de Excel para “acomodar” de manera adecuada la información y facilitar el proceso de los análisis estadísticos.

DISEÑO DE MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS, DE HUELLAS Y EXCREMENTOS.

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

EL Registro de reptiles y anfibios, de huellas y excrementos⁸, se realizó mediante el Método Transectos, en horario de 7 a 11:00 de la mañana. Encuentro visual: Consiste en la observación, conteo de identificación de los rastros que dejan los animales en el sendero más cercano al centro de la Unidad de Muestreo, la brigada buscó reptiles, anfibios, huellas y excrementos en transectos de 500 metros de largo por 2 metros de ancho. Este método es empleado generalmente para determinar la abundancia relativa y riqueza de especies en un sitio determinado (Aguirre–León, 2009).

Muchos animales suelen trasladarse de zonas de alimentación a otras de descanso, por lo que es muy probable encontrar indicios a lo largo de los senderos que utilizan. Los dos brigadistas, toman mediante el GPS, las coordenadas del lugar donde empieza el transecto (coordenada de inicio), se activa en el GPS la función de recorrido o *track* para almacenar la ruta que seguirá sobre el sendero, recorriendo 500 metros en busca de reptiles, anfibios, de huellas, excrementos, trillo, marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos y olores, en un ancho de 2 metros. Después se avanza por el sendero 30 metros más. Y ahí tomará las coordenadas del inicio del siguiente transecto. Esto se realizó para todos los transectos.

DISEÑO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS

Métodos directos

Se aprovechó el método de transectos del sistema anterior. Pero, se determinó escoger una distancia mínima de detección a cada lado del transecto de 30 metros. En caso de escuchar un sonido característico mediante el cual se pueda identificar la especie, se toma nota de al menos un individuo escuchado, sin embargo, queda a consideración de la persona si puede discriminar el número de individuos mediante sonidos.

DISEÑO DE MUESTREO CON CÁMARAS TRAMPA

La observación de animales en condiciones naturales resulta generalmente difícil debido a sus patrones de conducta. Muchas especies son nocturnas; otras tienden a esconderse ante la presencia humana; algunas más se encuentran en peligro de extinción y quedan pocos individuos de su especie.

El uso de la cámara trampa, un método conocido como fototrampeo, resulta muy útil para conseguir imágenes de especies escurridizas. Las trampas cámara ofrecen algunas ventajas bien definidas sobre otros métodos para examinar aves y mamíferos terrestres. El método no es invasivo en el sentido que una foto no representa una forma de hospedamiento para la fauna silvestre. Pueden estar activadas durante las 24 h del día, lo

8 FMCN, CONAFOR, USAID Y USFS (2018). “Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zona áridas y semiáridas”, BIOCUMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

cual permite que la misma técnica pueda ser destinada para el muestreo diurno y nocturno. Finalmente, proveen un registro inequívoco de las especies, la fecha y el tiempo de detección. Puede especialmente ser útil para estimar riqueza de especies en un sitio en particular, especialmente cuando las oportunidades para otras formas de muestreo están limitadas. Aunque ninguna especie nueva ha sido descubierta usando el fototrampeo, se han realizado un número de redescubrimientos significativos y registros nuevos para mamíferos y aves (O'Connell 2011).

RESULTADOS

Se presenta el Plano georreferenciado de los puntos de muestreo de aves, los transectos para el registro de huellas y excretas de mamíferos y registro de Reptiles y Anfibios y el fototrampeo de mamíferos.

Dentro del área de Cambio de uso de suelo (Predio)

Se realizaron 7 puntos (Centro del Círculo) de registro de conteo de aves con un radio de 30 m, un transecto para el registro de huellas y excrementos de Mamíferos y conteo de Reptiles y Anfibios de 500 m de largo x 2 m de ancho y el mismo transecto se utilizó para el avistamiento de mamíferos de 30 metros para cada lado del mismo y cuatro cámaras trampa.

Puntos de muestreo para Aves

Tabla 78.- Puntos de Muestreo para Aves

Punto	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13 del Centro del Círculo		Área de muestreo (m ²)
	X	Y	
P1	211316	2895612	2,827.4
P2	211201	2895586	2,827.4
P3	211082	2895637	2,827.4
P4	211136	2895669	2,827.4
P5	211344	2895699	2,827.4
P6	211233	2895686	2,827.4
P7	211241	2895635	2,827.4
TOTAL			19,791.8

Área de muestreo por punto

$$A = \pi r^2$$

Donde:

A = área del punto de muestreo (m²)

r = radio del círculo (m)

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 (30^2) = 2,827.4 \text{ m}^2$$

Se tiene un total de 19,791.8 m² de superficie muestreada para las aves.

Transectos para el registro de huellas y excretas de Mamíferos y conteo de Reptiles y Anfibios, así como avistamiento de mamíferos.

Se realizó sólo un transecto, como se muestra las coordenadas en la tabla siguiente.

El cálculo del área del transecto es la sumatoria de las áreas de vértice a vértice, esto es:

Del vértice 1 al 2, existe una distancia de 9 metros de separación, por lo tanto, se multiplica por 2 metros del ancho para huellas, excretas y por 60 metros para Mamíferos, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 79.- Transectos para el registro de huellas y excretas de Mamíferos y conteo de Reptiles y Anfibios y avistamiento de mamíferos en el Predio

Transecto	Vértice	Lado	Distancia (m)	Área (m ²) Huellas, Excretas	Mamíferos (m ²)	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13	
						X	Y
Inicio	1	1-2	9	18	540	211069	2895596
	2	2-3	4	8	240	211069	2895605
	3	3-4	10	20	600	211069	2895609
	4	4-5	12	24	720	211071	2895619
	5	5-6	4	8	240	211076	2895630
	6	6-7	8	16	480	211079	2895633
	7	7-8	9	18	540	211087	2895636
	8	8-9	7	14	420	211095	2895639
	9	9-10	6	12	360	211101	2895643
	10	10-11	10	20	600	211106	2895646
	11	11-12	13	26	780	211112	2895648
	12	12-13	6	12	360	211121	2895643
	13	13-14	9	18	540	211134	2895641
	14	14-15	5	10	300	211139	2895637
	15	15-16	6	12	360	211147	2895634
	16	16-17	6	12	360	211152	2895635
	17	17-18	6	12	360	211157	2895638
	18	18-19	9	18	540	211162	2895639
	19	19-20	4	8	240	211167	2895636
	20	20-21	6	12	360	211171	2895631
	21	21-22	9	18	540	211176	2895627
	22	22-23	4	8	240	211181	2895620
	23	23-24	12	24	720	211182	2895616
	24	24-25	11	22	660	211186	2895605
	25	25-26	9	18	540	211192	2895596
	26	26-27	12	24	720	211199	2895591
	27	27-28	14	28	840	211207	2895582
	28	28-29	22	44	1320	211218	2895574
	29	29-30	12	24	720	211240	2895570
	30	30-31	10	20	600	211252	2895566
	31	31-32	17	34	1020	211261	2895561
	32	32-33	13	26	780	211278	2895560
	33	33-34	18	36	1080	211290	2895566
	34	34-35	21	42	1260	211307	2895571
	35	35-36	12	24	720	211326	2895579
	36	36-37	16	32	960	211337	2895584
	37	37-38	10	20	600	211328	2895597
	38	38-39	21	42	1260	211326	2895607
	39	39-40	15	30	900	211332	2895627
	40	40-41	20	40	1200	211339	2895640
	41	41-42	23	46	1380	211324	2895653
	42	42-43	9	18	540	211301	2895657
	43	43-44	27	54	1620	211292	2895659
	44	44-45	13	26	780	211265	2895663
Final	45					211253	2895657
TOTAL			499	998	29,940		

Se cuenta con una superficie de 998 m² de muestreo para el registro de huellas y excretas de Mamíferos y registro de Reptiles y Anfibios. Y una superficie de 29,940 m² (499 m largo x 60 m de ancho) para el avistamiento de Mamíferos.

Cámara trampa

Se instalaron tres cámaras trampa, donde calculamos que en la zona donde se instalaron pueden tener un alcance de visibilidad de 15, 12 y 15 metros de largo de las cámaras C1, C2, C3 Y C4 respectivamente, y cada cámara abarca un ángulo de 90°, se pusieron un

total de 30 días por 24 horas llegando a un tiempo de exposición (vigilancia) de 720 hora/trampa, con un total de las 4 cámaras de 2880 horas/trampa.

Área de muestreo por cámara (cada cámara abarca un ángulo de 90°, con 15 m de largo de visibilidad)

$$A = \pi r^2 / c$$

Donde:

A = área de visibilidad de la cámara (m²)

r = radio del círculo (m)

c = número de secciones del círculo

Para la cámara 1, tenemos una visibilidad calculada de 15 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 \cdot (15^2) / 4 = 706.86 / 4 = 176.7 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo.}$$

Para la cámara 2, tenemos una visibilidad calculada de 12 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 \cdot (12^2) / 4 = 452.39 / 4 = 113.1 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo.}$$

Para la cámara 3, tenemos una visibilidad calculada de 15 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 \cdot (15^2) / 4 = 706.86 / 4 = 176.7 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo.}$$

Para la cámara 4, tenemos una visibilidad calculada de 13 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 \cdot (13^2) / 4 = 530.9 / 4 = 132.7 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo.}$$

Tabla 80.- Punto de colocación de la cámara trampa en el predio

Cámara	Visibilidad-Longitud (m)	Área (m ²)	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13	
			X	Y
C1	15	176.7	211269	2895571
C2	12	113.1	211122	2895658
C3	15	176.7	211331	2895666
C4	13	132.7	211157	2895673
Total		599.3		

Se cuenta con una superficie total de 599.3 m² de muestreo efectivo de las 4 cámaras trampa.

Resumen de superficie muestreada para el inventario de Fauna dentro del predio.

Tabla 81.- Resumen de área Muestreada para el registro de Fauna

Método	Área (m ²)
Conteo por puntos	19,791.80
Transecto 2 m ancho	998
Transecto 60 m ancho	29,940
Fototrampeo	599.3
Total	51,329.1

Se cuenta con una superficie total de 51,329.1 m² de muestreo de Fauna del área de CUSTF.

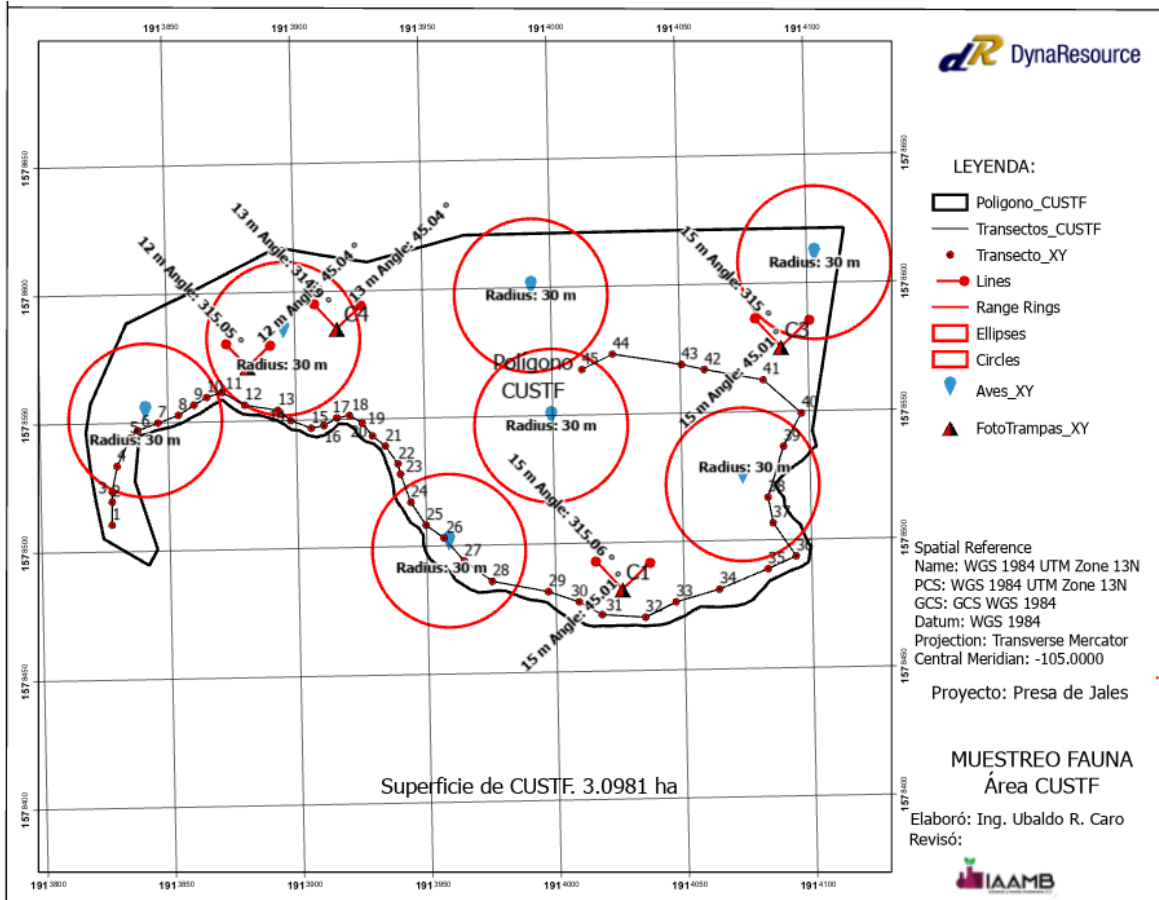


Figura 24.- Muestreo predial de Fauna (Se anexa Plano)

En el Sistema Ambiental

Se realizaron 4 puntos (Centro del Círculo) de registro de conteo de aves con un radio de 30 m, 2 transectos para el registro de huellas y excrementos de Mamíferos y registro de Reptiles de 500 m de largo x 2 m de ancho y tres cámaras trampa.

Puntos de muestreo para Aves

Tabla 82.- Puntos de Muestreo para Aves del Sistema Ambiental

Punto	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13 del Centro del Círculo		Área de muestreo (m ²)
	X	Y	
P1	209323	2898420	2,827.4
P2	209447	2898473	2,827.4
P3	209278	2898627	2,827.4
P4	209437	2898660	2,827.4
TOTAL			11,309.6

Nota: Las medidas se hicieron con GPS, debido a esto presenta un error de 3 m.

Área de muestreo por punto

$$A = \pi r^2$$

Donde:

A = área del punto de muestreo (m²)

r = radio del círculo (m)

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 (30^2) = 2,827 \text{ m}^2$$

Realizando la sumatoria del área de los cuatro puntos de muestreo, se tiene un total de 11,309.6 m² de superficie muestreada para las aves.

Transectos para el registro de huellas y excretas de Mamíferos y registro de Reptiles

Tabla 83.- Transectos para el registro de huellas y excretas para Mamíferos y registro de Reptiles y Anfibios y avistamiento de Mamíferos en el Sistema Ambiental

Transecto	Vértice	Lado	Distancia (m)	Área (m ²) Huellas, Excretas	Mamíferos (m ²)	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13	
						X	Y
Uno	1	1-2	35	70	2100	209431	2898145
	2	2-3	31	62	1860	209397	2898153
	3	3-4	34	68	2040	209366	2898156
	4	4-5	19	38	1140	209333	2898149
	5	5-6	39	78	2340	209314	2898149
	6	6-7	35	70	2100	209276	2898159
	7	7-8	25	50	1500	209257	2898188
	8	8-9	37	74	2220	209243	2898209
	9	9-10	24	48	1440	209220	2898238
	10	10-11	34	68	2040	209210	2898260
	11	11-12	33	66	1980	209213	2898294
	12	12-13	44	88	2640	209220	2898326
	13	13-14	17	34	1020	209225	2898370
	14	14-15	30	60	1800	209226	2898387
	15	15-16	26	52	1560	209252	2898401
	Final	16	16-17	39	78	2340	209278
	17					209312	2898425
TOTAL			502	1004	30120		
Dos	1	1-2	17	34	1020	209342	2898426
	2	2-3	22	44	1320	209370	2898427
	3	3-4	14	28	840	209390	2898437
	4	4-5	25	50	1500	209397	2898449
	5	5-6	30	60	1800	209405	2898473
	6	6-7	76	152	4560	209405	2898503
	7	7-8	44	88	2640	209330	2898515
	8	8-9	22	44	1320	209327	2898559
	9	9-10	24	48	1440	209324	2898581
	10	10-11	22	44	1320	209347	2898573
	11	11-12	11	22	660	209365	2898560
	12	12-13	10	20	600	209376	2898563
	13	13-14	12	24	720	209377	2898573
	14	14-15	19	38	1140	209378	2898585
	15	15-16	25	50	1500	209390	2898600
	16	16-17	25	50	1500	209415	2898604

Transecto	Vértice	Lado	Distancia (m)	Área (m ²) Huellas, Excretas	Mamíferos (m ²)	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13	
						X	Y
	17	17-18	25	50	1500	209433	2898622
	18	18-19	30	60	1800	209436	2898647
	19	19-20	17	34	1020	209410	2898661
	20	20-21	29	58	1740	209393	2898660
Final	21					209376	2898661
TOTAL			499	998	29940		

Nota: Las medidas se hicieron con GPS, debido a esto presenta un error de 3 m.

Se cuenta con una superficie de 2,002 m² de muestreo para el registro de huellas y excretas de Mamíferos y registro de Reptiles y Anfibios. Y una superficie de 60,060 m² (1001 m largo x 60 m de ancho) para el avistamiento de Mamíferos.

Cámara trampa

Se instalaron tres cámaras trampa, donde calculamos que en la zona donde se instalaron pueden tener un alcance de visibilidad de 22, 25 y 15 metros de largo de las cámaras C1, C2 y C3 respectivamente, y cada cámara abarca un ángulo de 90°, se pusieron un total de 30 días por 24 horas llegando a un tiempo de exposición (vigilancia) de 720 hora/trampa, con un total de las 3 cámaras de 2160 horas/trampa.

Área de muestreo por cámara (cada cámara abarca un ángulo de 90°)

$$A = \pi r^2 / c$$

Donde:

A = área de visibilidad de la cámara (m²)

r = radio del círculo (m)

c = número de secciones del círculo

Para la cámara C1, tenemos una visibilidad calculada de 22 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 * (22^2) / 4 = 1520.5 / 4 = 380.1 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo para cada una.}$$

Para la cámara C2, tenemos una visibilidad calculada de 25 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara (360/90) = 4 secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 * (25^2) / 4 = 1963.5 / 4 = 490.9 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo para cada una.}$$

Para la cámara C6, tenemos una visibilidad calculada de 21 m, con 90° de apertura del ángulo de visibilidad, por lo tanto, el círculo tiene 360° se divide entre 90° que tiene la cámara $(360/90) = 4$ secciones del círculo

Sustituyendo:

$$A = 3.14159265 \cdot (21^2) / 4 = 1385.4 / 4 = 346.4 \text{ m}^2, \text{ de muestreo efectivo.}$$

Tabla 84.- Punto de colocación de la cámara trampa en el predio

Cámara	Alcance	Área (m ²)	Coordenadas UTM WGS84 Zona 13	
			X	Y
C1	22	380.1	209293	2898603
C2	25	490.9	209368	2898565
C3	15	346.4	209292	2898647
Total		1217.4		

Nota: Las medidas se hicieron con GPS, debido a esto presenta un error de 3 m.

Se cuenta con una superficie total de 1217.4 m² de muestreo efectivo de las 3 cámaras trampa.

Resumen de superficie muestreada para el inventario de Fauna del Sistema Ambiental.

Tabla 85.- Resumen de área Muestreada para el registro de Fauna

Método	Área (m ²)
Conteo por puntos	11,309.6
Transecto 2 m ancho	2002.0
Transecto 60 m ancho	60,060
Fototrampeo	1,217.4
Total	74,589

Se cuenta con una superficie total de 75,589 m² de muestreo de Fauna del área del Sistema Ambiental.

Figura 33. Muestreo de Fauna del Sistema Ambiental

Tabla IV.86.- Registro de fauna silvestre dentro del Predio.

Aves dentro del predio

Mamíferos Dentro del predio

	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago	103.0224	21
	<i>Balanteopteryx plicata</i>	Murcielago	19.9879	2
	<i>Canis latrans</i>	Coyote	12.8108	1
	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	12.8108	1
	<i>Desmodus rotundus</i>	Murcielago	19.9879	2
<i>Dic</i>	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Me</i>	<i>Amazilia rutila</i>	Colibri canelo	5.9724	1
<i>Na</i>	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	5.9724	1
<i>Od</i>	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	5.9724	1
<i>Pro</i>	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	5.9724	1
<i>Sp</i>	<i>Carduelis psaltria</i>	jilguero dorso oscuro	5.9724	1
<i>Sc</i>	<i>Cathartes aura</i>	Aura	5.9724	1
<i>Ta</i>	<i>Contopus pertinax</i>	Contopus Jose Maria	5.9724	1
<i>Urc</i>	<i>Culumbina inca</i>	Tórtola inca	5.9724	1
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	9.6191	2
	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibri latirostro	5.9724	1
	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito dificil	5.9724	1
	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos californiano	5.9724	1
	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	9.6191	2
	<i>Icteria virens</i>	Breñero	5.9724	1
	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero desertico	5.9724	1
	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	9.6191	2
	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de lincoln	5.9724	1
	<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle	5.9724	1
	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corana naranja	5.9724	1
	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	5.9724	1
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	5.9724	1
	<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	5.9724	1
	<i>Pheuticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	5.9724	1
	<i>Piaya cayana</i>	Cuciillo marron	5.9724	1
	<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo	5.9724	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	5.9724	1
	<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	5.9724	1
	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	5.9724	1
	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	5.9724	1
	<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	5.9724	1
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal	5.9724	1
	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	7.1905	1
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	87.1070	42
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrialeña	9.6191	2
	TOTAL		300.00	79

Anfibios y reptiles dentro del predio

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Ameiba onduata</i>	Ameiba	27.3109	1
<i>Anaxylus mexicanus</i>	Sapo pata de pala	27.3109	1
<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija panza azul	136.1345	11
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	27.3109	1
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	27.3109	1
<i>Smilisca baudini</i>	Rana de árbol	27.3109	1
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arboricola	27.3109	1
		300.00	17

Tabla IV.87.- Registro de fauna silvestre en el Sistema Ambiental.

Aves fuera del predio (SA)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrion coronirrofo	4.0138	3
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2.9380	2
<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	4.0138	3
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya	4.5939	4
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico	5.4219	5
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí garganta roja	1.8622	1
<i>Ardea herodias</i>	Garzon gris	2.9380	2
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1.8622	1
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra mayor	2.9380	2
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	3.7660	3
<i>Callipepla duoglasii</i>	Codorniz	3.7660	3
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	4.3045	3
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero cabecirrojo	3.0833	2
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Carpodaco mexicano	1.8622	1
<i>Cathartes aura</i>	Aura	5.4076	5
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	4.0138	3
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrion arlequin	4.7107	4
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	6.2499	6
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	4.3045	3
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo sierreño	3.7660	3
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	3.0833	2
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamu	4.5939	4
<i>Culumbina inca</i>	Tortola inca	3.7660	3
<i>Columbina passerina</i>	Tortola pechipunteada	2.9380	2
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola	4.0138	3
<i>Cyanocorax beecheii</i>	Chara sinaloense	3.0833	2
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pichihuila	2.9380	2
<i>Euffonia affinis</i>	Eufonia amarilla	3.7660	3

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Egretta tula</i>	Garcita blanca	3.0833	2
<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito difícil	2.9380	2
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	3.0833	2
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquerito de wright	1.8622	1
<i>Fulica americana</i>	Gallineta	2.9380	2
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	6.8014	7
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita norteña	3.0833	2
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo	2.9380	2
<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo	2.9380	2
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	3.0833	2
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado	2.9380	2
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	4.0138	3
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	3.0833	2
<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	2.9380	2
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos	2.9380	2
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	6.1045	6
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero gila	4.0138	3
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	3.7660	3
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de lincoln	5.4219	5
<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle	3.7660	3
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	6.7468	5
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	6.2499	6
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto	3.7660	3
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero copetón	2.9380	2
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3.0833	2
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna	4.3045	3
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca	3.0833	2
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	2.9380	2
<i>Passerina ciris</i>	Gorrion siete colores	5.4219	5
<i>Passerina cyanea</i>	Colorin azul	2.9380	2
<i>Passerina versicolor</i>	Colorin oscuro	3.7660	3
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	4.0138	3
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran	4.7107	4
<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	3.0833	2
<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	3.7660	3
<i>Pirocephalus rubinus</i>	Cardenalito	2.9380	2
<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo	3.7660	3
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga	4.0138	3
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1.8622	1
<i>Ptylogonis cinereus</i>	Capulinerio gris	4.0138	3
<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negro-gris	2.9380	2
<i>Sporophyla torquelo</i>	Semillerito collarejo	3.0833	2

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Troglodita sinaloense	2.9380	2
<i>Tityra semifascia</i>	Titira	4.3045	3
<i>Tyranus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	2.9380	2
<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita comun	2.9380	2
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	2.9380	2
<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	1.8622	1
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal	3.7660	3
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	2.9380	2
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe de wilson	4.0138	3
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	6.8014	7
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma arroyera	5.4076	5
TOTAL		300.00	230

Mamíferos fuera del predio (SA)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I (%)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	33.7199	18
<i>Artibeus irsutus</i>	Murciélago	35.0423	16
<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	25.3173	12
<i>Canis latrans</i>	Coyote	10.1030	3
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	11.2206	3
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	35.0423	16
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	10.1030	3
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murcielago	12.7869	4
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	11.2206	3
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	10.1030	3
<i>Nasua narica</i>	Coati	17.0476	5
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	8.1846	2
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	10.1030	3
<i>Sigmodon arizonae</i>	Raton de cañaveral	11.2206	3
<i>Spermophilus griseus</i>	Ardilla arboricola	8.1846	2
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo matorralero	11.2206	3
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari	28.1590	14
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	11.2206	3
TOTAL		300.00	116

Anfibios y reptiles fuera del predio (SA)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I. %	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	20.9029	4
<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	16.6298	3
<i>Boa constrictor</i>	Boa	20.0454	4

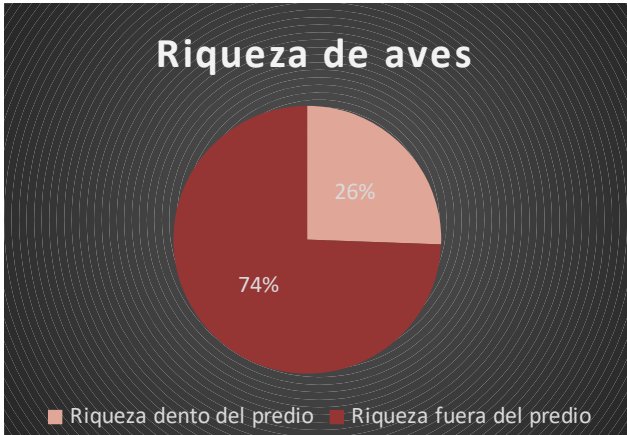
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	I.V.I. %	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Crotalus basiliscus</i>	Vibora de cascabel	12.5791	2
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	12.5791	2
<i>Cnemidophorus costatus</i>	Guico costero	16.6298	3
<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Ranita de charcas	12.5791	2
<i>Holbrookia elegans</i>	Lagartija elegante	16.6298	3
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	16.7410	3
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	12.5791	2
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	12.5791	2
<i>Lithobates magnocularis</i>	Rana pinta-oscura	16.6298	3
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	12.5791	2
<i>Masticophis biliniatus</i>	Chirriónera juvenil	12.5791	2
<i>Micrurus distans</i>	Coralillo	16.6298	3
<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	Rana arboricola	12.5791	2
<i>Plestiodon callicephalus</i>	Cuije cola azul	16.7410	3
<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	12.5791	2
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	16.6298	3
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arboricola	12.5791	2
TOTAL		300	52

Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

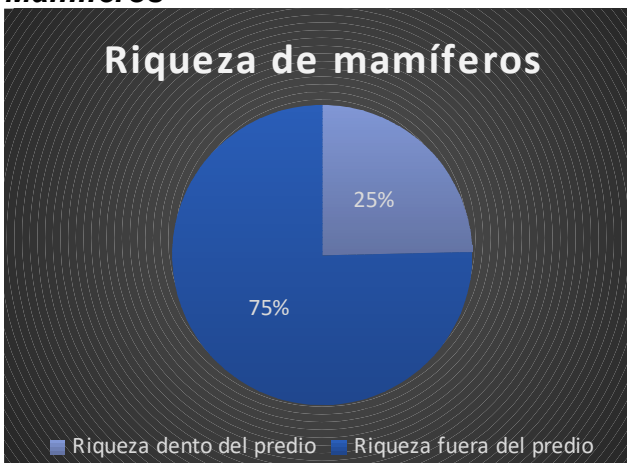
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	UBICACION
<i>Amazona finschi</i>	Loro coronilla occidental	<i>P</i>	Fuera del predio
<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	<i>P</i>	Fuera del predio
<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Boa constrictor</i>	Boa	<i>A</i>	Fuera del Predio
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	<i>A</i>	Fuera del predio
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	<i>Pr</i>	Fuera del Predio
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	<i>Pr</i>	Fuera del Predio
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	<i>Pr</i>	Fuera del Predio

ANÁLISIS DE RESULTADOS
Aves

La riqueza específica dentro del predio es mucho menor con respecto a las especies de aves que ocurren fuera del mismo. Esto sin duda es debido a que la zona ha sido constantemente impactada por las actividades antrópicas que cada vez hacen más presión a estos sitios debido a las actividades humanas

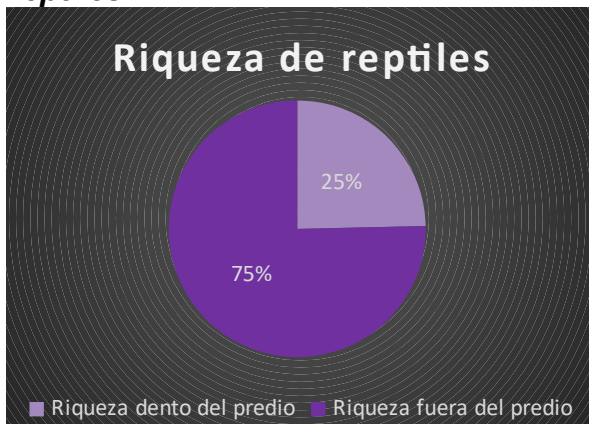


Mamíferos



Los mamíferos son las primeras especies en huir de las acciones humanas y el impacto ambiental. Debido a que en la zona se localizan varias comunidades que se asentaron en las márgenes de arroyos, la presión al hábitat ha sido desde muchos años atrás y por consiguiente, la apertura de terrenos para la agricultura y ganadería diezmaron considerablemente la zona

Reptiles



Reptiles y anfibios son muy vulnerables a los cambios del ecosistema, la ganadería y agricultura para pastoreo principalmente han sido claves en la disminución cuantitativa de la fauna, la perturbación del sitio para ser comúnmente utilizado en la actividad ganadera y agrícola aunado a la pérdida de agua, ha mermado considerablemente la condición del hábitat y por consiguiente los predios con poca biodiversidad.

Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la Fauna para el Predio.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los grupos de especies de fauna presente PREDIAL, lo cual nos dio que para el grupo de las AVES se obtuvo un valor para el Índice de Shannon de 2.3121, y una H max= 3.5262, con lo que se

determina con una diversidad Media de acuerdo con Shannon, cuya riqueza es de 34 especies.

Para el grupo de MAMIFEROS PREDIAL, no arroja que para el Índice de Shannon se obtuvo un valor de 1.8092 y de H máx= 2.6392 siendo valores distantes, con una diversidad Baja, reflejando una riqueza de 14 especies.

Por último, el grupo de los REPTILES Y ANFIBIOS PREDIAL, se trata de un grupo con un valor para el índice de Shannon de 1.2816 y una H máx= 1.9460, con una diversidad Baja de acuerdo con Shannon y una riqueza de 7 especies.

Tabla IV.88.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de AVES

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibri canelo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
2	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
3	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
4	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
5	<i>Carduelis psaltria</i>	jilguero dorso orcuro	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
6	<i>Cathartes aura</i>	Aura	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
7	<i>Contopus pertinax</i>	Contopus Jose Maria	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
8	<i>Culumbina inca</i>	Tórtola inca	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
9	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	2	0.0253	-3.6763	-0.0931
10	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibri latirostro	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
11	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito difcil	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
12	<i>Geococxys californianus</i>	Correcaminos californiano	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
13	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	2	0.0253	-3.6763	-0.0931
14	<i>Icteria virens</i>	Breñero	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
15	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero desertico	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
16	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	2	0.0253	-3.6763	-0.0931
17	<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrión de lincoln	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
18	<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
19	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corana naranja	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
20	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
21	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	1	0.0127	-4.3694	-0.0553
22	<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	1	0.0127	-4.3694	-0.0553

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
2							
2	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Pico grueso amarillo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
3							
2	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo marron	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
4							
2	<i>Picooides scalaris</i>	Carpinterillo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
5							
2	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
6							
2	<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
7							
2	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
8							
2	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
9							
3	<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
0							
3	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Zorzal	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
1							
3	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	1	0.0127	-4.3694	-0.0553	
2							
3	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	42	0.5316	-0.6318	-0.3359	
3							
3	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrialeña	2	0.0253	-3.6763	-0.0931	
4							
		Total	79	1.0000	I. Shannon	2.3121	
		Máxima diversidad del ecosistema H'					
		max					3.5262
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.6557

Índice	Valor
Taxa_S	34
Individuals	79
Dominance_D	0.2899
Simpson_1-D	0.7101
Shannon_H	2.312
Evenness_e^H/S	0.2969
Brillouin	1.883
Menhinick	3.825
Margalef	7.552
Equitability_J	0.6557
Fisher_alpha	22.64
Berger-Parker	0.5316

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software⁹.

Tabla IV.89.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de MAMIFEROS

9 Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paentological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaentologia Electronica 4(1):9 pp.

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago	21	0.5526	-0.5931	-0.3277
2	<i>Balantopterix plicata</i>	Murcielago	2	0.0526	-2.9444	-0.1550
3	<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
4	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
5	<i>Desmodus rotundus</i>	Murcielago	2	0.0526	-2.9444	-0.1550
6	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
7	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
8	<i>Nasua narica</i>	Coati	2	0.0526	-2.9444	-0.1550
9	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
10	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
11	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla de las rocas	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
12	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla arboricola	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
13	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari	2	0.0526	-2.9444	-0.1550
14	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.0263	-3.6376	-0.0957
		total	38	1.0000		1.8092
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				2.6392
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.6855

	B
Taxa_S	14
Individuals	38
Dominance_D	0.3227
Simpson_1-D	0.6773
Shannon_H	1.809
Evenness_e^H/S	0.4361
Brillouin	1.443
Menhinick	2.271
Margalef	3.574
Equitability_J	0.6855
Fisher_alpha	8.007
Berger-Parker	0.5526

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

Tabla IV.90.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de REPTILES Y ANFIBIOS

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Ameiba onduata</i>	Ameiba	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
2	<i>Anaxylus mexicanus</i>	Sapo pata de pala	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
3	<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija panza azul	11	0.6471	-0.4353	-0.2817
4	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
5	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
6	<i>Smilisca baudini</i>	Rana de árbol	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
7	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arboricola	1	0.0588	-2.8332	-0.1667
		total	17	1.0000		1.2816
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				1.9460
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.6586

	C
Taxa_S	7
Individuals	17
Dominance_D	0.4394
Simpson_1-D	0.5606
Shannon_H	1.282
Evenness_e^H/S	0.5146
Brillouin	0.9413
Menhinick	1.698
Margalef	2.118
Equitability_J	0.6586
Fisher_alpha	4.451
Berger-Parker	0.6471

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software.

Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la Fauna en el SA.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los grupos de especies de fauna presente, lo cual nos dio que para el grupo de las AVES se obtuvo un valor para el Índice de Shannon de 4.2955, y una H max= 4.3944, con lo que se determina que se trata de una fauna heterogénea y con una diversidad Alta de acuerdo con Shannon, cuya riqueza es de 81 especies.

Para el grupo de MAMIFEROS, no arroja que para el Índice de Shannon se obtuvo un valor de 2.5679 y de H máx= 2.8905 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 18 especies.

Por último, el grupo de los REPTILES Y ANFIBIOS, se trata de un grupo con un valor para el índice de Shannon de 2.9643 y una H máx= 2.9958, con una diversidad media de acuerdo con Shannon y una riqueza de 20 especies.

Tabla IV.91.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de AVES

Nº	Nombre científico	Especie	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	$\text{LN } p(i)$	$p(i) * \text{LN } p(i)$
1	<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrion coronirrofo	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
3	<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
4	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya	4	0.0174	-4.0518	-0.0705
5	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
6	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí garganta roja	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
7	<i>Ardea herodias</i>	Garzon gris	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
8	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
9	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra mayor	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
10	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
11	<i>Callipepla duoglasii</i>	Codorniz	3	0.0130	-4.3395	-0.0566

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
12	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
13	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero cabecirrojo	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
14	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Carpodaco mexicano	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
15	<i>Cathartes aura</i>	Aura	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
16	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
17	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrion arlequin	4	0.0174	-4.0518	-0.0705
18	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	6	0.0261	-3.6463	-0.0951
19	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
20	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo sierrefño	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
21	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
22	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamu	4	0.0174	-4.0518	-0.0705
23	<i>Culumbina inca</i>	Tortola inca	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
24	<i>Columbina passerina</i>	Tortola pechipunteada	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
25	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
26	<i>Cyanocorax beecheii</i>	Chara sinaloense	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
27	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pichihuila	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
28	<i>Euffonia affinis</i>	Eufonia amarilla	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
29	<i>Egretta tula</i>	Garcita blanca	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
30	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito difícil	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
31	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
32	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquerito de wright	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
33	<i>Fulica americana</i>	Gallineta	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
34	<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	7	0.0304	-3.4922	-0.1063
35	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita norteña	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
36	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
37	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
38	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
39	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
40	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
41	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
42	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
43	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
44	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	6	0.0261	-3.6463	-0.0951
45	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero gila	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
46	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
47	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de lincoln	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
48	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	3	0.0130	-4.3395	-0.0566

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
49	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
50	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	6	0.0261	-3.6463	-0.0951
51	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
52	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero copetón	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
53	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
54	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
55	<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
56	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
57	<i>Passerina ciris</i>	Gorrion siete colores	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
58	<i>Passerina cyanea</i>	Colorin azul	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
59	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin oscuro	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
60	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
61	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran	4	0.0174	-4.0518	-0.0705
62	<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
63	<i>Pheuticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
64	<i>Pirocephalus rubinus</i>	Cardenalito	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
65	<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
66	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
67	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
68	<i>Ptylogonis cinereus</i>	Capulinerio gris	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
69	<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negro-gris	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
70	<i>Sporophyla torquelo</i>	Semillerito collarejo	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
71	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Troglodita sinaloense	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
72	<i>Tityra semifascia</i>	Titira	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
73	<i>Tyranus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
74	<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita comun	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
75	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
76	<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	1	0.0043	-5.4381	-0.0236
77	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Zorzal	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
78	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	2	0.0087	-4.7449	-0.0413
79	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe de wilson	3	0.0130	-4.3395	-0.0566
80	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	7	0.0304	-3.4922	-0.1063
81	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma arroyera	5	0.0217	-3.8286	-0.0832
		Total	230	1.0000	I. Shannon	4.2955
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				4.3944
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.9775

	D
Taxa_S	81
Individuals	230
Dominance_D	0.01505
Simpson_1-D	0.985
Shannon_H	4.296
Evenness_e^H/S	0.9058
Brillouin	3.809
Menhinick	5.341
Margalef	14.71
Equitability_J	0.9775
Fisher_alpha	44.53
Berger-Parker	0.03043

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software¹⁰.

Tabla IV.92.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de MAMIFEROS

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	18	0.1552	-1.8632	-0.2891
2	<i>Artibeus irsutus</i>	Murciélago	16	0.1379	-1.9810	-0.2732
3	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	12	0.1034	-2.2687	-0.2347
4	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
5	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
6	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	16	0.1379	-1.9810	-0.2732
7	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
8	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murcielago	4	0.0345	-3.3673	-0.1161
9	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
10	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
11	<i>Nasua narica</i>	Coati	5	0.0431	-3.1442	-0.1355
12	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	0.0172	-4.0604	-0.0700
13	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
14	<i>Sigmodon arizonae</i>	Raton de cañaveral	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
15	<i>Spermophilus griseus</i>	Ardilla arboricola	2	0.0172	-4.0604	-0.0700
16	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo matorralero	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
17	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari	14	0.1207	-2.1145	-0.2552
18	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3	0.0259	-3.6550	-0.0945
		total	116	1.0000		2.5679
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				2.8905
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.8884

10 Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paentological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaentologia Electronica 4(1):9 pp.

	E
Taxa_S	18
Individuals	116
Dominance_D	0.09706
Simpson_1-D	0.9029
Shannon_H	2.568
Evenness_e^H/S	0.7243
Brillouin	2.33
Menhinick	1.671
Margalef	3.576
Equitability_J	0.8884
Fisher_alpha	5.964
Berger-Parker	0.1552

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software.

Tabla IV.93.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de REPTILES Y ANFIBIOS

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	4	0.0769	-2.5649	-0.1973
2	<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
3	<i>Boa constrictor</i>	Boa	4	0.0769	-2.5649	-0.1973
4	<i>Crotalus basiliscus</i>	Vibora de cascabel	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
5	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
6	<i>Cnemidophorus costatus</i>	Guico costero	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
7	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Ranita de charcas	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
8	<i>Holbrookia elegans</i>	Lagartija elegante	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
9	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
10	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo marmoleado	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
11	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
12	<i>Lithobates magnocularis</i>	Rana pinta-oscuro	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
13	<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
14	<i>Masticophis biliniatus</i>	Chirriónera juvenil	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
15	<i>Micrurus distans</i>	Coralillo	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
16	<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	Rana arboricola	2	0.0385	-3.2581	-0.1253
17	<i>Plestiodon callicephalus</i>	Cuije cola azul	3	0.0577	-2.8526	-0.1646
18	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	2	0.0385	-3.2581	-0.1253

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)	
19	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	3	0.0577	-2.8526	-0.1646	
20	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arboricola	2	0.0385	-3.2581	-0.1253	
		total	52	1.0000		2.9643	
		Máxima diversidad del ecosistema H' max					2.9958
		Equitatividad (J) H/H' max =					0.9895

	F
Taxa_S	20
Individuals	52
Dominance_D	0.05325
Simpson_1-D	0.9467
Shannon_H	2.964
Evenness_e^H/S	0.9691
Brillouin	2.476
Menhinick	2.774
Margalef	4.809
Equitability_J	0.9895
Fisher_alpha	11.9
Berger-Parker	0.07692

Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

CONCLUSIONES

1. En lo que respecta a la avifauna del lugar, las que se distribuyen dentro del predio, a pesar de indicar una homogeneidad buena, el análisis del valor de importancia y su riqueza, refleja que las especies dentro del predio son aquellas que principalmente soportan condiciones de actividad de acuerdo a las acciones humanas, son aves que de alguna manera están asociadas a los procesos de producción que conlleva la deforestación, remoción de suelo o agricultura, de tal manera que salvo algunas especies que encuentran espacios habitables para su nidificación o alimentación y que son especies poco comunes pudieran en algún momento representar algún peligro, el cual es fácil de resolver si se realizan un manejo adecuado del lugar.
2. En el caso de los mamíferos las especies que se detectaron dentro del predio, el análisis del porcentaje claramente nos indica la menor riqueza y abundancia de individuos, así como al contrario las especies fuera del predio presentan una mejor diversidad de especies distribuidas en espacios con mejores condiciones adyacentes al predio en cuestión. Es muy probable que animales como venados, jabalíes, armadillos, zorrillos y otros solamente ocupen el espacio de manera temporal para cumplir algunas condiciones de alimentación o trasiego.
3. Los anfibios y reptiles dentro del predio presentan poca importancia ya que las especies ahí encontradas no son las representativas de un ecosistema saludable ya que las especies encontradas son las comunes de sitios impactados por las actividades del hombre, algunas lagartijas y cachorones, lo que nos indica que las

condiciones son favorables en otro sitios con mejores expectativas para el desarrollo de los individuos, muy probablemente, los individuos observados no ocupan los espacios dentro del predio de manera permanente.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar una translocación de especies, ya que este si presenta condiciones de permanencia tal es el caso de roedores y algunos reptiles.
2. Evitar en todo momento introducir animales domésticos sobre todo gatos y perros con son las especies más comunes en el acompañamiento a las personas y que a la vez son los que más problemas causan a la vida silvestre.
3. Para mantener un hábitat favorable para la vida silvestre de fauna se recomienda establecer un vivero forestal de especies nativas, de árboles de preferencia frutales, tal es el caso del Papache (*Randia echinocarpa*), Ciruelo (*Spondias cf. Purpurea*), Cucharo (*Chloroleucon mangense*), Tasajo (*Acanthocereus occidentalis*), Tecomate (*Crescentia alata*), Nanche (*Byrsonima crassifolia*), Apomo (*Brosimum alicastrum*), Arrayan (*Psidium sartorianum*), Higuera (*Ficus insípida*), Camichin (*Ficus cotinifolia*), Anona (*Annona glabra*), Chiltepin (*Capsicum annuum*), Papaya (*Carica papaya*), Pochote (*Ceiba aesculifolia*), entre otros. y ya que se concluya el proyecto forestar la mayor densidad de árboles por metro cuadrado y a la par, darles mantenimiento hasta que se adapten a las condiciones establecidas, esto permitirá mejorar de manera considerable las condiciones del ecosistema, de esta forma evitar el deterioro a corto, mediano o largo plazo del hábitat y además aportar alimento a las especies presa y por consiguiente mantener a los depredadores con presas suficientes. De esta forma es muy probable que especies que mantienen condiciones un poco más especiales para su ciclo biológico se presenten en un corto tiempo y puedan convivir con las actividades humanas que ahí se desarrollen.
4. Darle un manejo al sitio para que los espacios perturbados o con alto grado de erosión, puedan quedar útiles en corto tiempo y de esta manera la fauna presenta vuelva a tener las condiciones favorables para que se desarrolle nuevamente.
5. De ser posible, se sugiere que los trabajos de remoción de selva sean antes de marzo y después del mes de junio, ya que la fauna reproductora como la mayoría de las aves, reptiles y muchos mamíferos pequeños están en cortejo, anidación y crianza durante ese lapso de tiempo.
6. La maquinaria y equipo abandonado es comúnmente utilizada por las especies introducidas, invasoras e invasivas, de tal forma que es necesario que estos equipos sean removidos del lugar.
7. Es indispensable un manejo adecuado de los desechos sólidos (basura), ya que esta es fuente de infecciones y problemas serios a las especies silvestres, debido principalmente a que suelen utilizar estos desechos como guaridas o buscan algún alimento el cual seguramente está contaminado.
8. Es importante contar con un área cerrada que sea igual o mayor al predio para que las especies silvestres mantengan un espacio acorde a las actividades y funciones de ellos mismos y donde les represente un sitio seguro donde las personas y animales domésticos no tengan injerencia.
9. Es necesario un programa de educación ambiental principalmente al personal que labora para que coadyuven a la conservación, manejo, restauración, reforestación

y les den un buen trato a los animales silvestres, que de alguna manera aún persiste en las personas los problemas culturales de animales que consideran son de “mal agüero” como tecolotes, lechuzas, víboras, correcominos, etcétera.

IV.3.- 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.3.1. Caracterización y análisis del área del Proyecto.

En este apartado se efectúa una caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del Predio, de tal forma que se define cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos y abióticos de importancia sustantiva. En este análisis se identifican y describen las tendencias de desarrollo y/o de deterioro que registra la misma y que pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente.

Se analizan de manera integral los aspectos sustantivos de los componentes abiótico y biótico que definen la calidad ambiental del mismo donde pretende establecerse el proyecto. El análisis antes citado y sus resultados se traducen en la determinación del estado “cero” o “estado sin proyecto” y con “estado con proyecto”, que se utilizará para realizar el análisis de factores.

IV.3.1.-Clima.

En el área de CUSTF, donde se pretende desarrollar el proyecto, se presentan el tipo de clima **Aw0** que corresponde a un clima cálido.

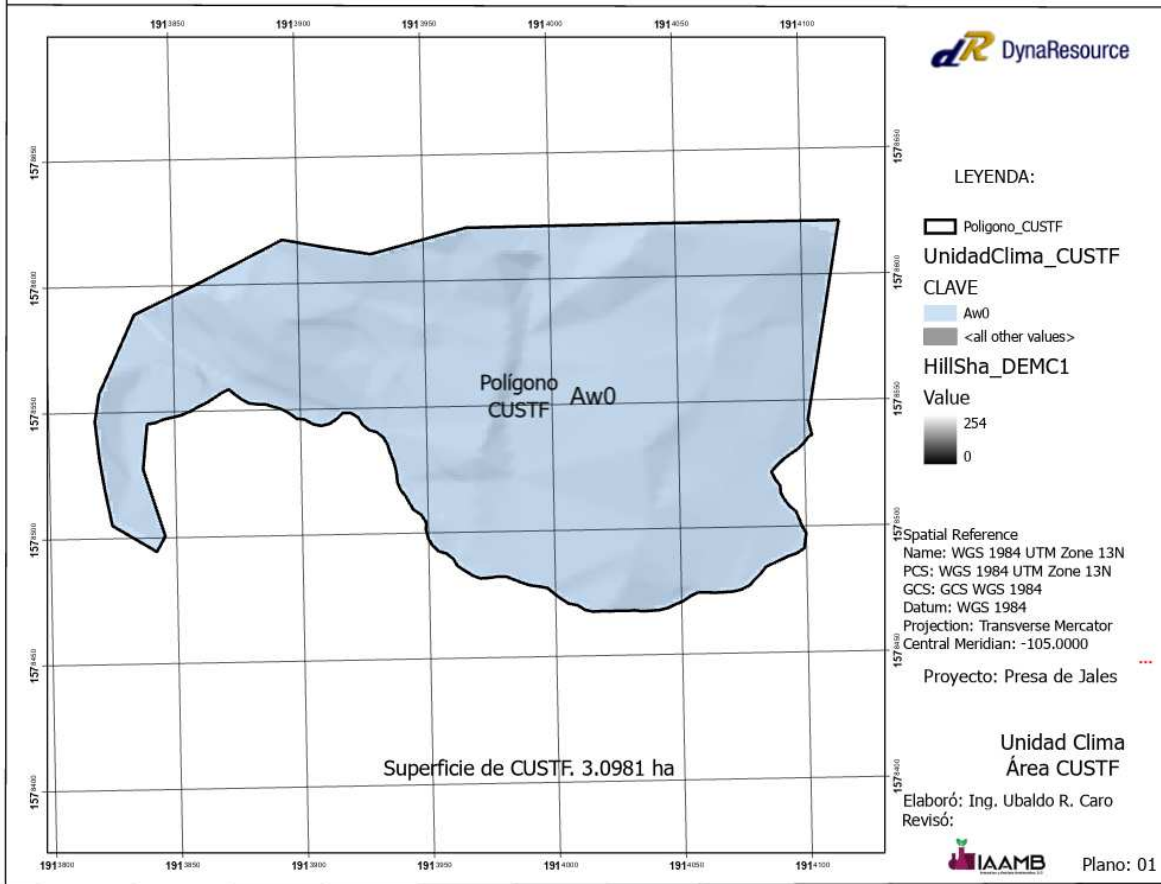


Figura IV.34.- Clima presente en el área de CUSTF.
 Proyecto de Climas Serie II. Editado por el INEGI.

La descripción de la unidad climática presente en el Área de CUSTF se describe a continuación:

Tabla IV.94.- Descripción de la Unidad Climática del Predio

Fórmula climática	Descripción temperatura	Descripción precipitación
Aw0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Fuente: Proyecto Climas Serie II. Editado por el INEGI.

El contenido de humedad dentro del suelo varía de 69 a 71 mm, el suelo puede retener la humedad de 6 a 7 meses, y varía desde el mes de julio hasta el mes de octubre y de diciembre a enero en su mayor parte, y una pequeña porción de junio a enero.

Los eventos meteorológicos como ciclones tropicales que han ocurrido en el océano Pacífico, inicia el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre. Los meses de julio, agosto y septiembre son los que presentan un mayor número de ciclones tropicales, y de ellos, el

de septiembre es el que presenta un mayor número de ciclones que afectan directamente nuestras cosas¹¹. La presencia de tormentas tropicales ha provocado fuertes precipitaciones, de tal forma que en un lapso de 24 hrs., se han alcanzado valores por encima de los 248.6 mm, como los registrados en el mes de septiembre del año 1982 (Normales climatológicas, estación 00025046 Jaina).

Tabla IV.95.- Registro de Precipitación del mes más lluvioso y la máxima diaria por Estación.

Estación	Clave	Precipitación Normal (mm)	Máxima mensual		Máxima Diaria	
			Tormenta (mm)	mes	24 hr (mm)	Fecha
Jaina	25046	865.0	535.2	Julio	248.6	29-sep-82

Según datos de la CENAPRED, el área del Predio, presenta un grado de MEDIO de peligrosidad por presencia de ciclones tropicales, con índice de 0.2.

Por su posición geográfica en la porción noroeste de la República Mexicana y su extenso litoral en el Océano Pacífico (Golfo de California), Sinaloa está expuesto a la incidencia de huracanes, con una frecuencia de 1.5 eventos por año.

Dentro del área de CUSTF, no se cruza ninguna línea de Isotherma, la más cercana corresponde al valor de 24°C, aunque representa una temperatura media anual de 24.5°C (estación 25046 Jaina).

El área de CUSTF la línea de Isoyeta más cercana que pasa, presenta una precipitación anual que va de 1000 mm.

La evapotranspiración real media anual está entre los 800 y 900 mm, y presentándose un déficit medio de agua, a saber:

1. De entre 400-500 mm

¹¹ Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Dic. 2002.

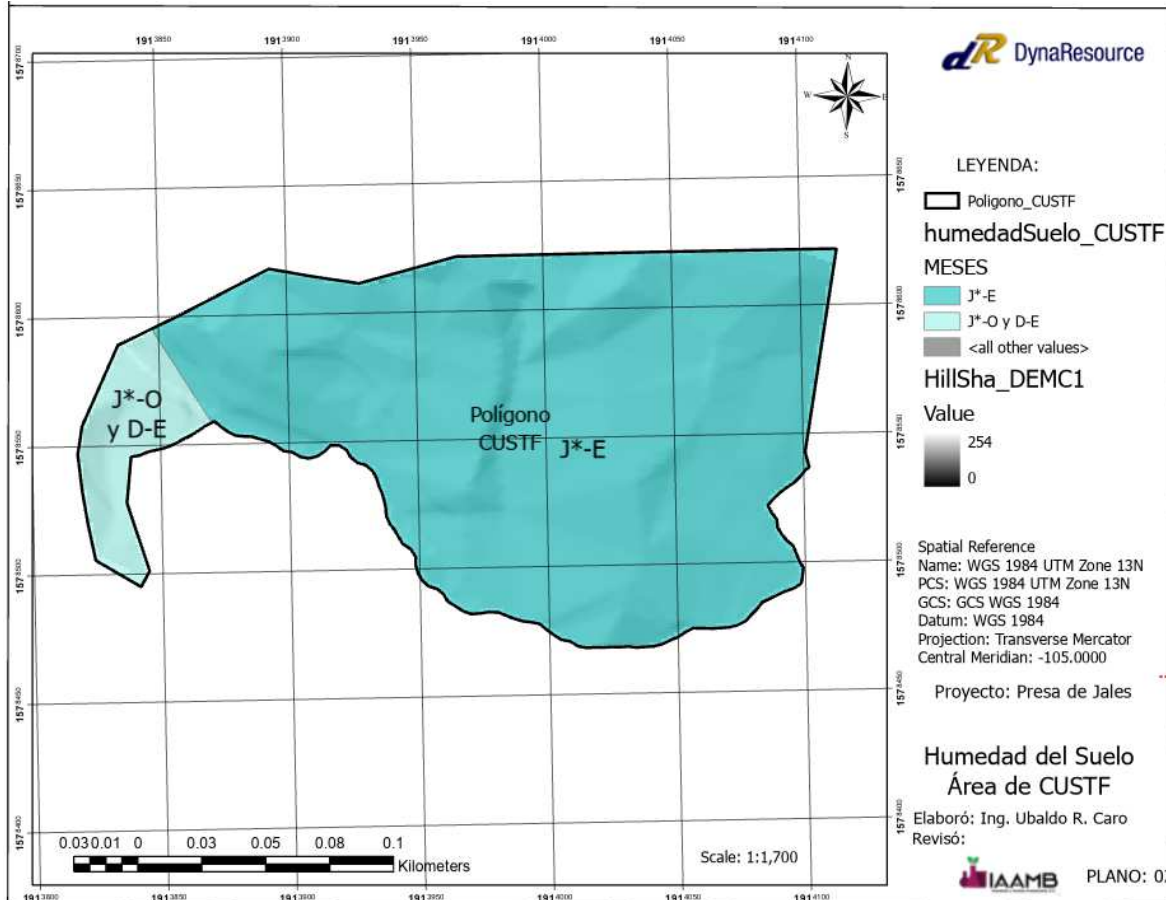


Figura IV.35.- Contenido de Humedad del Suelo en el área de CUSTF.
 Conjunto de datos vectoriales del Proyecto Climas Serie II, humedad del suelo: escala 1:1,000 000. INEGI.

IV.3.2. Geología y Orografía.

Las formas del relieve, está expresada en una asociación compleja de unidades formadas por rocas de diferentes orígenes y periodos, se presenta en el tiempo geológico del Cenozoico, los cuales se describen a continuación.

Cenozoico.- Era geológica que precede al Mesozoico; inicia hace 65 Millones de años (Ma). Está conformada por los sistemas: Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Del Cenozoico se distinguen dos eventos volcánicos principales; el inferior, andesítico, ocurrido fundamentalmente en el Paleoceno y Eoceno y el superior, riolítico, ocurrido principalmente durante el Oligoceno. El Cenozoico Superior está caracterizado por depósitos continentales areno-conglomeráticos y por derrames aislados de composición basáltica.

En el Predio se alcanza a distinguir sólo un tipo de roca en una sólo Clase de roca: ígnea extrusiva (Figura IV.26):

Tabla IV.96.- Unidad cronoestratificada del Área de Cambio de uso de suelo.

Era	Sistema	Clase	Unidad Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cenozoico	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita Ti(A)	3.0981	100.00

Fuente: Proyecto Geológico Serie II. editado por el INEGI. Procesado por ARCGIS Pro.

A continuación, se presenta la descripción del tipo de roca encontrado en el Área de Cambio de uso de suelo:

Andesita Ti(A).- Roca ígnea volcánica (intermedia) de textura afanítica o perfirítica, generalmente de color verde, pudiendo variar a rojizo, violáceo y otros colores, adquiridos por la alteración de los ferromagnesianos que contiene. Sus minerales esenciales son plagioclasas y ferromagnesianos, el cuarzo puede presentarse hasta en un 10% en cuyo caso se le denomina andesita cuarcífera. I:Andesite F:Andesite P:Andesito A:Andesit

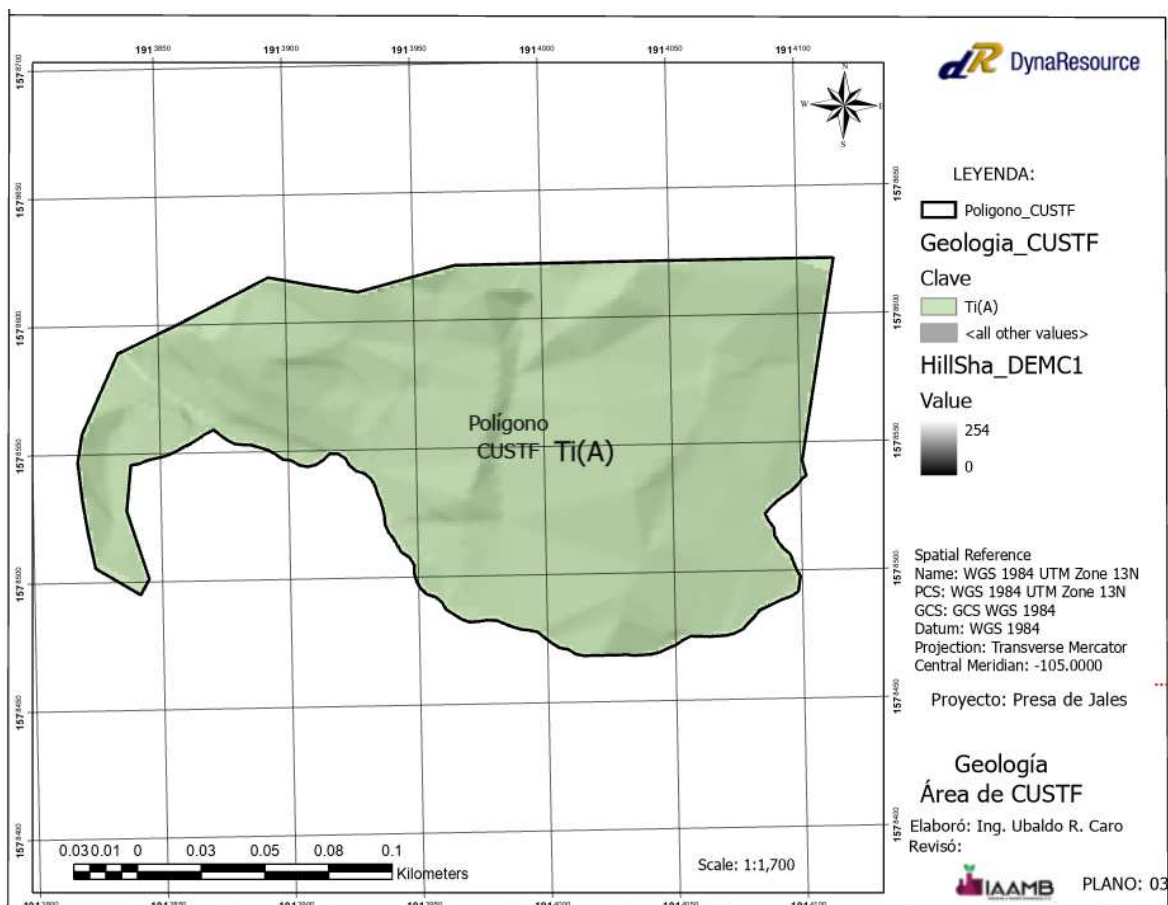


Figura IV.36.- Características geológicas del SA del DTU.

Fuente: Proyecto Geológico Serie I, MAPA DIGITAL 6.0, INEGI, procesado con ARCGIS PRO.

IV.3.3. Geología estructural

Las fallas afectan de manera considerable la estabilidad de las rocas cuando se hacen excavaciones en las mismas, o cuando la erosión deja pendientes pronunciadas en el relieve, la zona donde se ha producido el movimiento de la falla es a menudo una masa de roca triturada, dicha zona se intemperiza con facilidad y contiene, muchos poros, los cuales se rellenan con agua durante la temporada de lluvias o con agua subterránea si la zona es profunda, esta posee alta permeabilidad.

En el Área de Cambio de uso de suelo no se presenta ninguna falla.

Inundaciones

La CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Considerando, que políticamente, el área del Predio se ubica en el municipio de Sinaloa, Sinaloa, se tiene una vulnerabilidad media a inundaciones, con un número de vulnerabilidad de 0.2.

El grado de inclinación en la pendiente de los lomeríos influye en que el escurrimiento de aguas pluviales y fluviales sea continuo, aunque, no se presenta inundación dentro del área de Cambio de uso de suelo.

Actividad volcánica

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED en relación con la actividad volcánica del estado de Sinaloa y particularmente con el área de Cambio de uso de suelo, se define como una zona de actividad volcánica nula.

Sismicidad

La regionalización sísmica de CENAPRED (mayo 2014) indica que el peligro de sismo en el área donde se localiza es bajo, reportando un factor de sismo de .14, está clasificado como zona B y reporta sismos de menor frecuencia con una aceleración del terreno <70% de gravedad, lo que reduce el riesgo de posibilidad de derrumbes o deslizamiento, demás no se presentan fallas ni fracturas en el Predio.

Derrumbes y deslizamientos

El relieve dominante donde se localiza el área de Cambio de uso de suelo es Accidentado con pendientes de 34.99% principalmente serranía, estos se caracterizan por ser ambientes de escurrimiento o transporte de sedimentos por arroyos.

De acuerdo con las condiciones dominantes del predio no se perciben riesgos y latentes de que se presente este tipo de eventos, dado que los deslizamientos, en muchos de los casos, tienen como causa elevadas precipitaciones, sismos y otros eventos naturales que no se presentan periódicamente, la posibilidad se reduce aún más.

Degradación del suelo:

En el predio no presenta niveles de degradación¹².

Son valores en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos.

IV.3.3.1. Geomorfología.

El área de Cambio de uso de suelo se localiza en la provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental, la Región o **provincia** fisiográfica de la **Sierra Madre Occidental** es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos.

El área de estudio presenta un rasgo geomorfológico, una zona de montañas, que forma parte de la Sierra Madre Occidental y se caracteriza por presentar relieves accidentados, donde generalmente los valles son estrechos en forma de “v”, las corrientes tienen gradientes considerables; la región se encuentra en una etapa juvenil del ciclo geomorfológico.

La orientación del área de Cambio de uso de suelo en su mayor superficie se presenta al Oeste.

El relieve o topofomas dentro del Área de Cambio de uso de suelo, es característico en su totalidad de Sierra, donde la pendiente es media a alta, de manera específica las topofomas de Sierra (Sierra Alta con Cañones).

Tabla IV.97.- Sistema Topofomas en el Área de Cambio de uso de suelo.

Topoforma	Descipción	Área (ha)	Porcentaje %
Sierra	Sierra Alta con Cañones	3.0981	100.00

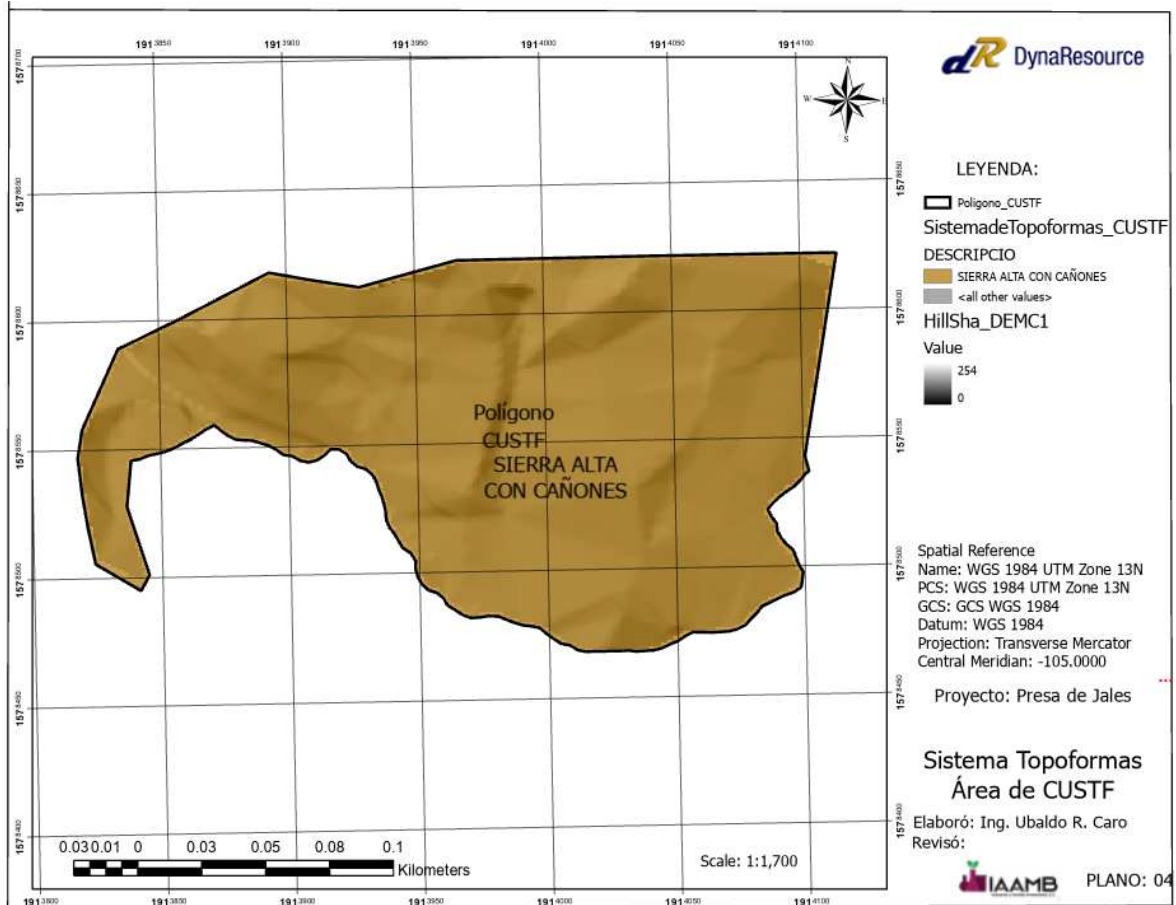


Figura IV.37.- Subprovincia fisiográfica del Área de Influencia y del SA.
Mapa Digital 6.0 INEGI y utilizando ARCGIS Pro

Pendiente media del Área de Cambio de uso de suelo:

Para la calificación de la pendiente del terreno, se reagrupó la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital dentro de siete rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, realizando el geoprocés en el ArcGis Pro.

Donde el ArcGis Pro, calcula la pendiente media del área de Cambio de uso de suelo, como la media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales del área, en la que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; este índice muestra la velocidad media de la escorrentía y con él su poder de arrastre y nivel erosivo. (Ibañez, Moreno, & Gisbert Blanquer, 2011).

Tabla IV.98.- Resultado de la pendiente del Área de Cambio de uso de suelo.

OBJECTID	Rango de Pendientes (%)			Count	Mediana*Count
	Mínima	Máxima	Mediana		
1	0.000	23.894	18.517	6315	116933
2	23.899	36.206	29.977	5632	168828
3	36.207	49.239	41.752	6230	260112
4	49.243	65.897	55.093	2008	110627
5	65.900	88.723	75.061	616	46237.8
6	89.305	123.047	102.061	285	29087.3
7	123.316	184.656	138.882	59	8194.05
TOTALES				21145	740019
PENDIENTE MEDIA %					34.99

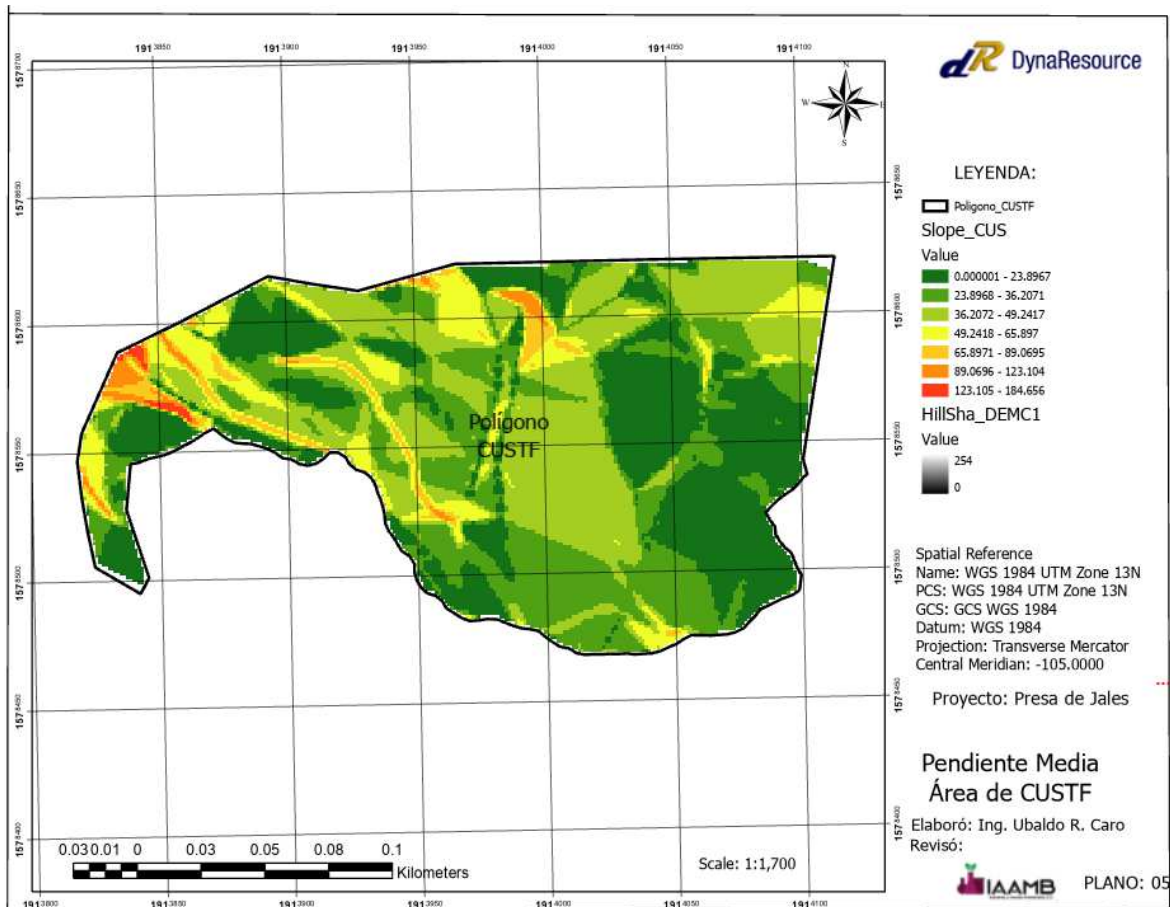


Figura IV.38.- Pendientes del área de Cambio de uso de suelo. Utilizando el ArcGis Pro.

El cuadro siguiente, nos indica que la distribución de la orientación del terreno del área de Cambio de uso de suelo en un mayor porcentaje con 31.66%, que corresponde a la exposición Oeste (West).

Tabla IV.99.- Cuadro de Orientación del terreno del Area de Influencia.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Porcentaje (%)
1	Zenital	782	0.22
2	North	358	0.39

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Porcentaje (%)
3	Northeast	181	0.32
4	East	717	2.14
5	Southeast	1657	6.62
6	South	5089	23.16
7	Southwest	5003	25.26
8	West	5775	31.66
9	Northwest	1219	7.47
10	North	364	2.77
TOTALES		21145	100.00

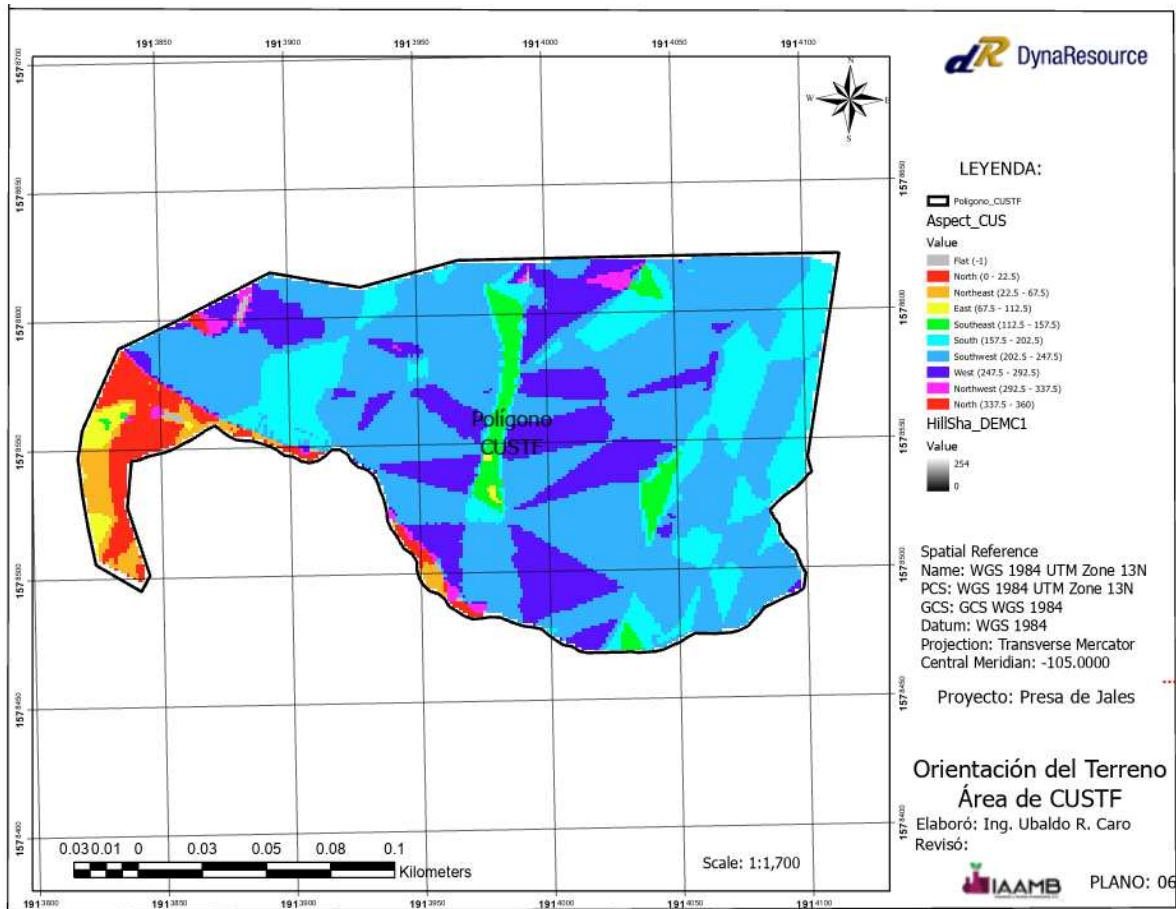


Figura IV.39.- Orientaciones del terreno del área de Cambio de uso de suelo.

IV.3.4. Hidrología de análisis del área de Cambio de uso de suelo

El área de Cambio de uso de suelo donde se localiza en la subcuenca Río Sinaloa, que forman parte de las cuencas hidrográficas Río Sinaloa.

Subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses. Incluye un área extensa de grandes elevaciones topográficas, con inclinaciones preferentemente al occidente. Se caracteriza por presentar mesetas formadas por derrames piroclásticos de composición riolítica, con una topografía abrupta debido al gran número de cañones que la disectan.

IV.3.4.1. Hidrología superficial

Las redes de drenaje pueden ser modeladas o representadas como árboles, los cuales están conformados por un conjunto de nodos conectados uno a otros por segmentos de recta o de manera cada nodo tiene solo una ruta hacia la salida. Los nodos que se conectan a un solo segmento son llamados fuentes y los que conectan a más de uno son llamados uniones. Además, los segmentos que se conectan a una fuente y a una unión se les denomina tramos exteriores o externos y a aquellos que se conectan a dos uniones se les denomina tramos interiores o internos.

El área de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales no la cruza ninguna corriente de agua, conforme a los datos vectoriales de la Red hidrográfica RH10Ea, editada por el INEGI. La corriente que pasa más cerca del proyecto es del orden 5.

La curva hipsométrica, es una curva que representa el porcentaje de área que existe en la cuenca por encima de un valor de cota determinado. Sirven para definir características fisiográficas de las cuencas hidrográficas y representa las características topográficas de la cuenca en estudio.

La función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación.

Es posible convertir la curva hipsométrica en función adimensional usando en lugar de valores totales en los ejes, valores relativos: dividiendo la altura y el área por sus respectivos valores máximos.

Tabla IV.100.- Cuadro de áreas entre Curvas de Nivel.
Procesado con ARCGIS PRO.

N° Orden	Cota (msnm)			Area (km ²)			
	Mínimo	Máximo	Altura Promedio	Área entre intervalos	Acumulado	% Acum	% Área entre curvas
1	415.1	425.9	420.50	0.0177	3.09	100.00	0.57
2	426.0	433.8	429.90	0.1204	3.08	99.43	3.89
3	433.8	440.8	437.30	0.3357	2.95	95.53	10.85
4	440.8	448.0	444.38	0.5057	2.62	84.68	16.35
5	448.0	455.9	451.94	0.4899	2.11	68.33	15.84
6	455.9	465.1	460.50	0.5355	1.62	52.49	17.31
7	465.1	472.0	468.56	0.4678	1.09	35.18	15.13
8	472.0	479.3	475.64	0.3458	0.62	20.05	11.18

N° Orden	Cota (msnm)			Area (km ²)			% Área entre curvas
	Mínimo	Máximo	Altura Promedio	Área entre intervalos	Acumulado	% Acum	
9	479.3	488.1	483.70	0.1893	0.27	8.87	6.12
10	488.1	499.0	493.57	0.0849	0.08	2.75	2.75
Total			456.60	3.0927	17.55		

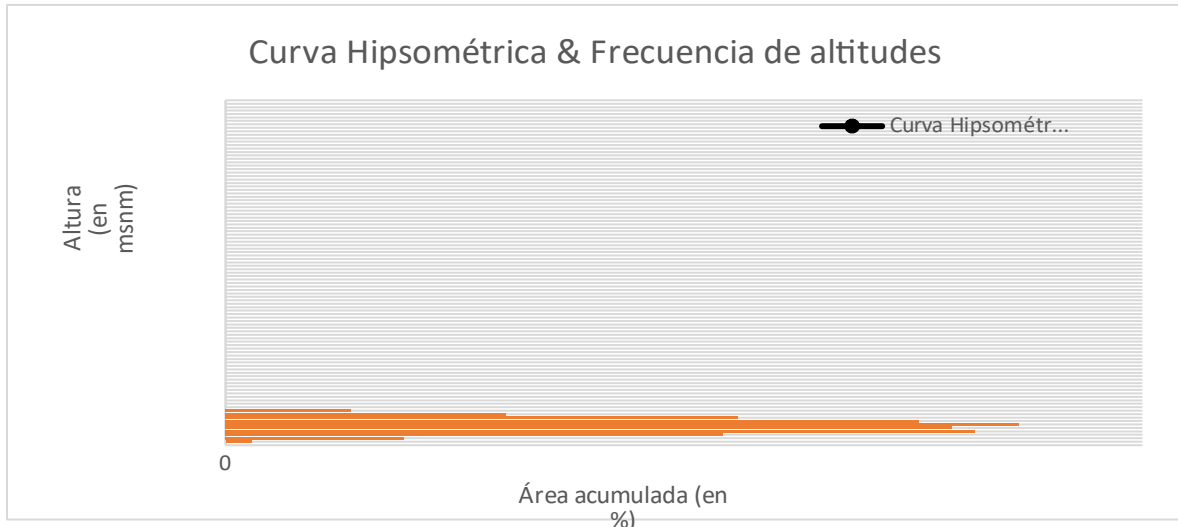


Figura IV.40.- Curva Hipsométrica del área de Cambio de uso de suelo.

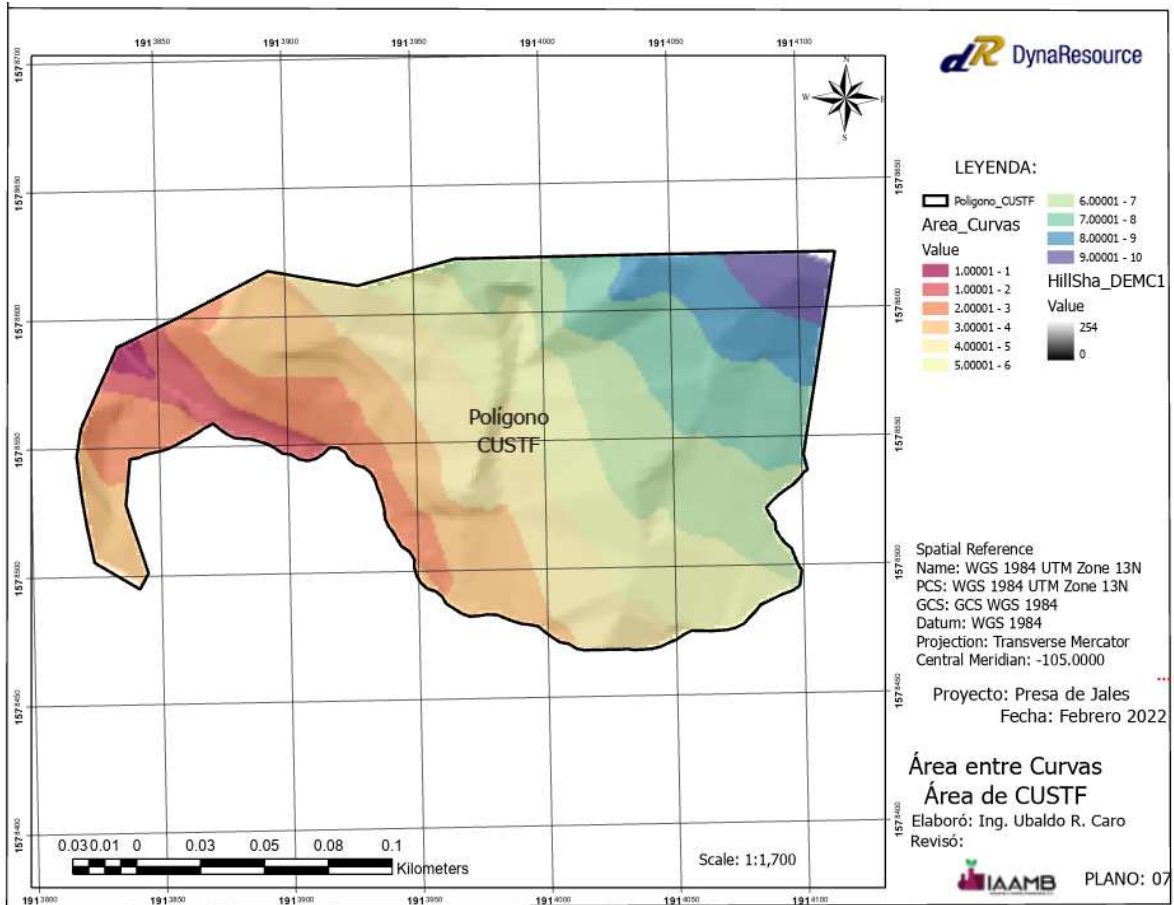


Figura IV.41.- Area entre Curvas de Nivel
 Utilizando el Modelo de Elevación Digital del Sistema Ambiental, procesado en ARCGIS Pro

IV.3.4.2. Hidrología subterránea

De acuerdo con La Ley de Aguas Nacionales (2013) se define que el acuífero es: cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. Se considera al río Sinaloa en su mayor parte de su superficie no rige ningún decreto de veda, que se localiza en una cuenca hidrográfica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo proviene de la Sierra Madre Occidental la cual se considera la zona de recarga hacia el Golfo de California.

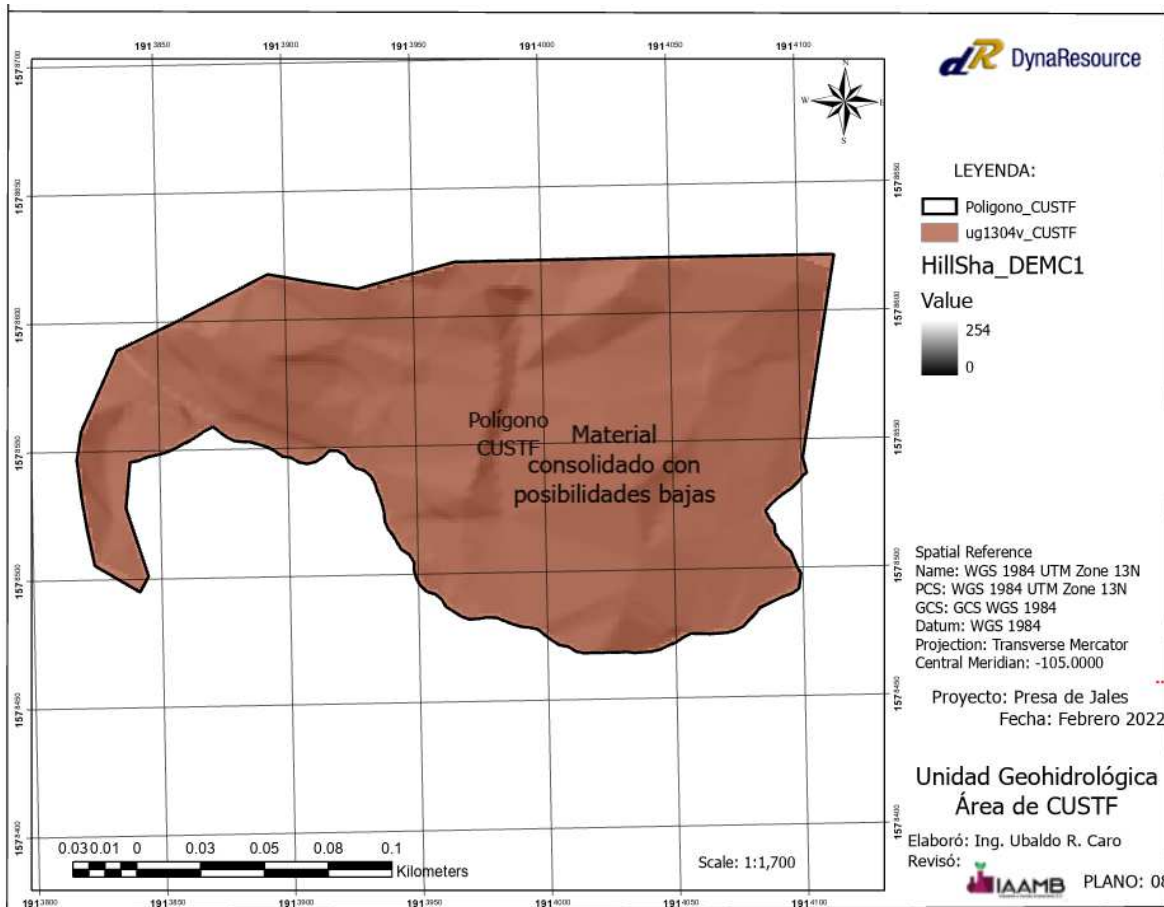


Figura IV.42.- Unidad Geohidrológica área de Cambio de uso de suelo

Los materiales cuaternarios y recientes del área de CUSTF, que se extienden con una dirección Oeste con una inclinación hacia el océano Pacífico. La recarga natural del acuífero lo constituyen la recarga vertical por infiltración de la lluvia. La disponibilidad de agua subterránea está en función de la realización de un balance de la misma, donde se define la recarga que tiene el acuífero (CONAGUA, 2015).

Dentro del área de CUSTF se encuentran un tipo de unidad geohidrológica. Material consolidado con posibilidades bajas (Conjunto de Datos Vectoriales Guachochi UG1304v).

El tipo de acuífero. Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de **tipo libre, heterogéneo y anisótropo**, se encuentra constituido, en su porción superior, por los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, litorales, eólicos lacustres, que constituyen el lecho y llanura de inundación del Río Sinaloa y la planicie costera, así como en los conglomerados; cuyo espesor conjunto es de varios cientos de metros en la porción central de la planicie. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento ¹³.

El acuífero Río Sinaloa, limita al norte, noreste y oeste con el acuífero Río Fuerte; al sureste con el acuífero Río Culiacán y al sur con Río Mocorito, todos ellos en el Estado de Sinaloa, al suroeste su límite es el Golfo de California.

Tabla IV.101.- Datos disponibles del acuífero río Sinaloa

Acuífero (2502) río Sinaloa	
Tipo de acuífero	Abierto
Permeabilidad	Media-Alta
Fuente de recarga	Infiltración de precipitación
Disponibilidad	
Recarga total media anual (R)	448.6 hm ³ /año
Descarga natural comprometida (DNC)	141.3 hm ³ /año
Volumen de extracción de agua subterránea (VEAS)	299.06812 hm ³ /año
Disponibilidad de aguas subterráneas (DMA)	8.23188 hm ³ /año
Recarga vertical (Rv)	35.1 hm ³ /año
Recarga inducida (Ri)	238.3 hm ³ /año
Extracción por Bombeo (B)	242.4 hm ³ /año
Salida Flujo subterráneo horizontal (Sh)	28.9 hm ³ /año
Evapotranspiración (ETR)	149.8 hm ³ /año
Cambio de almacenamiento (VS)	17.5 hm ³ /año

2. Fuente: CONAGUA Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sinaloa (2502) Estado de Sinaloa., Publicado en el Diario Oficial de la Federación Diciembre 2020.

IV.3.4.3. Balance hídrico

El concepto de balance en hidrología, hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables a

¹³ CONAGUA, Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Río Sinaloa (2502), estado de Sinaloa. Diciembre 2020.

diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

El ciclo hidrológico, es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua en la tierra, el cual se define como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y volver a la atmósfera: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y evaporación.

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, se debe a dos causas, la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

Cálculo del balance hídrico.

En base a la publicación del Modelo Analítico para Determinar la Infiltración con base en la Lluvia Mensual, Gunther Schosinky & Marcelino Losilla. Universidad de Costa Rica, San José. 1999, indica que, de la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otra escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrando. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar; es la interceptada por el follaje de las plantas. Por lo que se tomará como base para realizar el Balance Hídrico del proyecto.

Intercepción del follaje

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, en depresiones superficiales, la hojarasca que esta sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)¹⁴.

Se estima que, en cada aguacero, el follaje, venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler,1957). En otras palabras, se puede asumir que el mismo porcentaje de lluvia mensual, es interceptado sin llegar al suelo. Linsley et al. (1958) mencionan que la lluvia anual interceptada en un bosque bien formado varía entre 10% y 20%. Por lo que, asumiremos una retención del 12% para todos los casos.

Calculando la intercepción para el área de CUSTF nos da el siguiente resultado, por el tipo de uso de suelo y vegetación, presente en el área de CUSTF.

Tabla IV.102.- Intercepción de Lluvia en el área de CUSTF

Uso del Suelo y Vegetación	Precipitación (m³)	Cobertura (%)	Coefficiente de Intercepción (%)	Intercepción de la Lluvia (m³/año)
Selva Baja	26,798.565	80.0	9.600	2,058.130

14 Jiménez, O.F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Pp 1-7.

Caducifolia			
Total	26,798.565	9.600	2,058.130

Lo que nos da como resultado es una intercepción en el área de CUSTF de **2,058.130** m³/año, que representa el **7.68%** del total (26,798.565 m³/año).

Escurrimiento medio

El escurrimiento superficial se determina a través del método de curvas numéricas, del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) de los Estados Unidos y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004.

Para el método SCS-CN, representa el coeficiente de escurrimiento medio (Q) mediante cantidad de precipitación y retención máxima potencial (S), utilizando valores de curvas numéricas. Donde las curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, usos de suelos, con su tratamiento mecánico y condición de humedad antecedente (no considerada en el trabajo). Las fórmulas para obtener Q y S se indican a continuación:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

donde:

Q = escurrimiento medio por evento (mm).

P = precipitación efectiva por evento (mm).

S = retención máxima potencial (mm).

La condición para aplicar la fórmula es que $Q > 0$ cuando $P > 0.2S$, de lo contrario $Q = 0$ y por lo tanto, ya que si no se cumple esto, la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no se escurre.

La retención máxima potencial se obtiene mediante curvas numéricas, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S = Potencial máximo de retención de humedad.

CN = curva numérica (adimensional).

25400 y 254 = Constantes.

La obtención del valor de curva numérica para cada condición o factores, se utilizó el valor de S en la anterior ecuación:

Factores:

- d) Suelo.- El suelo es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración. El método SCS-CN toma en cuenta la clase de textura de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases (Tabla IV.25. Grupo de suelos en función de tipo y uso del suelo).

Tabla IV.103.- Grupo hidrológicos del suelo utilizados en el modelo de CN.

GRUPO DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
A	Arenas, tierras arenosas o tierras de arena. Suelos con bajo potencial de escurrimiento y altas tasa de infiltración aún, cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en arenas o gravas profundas bien drenadas y tienen una alta transmisión de agua. Infiltración básico 8-12 mm/h.

GRUPO DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
B	Marga de cienos o margas. Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están completamente húmedos y consistentes de suelos moderadamente profundos a profundos, de moderadamente bien a bien drenados con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajosos, arenosos ligeros y migajones limosos. Infiltración básica 4-8 mm/h.
C	Margas de arenas arcillosas. Suelos con tasa de infiltración baja cuando están fuertemente húmedos y consisten principalmente de suelos con una capa que impide el movimiento del agua hacia abajo y suelos con estructura de fina a moderadamente finas. Moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/h.
D	Margas arcillosas, margas arcillosas encenagadas, arenas arcillosas encenagadas. Suelos con tasas muy baja de infiltración cuando están completamente húmedos y consisten principalmente de suelos arcillosos con alto potencial de inflamamiento, suelos con capa de agua superior, suelos con una cubierta arcillosa cerca o en la superficie y suelos someros sobre material impermeable. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor a 1 mm/h.

- e) Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno. Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlos de acuerdo con el uso del terreno (Tabla IV.36. Clases de cobertura vegetal).

Tabla IV.104.- Clases de cobertura vegetal

Clase de Cobertura Vegetal	
Buena	> de 75%
Regular	50-75%
Mala	> de 50%

Tabla IV.105.- Vegetación y condición hidrológica.

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

- f) Uso del suelo. El uso del suelo es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por lo tanto, se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se compone la tabla para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula.

Tabla IV.106.- CN para cada uso de suelo y vegetación.

COBERTURA			GRUPO DE SUELOS			
USO DEL SUELO	TRATAMIENTO O PRÁCTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	A	B	C	D
			CURVA NUMÉRICA			
Suelo en descanso	Surcos rectos	----- ¹⁾	77	86	91	94
Cultivo de escarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	65	75	82	86
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	69	78	83
	Terrazas y curvas a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terrazas y curvas a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	9	86	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curvas a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curvas a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curvas a nivel	Buena	6	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Caminos de tierra		Buena	72	82	87	89
Caminos pavimentados			74	84	90	92

1) No se menciona condición hidrológica para suelos en descanso

Tabla IV.115.- PONDERACIÓN DEL CN POR TIPO VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	% EN EL SISTEMA AMBIENTAL	CN PONDERADO/TIPO DE VEGETACIÓN
TAP	Agricultura de Temporal Anual	4.95	78
BQ	Bosque de Encino	24.05	73
VSa/BQ	Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	4.96	77
PI	Pastizal Inducido	2.88	79
SBC	Selva Baja Caducifolia	31.25	70
VSa/SBC	Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	31.91	70

Precipitación media anual mm = 865.0 = (0.8650 m)

Una vez seleccionado el valor de la curva numérica, de la tabla anterior, lo aplicamos a la fórmula para determinar la retención máxima, sustituyendo en la fórmula:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = (25400/73) - 254$$

Donde:

S = Retención máxima potencial de humedad (mm).

CN = Curvas numéricas o valor obtenido (adimensional).

25400 y 254 = Constantes.

La retención máxima potencial, expresada el gasto medio en lámina de escurrimiento que se presenta en el área del Sistema Ambiental, para una tormenta en particular (se consideró la máxima precipitación del mes más lluvioso), y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$Q = ((P-0.2S)^2 / (P+0.8S))$$

Donde:

Q = Escurrimiento medio en mm.

P = Precipitación en mm (para una tormenta en particular).

S = Potencial máximo de retención de humedad en mm.

0.2 y 0.8 = Constantes

Tabla IV.107.- Determinación de los coeficientes parciales para el área de CUSTF

Tipo de Vegetación	pp promedio máxima mensual (mm)	Curva Numérica CN	Retención máxima potencial (S)	Gasto medio escurrido	Coefficiente de escurrimiento
Selva Baja Caducifolia	535.2	70	108.86	423.61	0.792

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m³ multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla IV.108.- Escurrimiento medio en m³ para área de CUSTF

Nº	TIPO DE USO DE SUELO	ÁREA (Ha)	PRECIPITACIÓN (m ³ /año)	COEFICIENTE PONDERADO DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO MEDIO (m ³ /año)
1	Selva Baja Caducifolia	3.0981	26798.565	0.792	21211.221
	TOTAL	3.0981	26,798.565	-	21,211.221

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total dentro del área de CUSTF es de **21,211.221 m³** lo que representa un **79.15%** del total de agua captada en el área de CUSTF.

Cálculo de la infiltración

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otro escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrándose. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, en el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas (1972), metodología utilizada en el artículo científico denominado Modelo analítico para determinar la infiltración con base en lluvia mensual, por Schosinsky & Losilla (1999), que propone la siguiente ecuación:

$$C = (K_p + K_v + K_{fc})$$

Donde:

C = Coeficiente de infiltración.

K_p = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.

K_v = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.

K_{fc} = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo.

Las variables arriba señaladas pueden tomar los valores que se señalan en la Tabla IV.33. valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.

Tabla IV.108. valores K en función del tipo de uso de suelo y vegetación.

Valores para la variable K_{fc} fracción que infiltra por textura del suelo	
0.10	Arcilla compacta impermeable
0.15	Combinación de limo y arcilla
0.20	Suelo limo arenoso no muy compacto
Valores para la variable K_p fracción que infiltra por efecto de la pendiente	
0.30	0.02% a 0.06%
0.20	0.3% a 0.4%
0.15	1% a 2%
0.10	2% a 7%
0.06	> 7%
Valores de la variable k_v fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbácea (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más de 75%)

Fuente: Schosinsky & Losilla (1999)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - K_i) C P$$

$$C = (K_p + K_v + K_{fc})$$

$$I = 0,88 C P$$

Donde:

C = Coeficiente de infiltración

I = Infiltración

K_i = Intercepción por el follaje

P = Precipitación media anual.

Así que, considerando los valores propuestos anteriores y las variables de las condiciones actuales.

Tabla IV.109.- Valores de K en función del tipo de vegetación del área de CUSTF.

TIPO DE VEGETACIÓN	k_{fc}	TEXTUR A	K_p	PENDIENT E	K_v	C	Área (Ha)
Selva Baja Caducifolia	0.150	Media	0.060	>7	0.200	0.410	3.0981

Entonces calculamos la infiltración considerando que la precipitación media anual es de 865.00 mm para cada tipo de vegetación presente en el área de CUSTF y en el Sistema Ambiental.

Tabla IV.110.- Infiltración para el área de CUSTF.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m ²)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m ³)	Expresado en m ³ /ha/año
Selva Baja Caducifolia	312.092	30,981	9,668.922	3,120.920
TOTAL	312.092	30,981	9,668.922	3,120.920

La Cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de **9,668.922 m³/año**, para el área de CUSTF, que representa el **36.08%** del total.

Evapotranspiración (ERT)

Es el proceso que representa la mayor pérdida de agua en el área de estudio, por efecto de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas. Para su cálculo se aplicó la fórmula de Thornthwaite (1948), modificada por Llorente (1969), luego para obtener la evapotranspiración real se utilizó el método de Blanney-Criddle.

Primero se calculó la evapotranspiración potencial (ETP), utilizando el método de Thornthwaite (1948), el cual calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales a través de la siguiente fórmula:

$$ETP=16K_a (10T_j/I)^a$$

Donde:

ETP = ETP en el mes j, en mm.

T_j = Temperatura media en el mes j, en °C.

I, a = Constantes.

K_a = Factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud

16 = Constante.

Tabla IV.111.- Valores de ka (factor de corrección), de acuerdo con la latitud y el mes del año.

LATITUD EN GRADOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
25	0.925	0.885	1.030	1.065	1.155	1.140	1.170	1.125	1.025	0.990	0.910	0.895
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Las constantes i (índice de eficiencia de temperatura), y a se calcula de la siguiente forma:

$$I = \sum_{j=1}^n i_j$$

Donde:

i_j = Índice de calor mensual y **j** = número de mes.

i_j = $(T_j/5)^{1.514}$, **j** = número de meses.

a = $(0.92621/2.42325 - \log I)$

Para calcular el índice de calor mensual se utilizó la temperatura media por mes, luego sumando los valores se obtuvo el índice de calor anual, el cual es utilizado en la fórmula de ETP.

Tabla IV.112.- Índice de calor mensual para cada uno de los meses.

1951- 2010			
MES	T° MEDIA MENSUAL	ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (I)	TEM. MEDIA MENSUAL MINIMA
Enero	18.4	28.1	8.7
Febrero	19.3	29.5	9.1
Marzo	20.9	31.5	10.3
Abril	23.9	34.7	13.1
Mayo	26.7	37.1	16.4
Junio	30.2	38.1	22.4
Julio	29.5	35.7	23.2
Agosto	28.8	34.7	22.8
Septiembre	28.5	34.5	22.4
Octubre	26.5	34.7	18.4
Noviembre	22.3	32.0	12.5
Diciembre	19.1	28.7	9.6
Media Anual	24.5	33.3	15.7

El factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud se obtuvo de la tabla anterior. El valor de la constante “a” se obtuvo sustituyendo el valor del índice de calor anual en la fórmula presentada anteriormente:

Sustituyendo en la fórmula “a” = (0.92621)/(2.42325-LOG (138.198)) = 3.151

Después que ya se calcularon los componentes de la fórmula, sustituimos los valores en la misma, para generar el ETP mensual, la sumatoria de dichos valores es la ETP anual para el área del Sistema Ambiental, lo que nos da lo siguiente:

Tabla IV.113.- Evapotranspiración potencial mensual y anual para el área de CUSTF.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)	(Factor de correccion) Horas luz de acuerdo a la latitud (Ka)	ETP mensual
Ene	18.4	7.19	0.925	39.55
Feb	19.3	7.73	0.885	43.99
Mzo	20.9	8.72	1.03	65.80
Abr	23.9	10.68	1.065	103.83
May	26.7	12.63	1.155	159.66
Jun	30.2	15.22	1.14	232.33
Jul	29.5	14.69	1.17	221.45
Ago	28.8	14.17	1.125	197.42
Sept	28.5	13.94	1.025	174.03
Oct	26.5	12.49	0.99	133.64
Nov	22.3	9.62	0.91	71.32
Dic	19.1	7.61	0.895	43.05
Total	24.5	134.69	-	1,486.07

Lo que indica el resultado de la tabla es que la ETP anual anda en los 1,486.07 mm.

Estimación de la ETR.

Para estimar la ETR se utilizó el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de cobertura presente en la zona, dado que cada tipo de especie manifiesta diferentes procesos fisiológicos dando como resultado una variación en los valores de evapotranspiración.

Para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo se empleó la fórmula:

$$E_t = K_g F$$

Donde:

E_t = Evaporación durante el ciclo vegetativos, mm.

K_g = Coeficiente global de desarrollo.

F = Factor de temperatura y luminosidad.

El coeficiente global de desarrollo (K_g) para diversos cultivos y tipos de vegetación varía entre 0.5 y 1.2. El factor de temperatura y luminosidad F se calculó de la siguiente manera.

$$F = \sum_{j=1}^n f_i$$

Donde:

n = Número de meses que dura el ciclo vegetativo.

F_i = $P_i((T_i+17.8) / 21.8)$

P_i = Porcentaje de horas de sol del mes i con respecto al año.

T_i = Temperatura media del mes i °C.

De esta forma en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la ETR, la información se encuentra dividida en los siguientes supuestos.

Tabla IV.114.- Coeficientes globales de desarrollo para cada tipo de uso de suelo y vegetación en condiciones actuales.

Uso de suelo y Vegetación	Ciclo de cultivo	Coeficiente considerado Kg (0.5-1.2)
Agricultura de Temporal Anual	4	0.65
Bosque de Encino	12	0.9
Bosque de Encino Veg. Sec. Arbustiva	12	0.9
Pastizal Inducido	12	0.9
Selva Baja Caducifolia	12	0.9
Selva Baja Caducifolia Veg. Sec. Arbustiva	12	0.9

Una vez establecido los coeficientes globales para los diferentes cultivos y vegetación presente en el área de CUSTF y en el Sistema Ambiental, se calculó el valor de la ETR para cada uno de ellos. Los valores del porcentaje de horas luz de los meses con respecto a la latitud se tomaron de la tabla siguiente.

Tabla IV.115.- Porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, de acuerdo con la latitud.

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	8.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
21°	7.7	6.98	8.41	8.56	9.2	9.08	9.3	8.98	8.29	8.13	7.52	7.6
22°	7.66	6.95	8.41	8.58	9.24	9.12	9.34	9.01	8.29	8.11	7.48	7.56
23°	7.62	6.93	8.4	8.6	9.28	9.17	9.38	9.03	8.29	8.09	7.45	7.51
24°	7.57	6.91	8.4	8.61	9.32	9.22	9.42	9.06	8.3	8.07	7.41	7.46
25°	7.53	6.88	8.39	8.63	9.36	9.27	9.47	9.09	8.3	8.05	7.37	7.41
26°	7.49	6.86	8.39	8.65	9.4	9.31	9.51	9.12	8.3	8.03	7.33	7.36
27°	7.44	6.84	8.38	8.67	9.44	9.36	9.56	9.14	8.31	8.01	7.29	7.31
28°	7.39	6.81	8.38	8.69	9.48	9.41	9.61	9.17	8.31	7.99	7.25	7.26
29°	7.35	6.79	8.37	8.71	9.52	9.47	9.66	9.2	8.32	7.97	7.21	7.2
30°	7.3	6.76	8.37	8.73	9.57	9.52	9.71	9.23	8.32	7.94	7.16	7.15

Fuente: Aparicio, 2005.

Los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas de sol (Pi), se sustituyen en la fórmula para calcular Fi y, obtener el factor F mensual, que se multiplica por el coeficiente global del cultivo dando como resultado los valores de ETR mensuales, para el caso de selva baja caducifolia se consideró todo el año como ciclo de desarrollo.

Evapotranspiración real para el área de CUSTF.

Tabla IV.116.- Cálculo de la evapotranspiración real para el área de CUSTF.

MES	Temperatura Media Mensual (C) (Ti)	Pi	fi	Selva Baja Caducifolia
Ene	18.4	7.49	12.438	11.194
Feb	19.3	6.86	11.675	10.507
Mzo	20.9	8.39	14.894	13.405
Abr	23.9	8.65	16.546	14.891
May	26.7	9.4	19.188	17.269
Jun	30.2	9.31	20.499	18.449
Jul	29.5	9.51	20.634	18.571
Ago	28.8	9.12	19.495	17.546
Sept	28.5	8.3	17.628	15.865
Oct	26.5	8.03	16.318	14.686
Nov	22.3	7.33	13.483	12.135
Dic	19.1	7.36	12.458	11.212
ETR				175.730

La evapotranspiración real promedio en condiciones actuales en el área de CUSTF es de 175.730 mm/año.

Con el valor obtenido de evapotranspiración para cada tipo de vegetación del área sujeta a CUSTF se calculó el volumen de evapotranspiración.

Tabla IV.117.- Evapotranspiración real por tipo de vegetación presentes en el área de CUSTF.

TIPO DE VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN (m ³)	ÁREA (ha)	ETR (mm)	ETR (m ³)
Selva Baja Caducifolia	26,798.565	3.0981	175.730	5,444.294
TOTAL	26,798.565	3.0981	175.730	5,444.294

Con lo anterior se tiene que el volumen de evapotranspiración real en las condiciones actuales en el área de CUSTF equivale a **5,444.294 m³** anuales lo cual representa el **20.32%** del volumen de precipitación total anual total, con ello se puede decir que el área de CUSTF se encuentran moderadas tasas de evapotranspiración, lo que indica que la temperatura excede a la precipitación la mayor parte del año.

Escenario 1.- En este apartado se presentan los resultados del balance hídrico en condiciones actuales.

Lo que no da un balance hídrico en el área de CUSTF, según la tabla siguiente:

Tabla IV.118.- Balance hídrico del área de CUSTF

FACTOR	VOLUMEN (m3)	VOLUMEN (%)
Precipitación	26,798.565	100.000%
Infiltración	9,668.922	36.080%
Intercepción	2,058.130	7.680%
Evapotranspiración real	5,444.294	20.316%
Agua Retenida en el suelo	348.381	1.300%
Escurrimiento Superficial	21,211.221	79.151%
Recarga subterránea	-11,932.383	-44.526%

Escenario 2.- En este apartado se presentan los resultados del balance hídrico estimado bajo el supuesto de realizar el CUSTF.

Ser realizará los cálculos del balance hídrico en el supuesto de realizar el CUSTF y la vegetación residual se trata de Selva Baja Caducifolia.

Intercepción del follaje

Calculando la intercepción para el área de CUSTF en el supuesto de realizar el Cambio de uso de suelo, por el tipo de uso de suelo y vegetación, presente en el área del mismo.

Tabla IV.119.- Intercepción de lluvia según el tipo de vegetación en el área de CUSTF

Uso del Suelo y Vegetación	Precipitación (m ³)	Cobertura (%)	Coefficiente de Intercepción (%)	Intercepción de la LLuvia (m ³ /año)
Selva Baja Caducifolia	26,798.565	2,058.130	32.158	2,025.972
Total	26,798.565	2,058.130	32.158	2,025.972

Lo que nos da como resultado es una intercepción en el área de CUSTF de 2,025.972 m³/año, que representa el 7.56% del total (26,798.565 m³/año), en el supuesto de realizar el CUSTF.

Escurrimiento medio

Se calcula el escurrimiento superficial se determina a través del método de curvas numéricas, en el supuesto de realizar el Cambio de uso de suelo.

Tabla IV.120.- Ponderación del CN por tipo de Vegetación en el área de CUSTF

Clave	Tipo de Vegetación	Coeficiente "C"	CN/Tipo de Vegetación
SBC	Selva Baja Caducifolia	0.885	82

Precipitación media anual mm = 865.0 = (0.865 m)

Tabla IV.121.- Determinación de los coeficientes parciales para el área de CUSTF

Tipo de Vegetación	pp promedio máxima mensual (mm)	Curva Numérica a CN	Retención máxima potencial (S)	Gasto medio escurrido	Coefficiente de escurrimiento
Selva Baja Caducifolia	535.2	82	55.76	473.65	0.885

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento en base al tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m³ multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla IV.122.- Escurrimiento medio en m³ por tipo de vegetación en el área de CUSTF

N°	Tipo de Uso de Suelo	Área (Ha)	Precipitación (m ³ /año)	Coefficiente Ponderado de Escurrimiento	Escurrimiento Medio (m ³ /año)
1	Selva Baja Caducifolia	3.0981	26798.565	0.885	23,716.850
	TOTAL	3.0981	26,798.565	-	23,716.850

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total dentro del área de CUSTF es de **23,716.85 m³** lo que representa un **88.50%** del total de agua captada en la zona, en el supuesto de realizar el CUSTF.

Cálculo de la infiltración

Así que, considerando los valores propuestos anteriores y las variables de las condiciones que se dejará en pie todo el estrato arbustivo y el estrato herbáceo.

Tabla IV.123.- Valores de K en función del tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	kfc	Kp	Pendiente	Kv	C	Área (Ha)
Selva Baja Caducifolia	0.150	0.060	>7	0.09	0.300	3.0981

Tabla IV.124.- Infiltración para cada tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m ²)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m ³)	Expresado en m ³ /ha/año
Selva Baja Caducifolia	228.360	30,981	7,074.821	2,283.600
TOTAL	228.360	30,981.000	7,074.821	2,283.600

La Cantidad de agua que se infiltra en condiciones de realizar el CUSTF es de **7,074.821 m³/año**, para el área de CUSTF, que representa el **26.400%** del total.

Evapotranspiración (ERT)

De esta forma en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la ETR, la información se encuentra en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tabla IV.125.- Coeficientes globales desarrollando el CUSTF.

Uso de suelo y Vegetación	Ciclo de cultivo	Coefficiente considerado Kg (0.5-1.2)
Selva Baja Caducifolia	4.000	0.650

Con el valor obtenido de evapotranspiración real cada tipo de vegetación del área del área de CUSTF calculó el volumen de evapotranspiración.

Tabla IV.126.- Evapotranspiración real por tipo de vegetación presentes en el área de CUSTF.

Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³)	Área (ha)	ETR (mm)	ETR (m ³)
Selva Baja Caducifolia	26,798.565	3.0981	126.916	3,931.990
TOTAL	26,798.565	3.0981	126.916	3,931.990

Con lo anterior se tiene que el volumen de evapotranspiración real en las condiciones de realizar el CUSTF equivale a **3,931.990 m³** anuales lo cual representa el **14.67%** del volumen de precipitación total anual total.

Lo que no da un balance hídrico en el área de CUSTF, en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tabla IV.127.- Balance hídrico realizando el CUSTF.

Factor	Volumen (m ³)	Volumen (%)
Precipitación	26,798.565	100.000%
Infiltración	7,074.821	26.400%
Intercepción	32.158	0.120%
Evapotranspiración real	3,931.990	14.672%
Agua Retenida en el suelo	348.381	1.300%
Escurrimiento Superficial	23,716.850	88.500%
Recarga subterránea	-8,305.635	-30.993%

Escenario 3.- Se hace el comparativo del cálculo de la infiltración del CUSTF, antes y después de realizar el CUSTF.

Tabla IV.128.- Comparación de la infiltración media en las condiciones actuales y en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Selva baja caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101
Total	(m³)	9,668.922	7,074.821	2,594.101
	(%)	36.08%	26.40%	9.68%

En el cuadro anterior, tenemos que, de los **9,668.922 m³/año de infiltración** que actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima una reducción a **7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total de infiltración**, esto quiere decir, que se reducirá la infiltración en a **9.68% que representa 2,594.101 m³/año**, cantidad que debe de mitigarse, para esto, se desarrollo el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua (anexo).

IV.3.5. Edafología del área de CUSTF.

En la Clasificación de los suelos, se utilizó el Conjunto de datos vectoriales Edafológicos Serie II, 2006 editado por el INEGI, para cuya elaboración se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

IV.3.5.1. Tipos de suelos

Debido a que el relieve que se encuentra totalmente accidentado lo que determina el desarrollo de sólo dos unidades edafológicas. Los tipos de suelos que se presentan en el área de CUSTF son de 2 diferentes tipos de suelos: Arenosol y Regosol (según proyecto Edafológico Serie II. Editado por el INEGI).

Debido a que el relieve que se encuentra de Sierra y Cañones, determina el desarrollo de varias unidades edafológicas. Los suelos que se presentan en el SA son de 3 diferentes tipos de suelos: Regosol, Leptosol y Phaeozem.

Tipos de suelo (WRB) presentado por INEGI (2013).

Tabla IV.129. Tipos de Suelo presentados por el INEGI (Serie II) correspondientes al Area de Cambio de Uso de suelo

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FRÚDICA	TEXTURA	SUP. (Ha)
LPmosk+PHsklep/2R	Leptosol mólico esquelético + Phaeozem esquelético epiléptico	Piedras (R)	Media	3.0981
TOTAL				3.0981

Los suelos Leptosoles son suelos muy someros (del griego *Leptos*, fino) sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y

Tenosols (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Los Leptosoles, principalmente se encuentran en un ambiente de tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

El tipo de suelo identificado en el área de estudio, son susceptibles a la erosión laminar hídrica con pérdida de suelo superficial, esto causado por la deforestación y remoción de vegetación. La erosión laminar consiste en el arrastre de las partículas del suelo por escorrentía, llevando el agua en suspensión los elementos arrastrados, esto es superficial y solo afecta los primeros centímetros del suelo, por lo tanto, se entiende que los suelos presentes en la unidad presenten mayor susceptibilidad a este tipo de erosión, estos se consideran de baja evolución y desarrollo, condicionados por el material originario.

La erosión que se identifica actual en el área del predio es del tipo hídrica en función de la precipitación, inclinación de la pendiente de las laderas y de los suelos identificados, el grado de erosión es baja (2.214639 Ton/ha/año).

Para el Área del proyecto se encuentra un tipo de suelo, Regosol Eútrico Epiléptico + Leptosol Eútrico Esquelético + Leptosol Eútrico Lítico, con la combinación RGeulep+LPeusk+LPeuli/1r, con una clase textural media gravosa. Los horizontes sufren cambios de color, estructura o composición de carbonatos, etc., se desarrollan en materiales alterados y permiten un amplio rango de terrenos agrícolas.

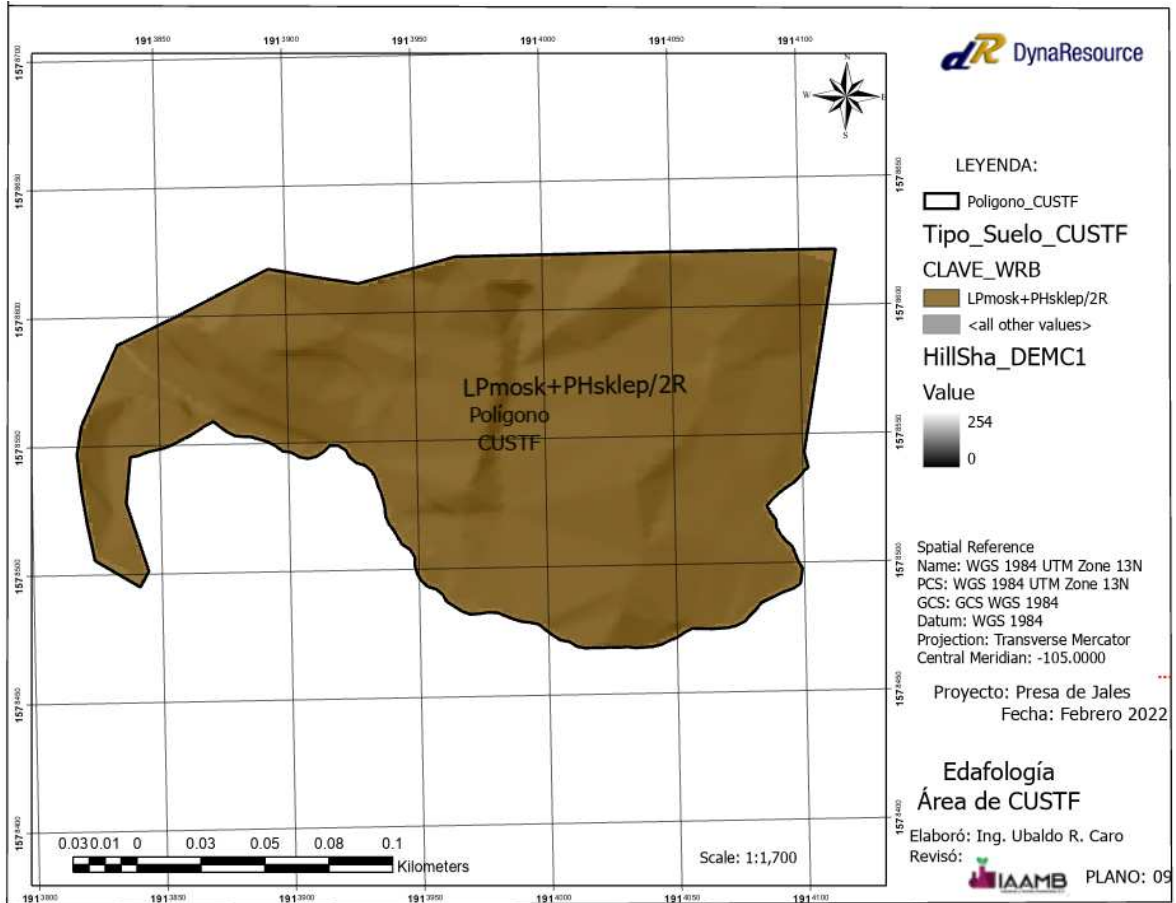


Figura IV.43.- Tipos de Suelos del SA y AI.

No se presenta, la degradación del suelo en el área de CUSTF.

IV.3.5.2. Cálculo del índice de erosión hídrica en el área de CUSTF.

Índice de erosión laminar hídrica

La estimación de este índice nos permite distinguir el tipo de erosión laminar (hídrica) a que está sujeta la Microcuenca, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo hídrico y/o eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos y por lo tanto poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del predio, el resultado de su aplicación permite, conjuntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con los siguientes datos:

Las capas de información que se emplean para calcular los índices son:

- Precipitación media anual (Estaciones meteorológicas CONAGUA).
- Unidades de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Fases de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Pendiente del terreno (modelo digital de elevaciones, INEGI).
- Uso de suelo y vegetación (Serie VI, INEGI 2017).

La erosión potencial o riesgo de erosión (hídrica), se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía). La combinación de estos factores, se denotan en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada: RUSLE (Wischmeier y Smith 1978), la cual se ha utilizado para estimar y clasificar la pérdida de suelo potencial en la microcuenca o Sistema Ambiental objeto de análisis.

La RUSLE es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la RUSLE determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión potencial es anual y la EUPS sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

El escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que se mueve sobre los terrenos de manera laminar y que, al acumularse en las zonas más bajas del terreno, forma pequeños arroyos que alimentan a las corrientes intermitentes para que éstas a su vez alimenten a los ríos.

Por lo que se va a calcular la pérdida de suelo mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) ARCGIS PRO a través de la creación de un modelo, donde el proceso consta de los siguientes pasos:

- Raster del área de estudio.
- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Estaciones meteorológicas más cercas (Spline).
- El Factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- Factor K mediante la interpolación de puntos (IDW).
- Raster Calculator (Calcular el factor F).
- Raster Calculator (Calcular el factor M).
- Raster Calculator (Calcular el factor L).
- Raster Calculator (Calcular el factor S).

- Raster Calculator (Calcular el factor LS).

Estableciendo como objetivos específicos:

- Determinar el factor de erosividad de las precipitaciones (R) según Roose, Morgan, Foster y el índice modificado de Fournier.
- Determinar el factor de erodabilidad del suelo (K).
- Determinar el factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS).
- Determinar el factor de cobertura vegetal o uso actual del suelo (C).

Para el análisis de la erosión de suelo se utilizó el software ArcGIS PRO usando la fórmula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos/Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada.

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

Dónde: A es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R. R es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de la fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado; K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9% de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de la partículas del suelo a la erosión; L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente; S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9%, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área; C es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a una área similar pero en barbecho continuamente labrado; y P es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros cuatro factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C) o práctica de manejo (P). Los dos últimos factores reducen esta pérdida potencial para compensar los efectos de uso de la tierra, manejo y prácticas especiales.

RAMÍREZ (2010) nos dice que, el índice EI30, se define como el producto de la energía cinética (E) de un aguacero y su máxima intensidad en un intervalo de 30.

Factor R (Potencial de Erosividad de la lluvia)

El factor de erosividad de la lluvia, R, es el índice de erosividad presentado por Wischmeier y Smith (1978) y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento. Este producto también se le conoce como índice de Wischmeier y se expresa como:

$$R = \sum (EI_{30})_i / N$$

Donde:

R = Erosividad anual (tal como las unidades de EI30)

$(EI_{30})_i$ = EI30 para tormenta I

N = Tormentas erosivas (ej. P > 10 mm ó 0,5 in) en un periodo de N años.

El cálculo de la energía cinética requiere de la intensidad de la lluvia y esta última, de los registros pluviográficos, los cuales no se encuentran disponibles para la región de estudio; esta limitante hace que optemos por otros métodos para calcular el factor R de erosividad de la lluvia, por lo cual para el cálculo se precedió a hacerlo con la ecuación generada por Cortés (1991) para la región 10 de las 14 regiones de erosividad de la lluvia en México, en la cual queda dentro el área del CUSTF, siendo la siguiente:

$$R = 6.8938 P + 0.000442 P^2$$

Donde:

R: Valor del factor R (índice de erosividad expresado en MJ mm/ha h)

P: Precipitación media anual de la estación

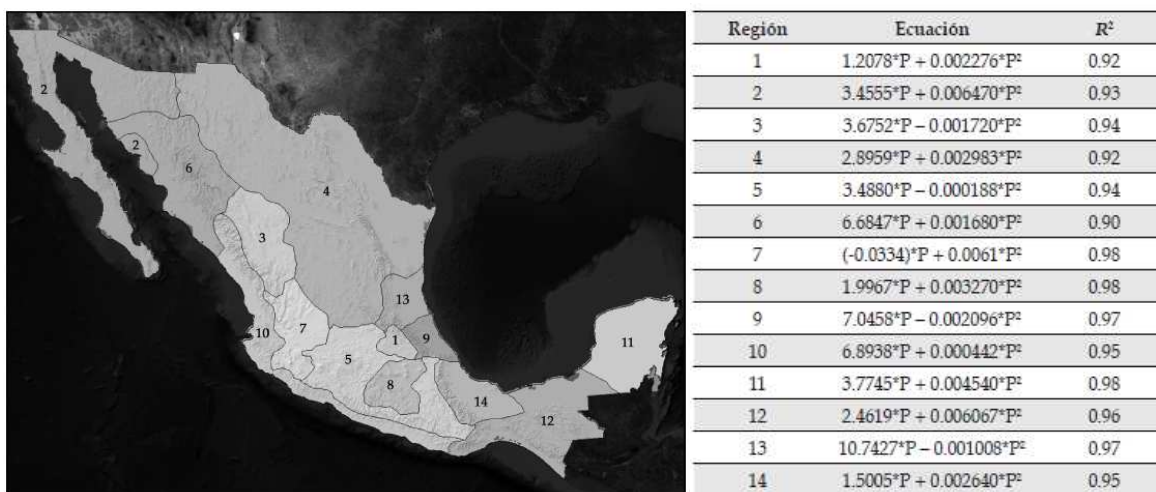


Figura IV.44.- Regionalización nacional de factor R y Ecuaciones regionalizadas (Becerra, 1997)

Para la aplicación de la fórmula se utilizó la información de las isoyetas generada mediante Interpolación, a través de datos de las estaciones meteorológicas de la región lo cual nos generó un plano de distribución de la erosividad de la lluvia (R) dentro del área de CUSTF. Debido al tamaño de los píxeles (muy grandes 305 m) no se puede hacer un recorte de máscara para el predio.

Factor_R (Potencial de Erosividad por Precipitación).

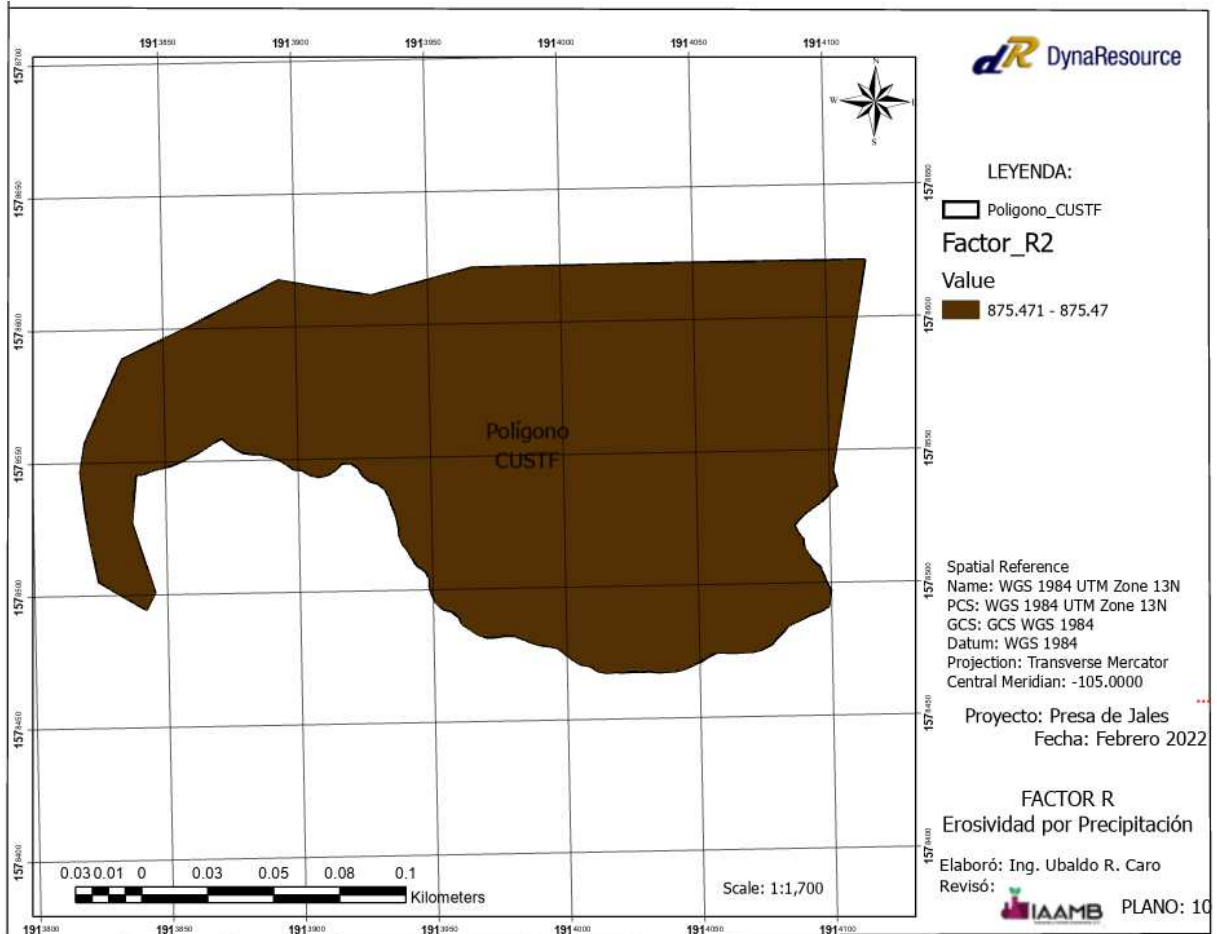


Figura IV.45.- Factor R (Potencial de Erosividad por Precipitación), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Erodabilidad del suelo (Factor K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo, texturas, capacidad de infiltración y de la permeabilidad. Es importante destacar que a medida que el valor de “K” aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. Cuando se trabaja en un sistema, como es este caso, se determinan los valores de K, tomando como referencia los valores del cuadro siguiente, de acuerdo a la clasificación de la FAO.

Para la estimación de la erodabilidad del suelo (Factor k) media de determino mediante en base a la tabla de valores de K y en base al tipo de suelo de la superficie que cubre el SA.

Tabla IV.130.- Cálculo ponderado del factor k en Área de CUSTF

N_G1	N_G2	CLAVE WRB	FRÚDICA	TEXTURA	K
Leptosol	Phaeozem	LPmosk+PHsklep/2R	Piedras (R)	Media	0.02

Los valores de K de la tabla anterior, se obtuvieron de la tabla siguiente:

Tabla IV.131.- Factor “K”, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (Ton/ha h/Mj mm ha año).

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Clasificación WRB	
Nombre	Símbolo
Acrisol	AC
Albeluvisol	AB
Alisol	AL
Andosol	AN
Anthrosol	AT
Arenosol	AR
Calcisol	CL
Cambisol	CM
Chemozem	CH
Cryosol	CR
Durisol	DU
Ferralsol	FR
Fluvisol	FL
Gleysol	GL
Gypsisol	GY
Histosol	HS
Kastanozem	KS
Leptosol	LP
Lixisol	LX
Luvisol	LV
Nitisol	NT
Phaeozem	PH
Planosol	PL
Plinthosol	PT
Podzol	PZ
Regosol	RG
Solonchak	SC
Solonetz	SN
Umbrisol	UM
Vertisol	VR

Factor_K (Erodabilidad del Suelo).

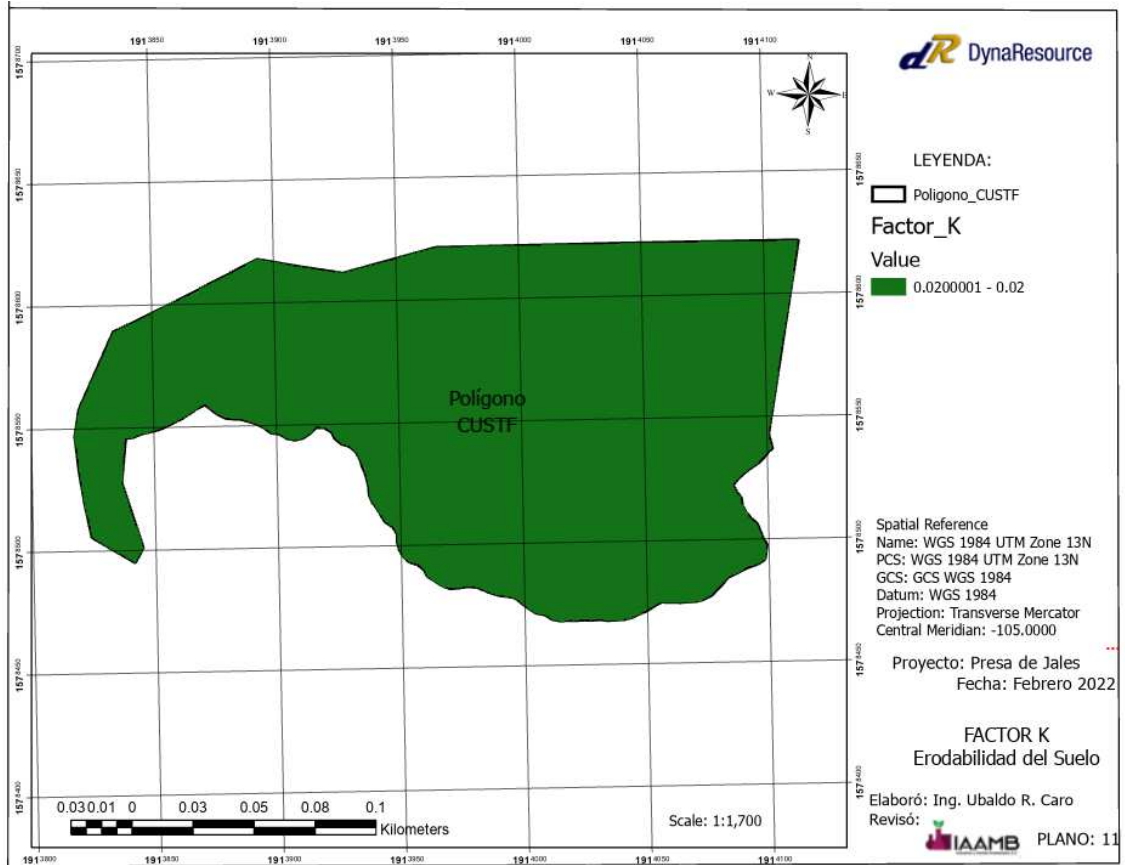


Figura IV.46.- Factor K (Erodabilidad del Suelo), para el cálculo de erosión del área de CUSTF. ArcGis Pro.

Factor de longitud y grado de pendiente “LS”

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan como “LS”. El factor LS integra la pendiente media de la ladera, su longitud considerando el efecto de la topografía sobre la erosión, se calculó utilizando la fórmula de Wischmeier y Smith (1978). La longitud (L) se define como la distancia horizontal desde el punto de origen del flujo sobre la superficie, hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la depositación, o hasta el punto en el que el drenaje entra en un canal definido. La pendiente (S) refleja la influencia del gradiente de la pendiente en la erosión, ya que el potencial de la erosión incrementa con la pendiente. El gradiente de la pendiente es el campo o segmento de pendiente y es expresado generalmente en porcentaje.

El factor L: Donde λ es la longitud de la pendiente (m), m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la depositación o donde la escorrentía fluye a un canal definido (Foster et al., 1977, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1+F)} \quad F = \frac{\sin \beta / 0,0896}{3(\sin \beta)^{0,8} + 0,56}$$

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet & Govers, 1996, citado por VELÁSQUEZ, 2008).

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)}+D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22,13)^m}$$

Donde A (i, j) [m] es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987, 1989, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

VELÁSQUEZ (2008) nos dice que cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculator de ArcGIS PRO se debetomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

Factor_L (Longitud de Pendiente).

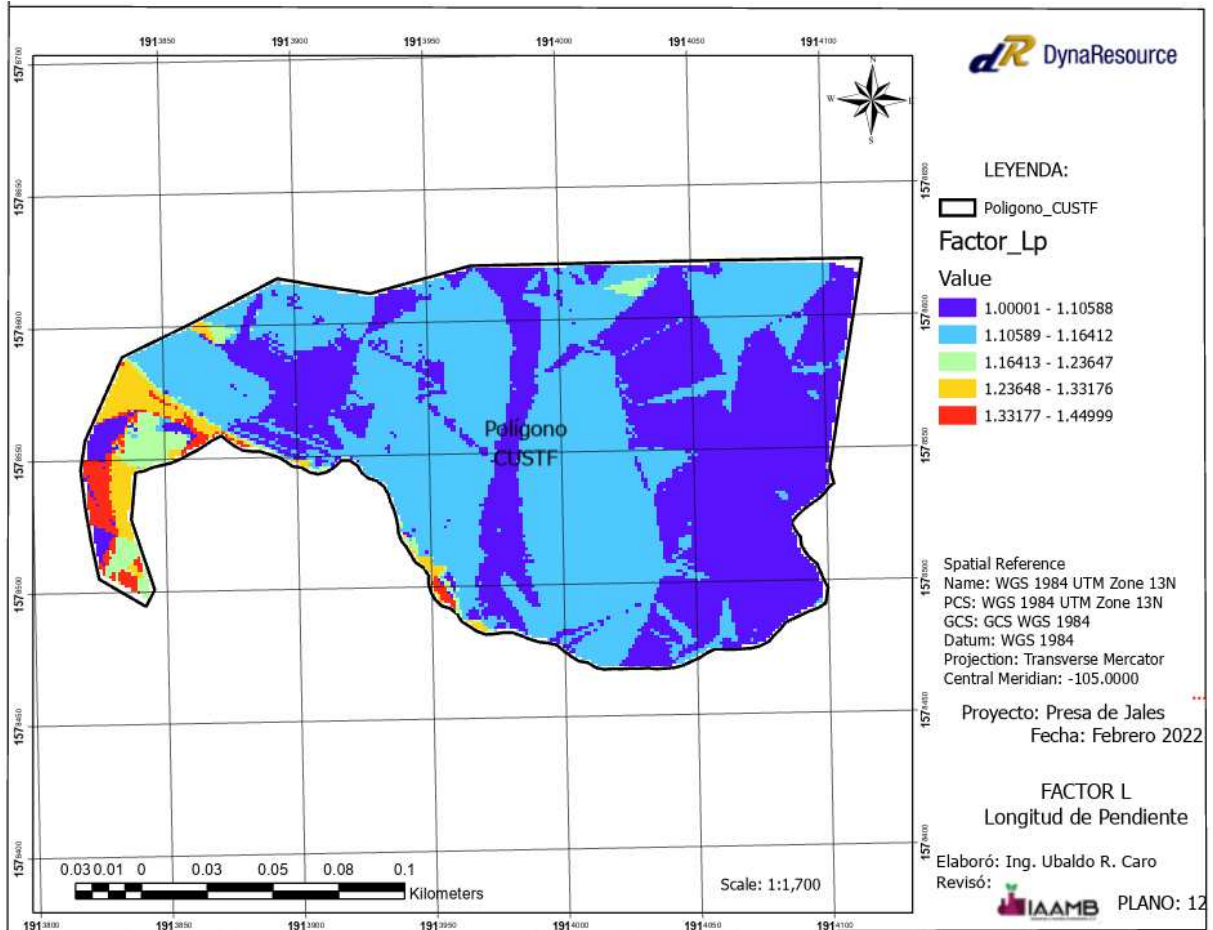


Figura IV.47.- Factor L (Longitud de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGIS Pro.

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) de resolución de 1.2 metros elaborado mediante elaboración propia de las curvas de nivel. Como herramienta, se utiliza el ArcGIS PRO, además de proporcionar los valores del factor LS para cada punto ubicado en el área de Cambio de uso de suelo; a partir de ahí, se puede hacer el cálculo del riesgo de erosión con un Sistema de Información Geográfica.

Factor_S (Grado de Pendiente)

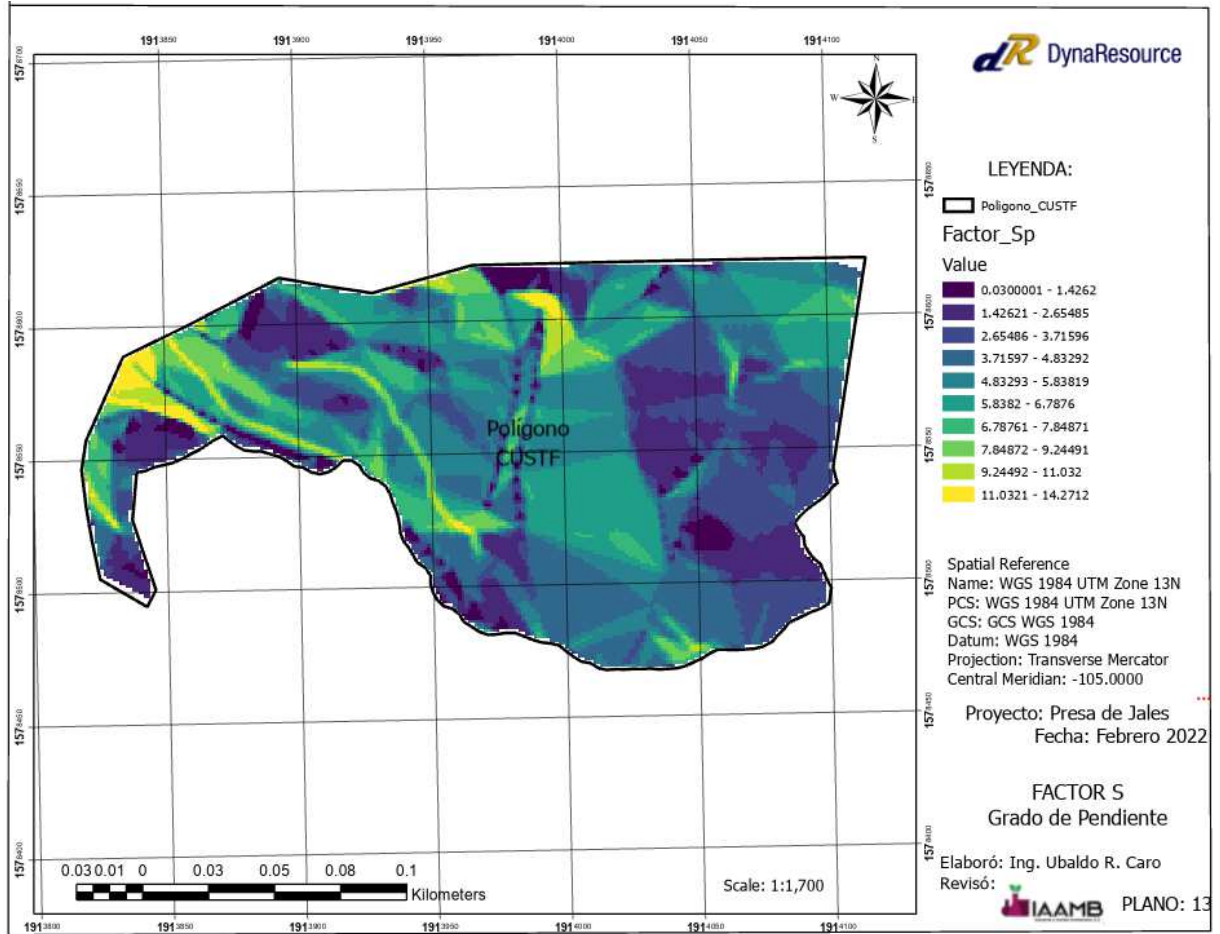


Figura IV.48.- Factor S (Grado de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor_LS (Factor de Longitud y Grado de Pendiente)

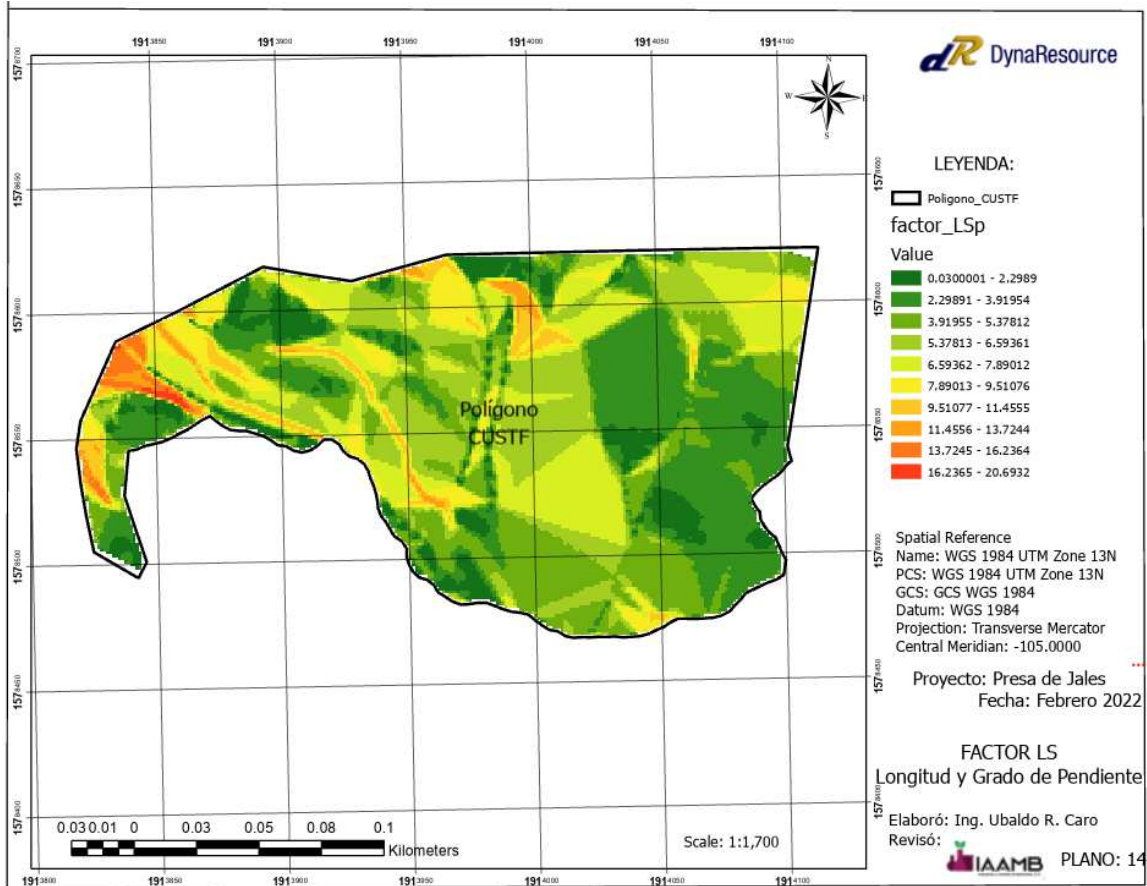


Figura IV.49.- Factor LS (Factor de Longitud y Grado de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor de manejo de cultivo y/o cubierta vegetal “C”

Este factor contempla las diferencias de comportamiento del suelo frente a la erosión en función de su cobertura. De esta manera, si el producto “LS K R” de la RUSLE estima el riesgo de erosión de un suelo, el factor de cubierta “C” aminora dicho resultado según características del ecosistema tales como la especie o especies, la arquitectura del ecosistema, el estado del ecosistema en sincronización con los periodos de lluvias, las características de la materia orgánica acumulada sobre la superficie del suelo, las labores sobre el suelo (distintas de las especificadas por el factor P de conservación), etc.

Para la asignación de valores al factor C se han adoptado los criterios recogidos en el libro “Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión” (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998) referido a ecosistemas naturales, en el que se diferencia la cubierta vegetal en cinco grandes grupos: cubierta inapreciable, pastizales, matorrales, arbustos y bosques además de las zonas agrícolas. Además de la clasificación en alguno de los cinco tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: el recubrimiento (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cobrimiento del suelo).

Tabla IV.132.- Valores de C para bosques y selvas

% de cubierta	% de cubierta en contacto con el suelo ⁽¹⁾	Tipo de Ordenación ⁽²⁾	
		C	NC
100 -75	100 – 90	0.001	0.003 – 0.011
75 – 40	90 – 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 ⁽³⁾	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

(4) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas.

(5) C = montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo.

(6) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla de pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla IV.133.- Valores de C para arbustos y pastizales.

Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo					
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
Tipo y altura de la cubierta	recubrimiento	0	20	40	60	80	95-100	0
Columna número	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas	25	G	0.36	0.17	0.09	0.038	0.012	0.003
Herbáceas y matorros (0.5 m)	20	W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
		G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4					
		W	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		G	0.34	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	W	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		G	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	W	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		G	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
Arbolado sin Matorral pequeño apreciable (4m)	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 cm de humus
W: ídem. Por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Tomando el proyecto Uso del Suelo y Vegetación Serie VI del INEGI (2017), se identificaron las condiciones de la vegetación y cubierta del suelo para obtener los valores del factor C para el área de CUSTF, el proyecto se encuentra en área de Selva Baja Caducifolia, queda como sigue:

Tabla IV.134.- Uso del Suelo en el área de Cambio de uso de suelo, valores del Factor C y la proporción (%).

ID	Clave	Uso del Suelo y Vegetación	Área ha	Porcentaje Relativo %	Factor_C
1	SBC	Selva Baja Caducifolia	3.0981	100.00	0.003
		TOTAL	3.0981	100.00	

Factor_C (Cobertura Forestal)

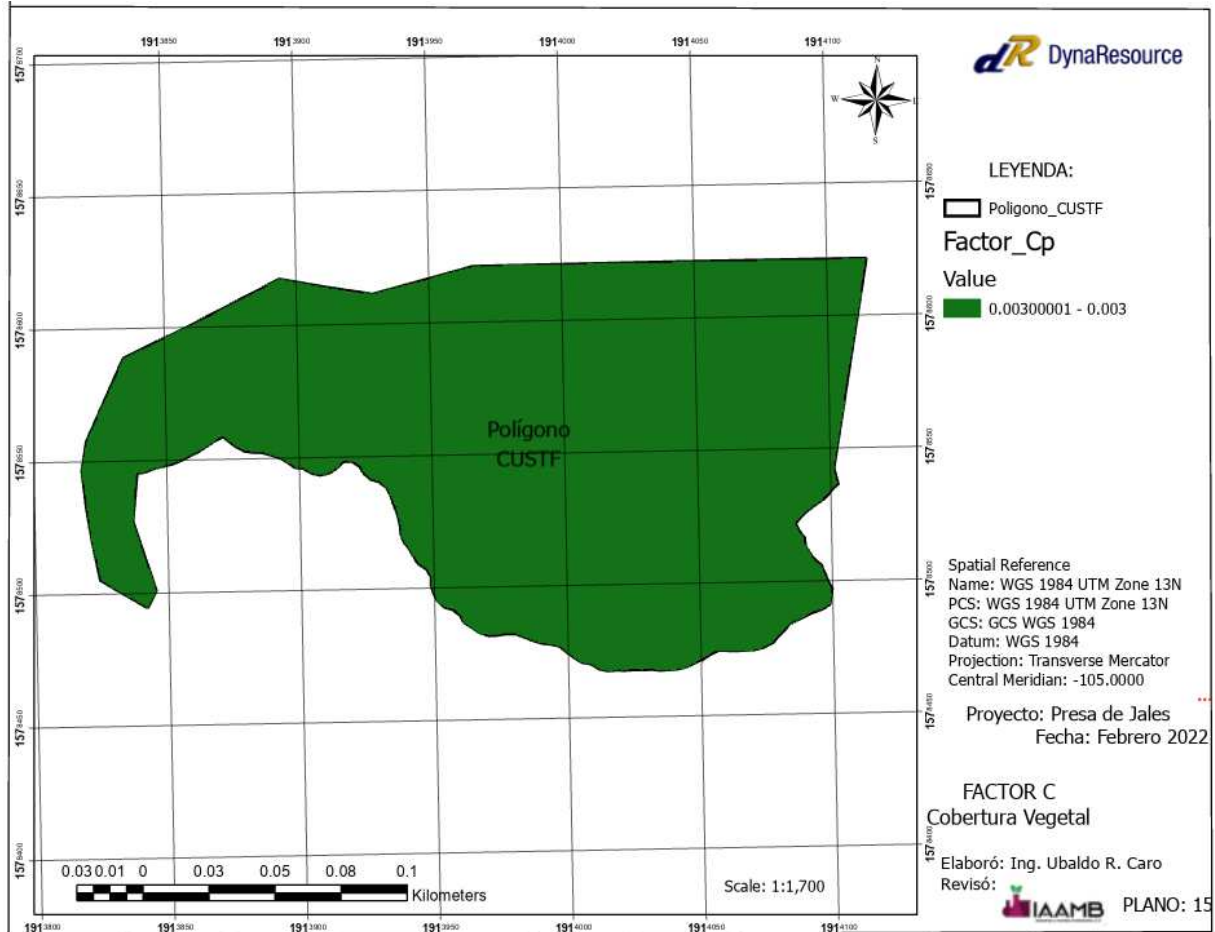


Figura IV.50.- Factor C (Cobertura Forestal), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Factor de prácticas de conservación del suelo “P”

El factor P de la EUPS es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para el caso de la Microcuenca, se consideró un factor de 0.5 asumiendo que realizan cultivos al contorno, para el resto de los usos este factor tiene un valor de 1 porque no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación de bosques y pastizales se refiere.

En el caso del área de estudio el valor de “P” utilizado fue la unidad debido a que no se conocen obras mecánicas de conservación de suelo, que se haya realizado en la Microcuenca.

Integración de mapa de susceptibilidad de erosión actual “A”

Una vez que se trabajó de manera independiente cada uno de los factores y se generaron mapas de cada uno de ellos, se prosiguió a cruzar los datos por medio del programa ArcGis Pro, dando como resultado un mapa de erosión actual.

Sustituyendo todos los valores en la fórmula EUPS podemos obtener la pérdida de suelo con cobertura forestal:

Escenario 1. Erosión Actual en el área de CUSTF.

Una vez realizado los procesos anteriores en el ArcGIS PRO, se determina la media de erosión para el área de CUSTF, obteniéndose los resultados siguientes con el Raster de la Erosión Actual, arroja un valor de 5.74858 ton/ha.

Para ver la distribución de la erosión en los rangos, se presenta tabla siguiente:

Tabla IV.135.- Erosión Potencial en el área del CUSTF actualmente sin proyecto.

EROSIÓN (ton/ha/año)			COUNT	Median* Count (ton/ha/año)
MIN	MAX	MEDIAN		
0.0016	0.1420	0.1154	2653	306.2623
0.1421	0.2271	0.1785	4622	824.9715
0.2272	0.3166	0.2718	5377	1461.6084
0.3166	0.4058	0.3560	5327	1896.5558
0.4060	0.5122	0.4454	1876	835.5685
0.5125	0.6652	0.5668	708	401.2937
0.6659	1.0870	0.7473	367	274.2642
TOTALES			20930	6000.5245
EROSIÓN Media Ton/ha/año				0.2867

La pérdida de suelo de manera natural en el área del Proyecto arroja un estimado de 0.2867 ton/ha/año (0.8882 ton totales) que se considera Ligera de acuerdo a la clasificación de la degradación laminar hídrica.

Tabla IV.136.- Clasificar el dato resultante con un nivel de degradación considerando los siguientes rangos:

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

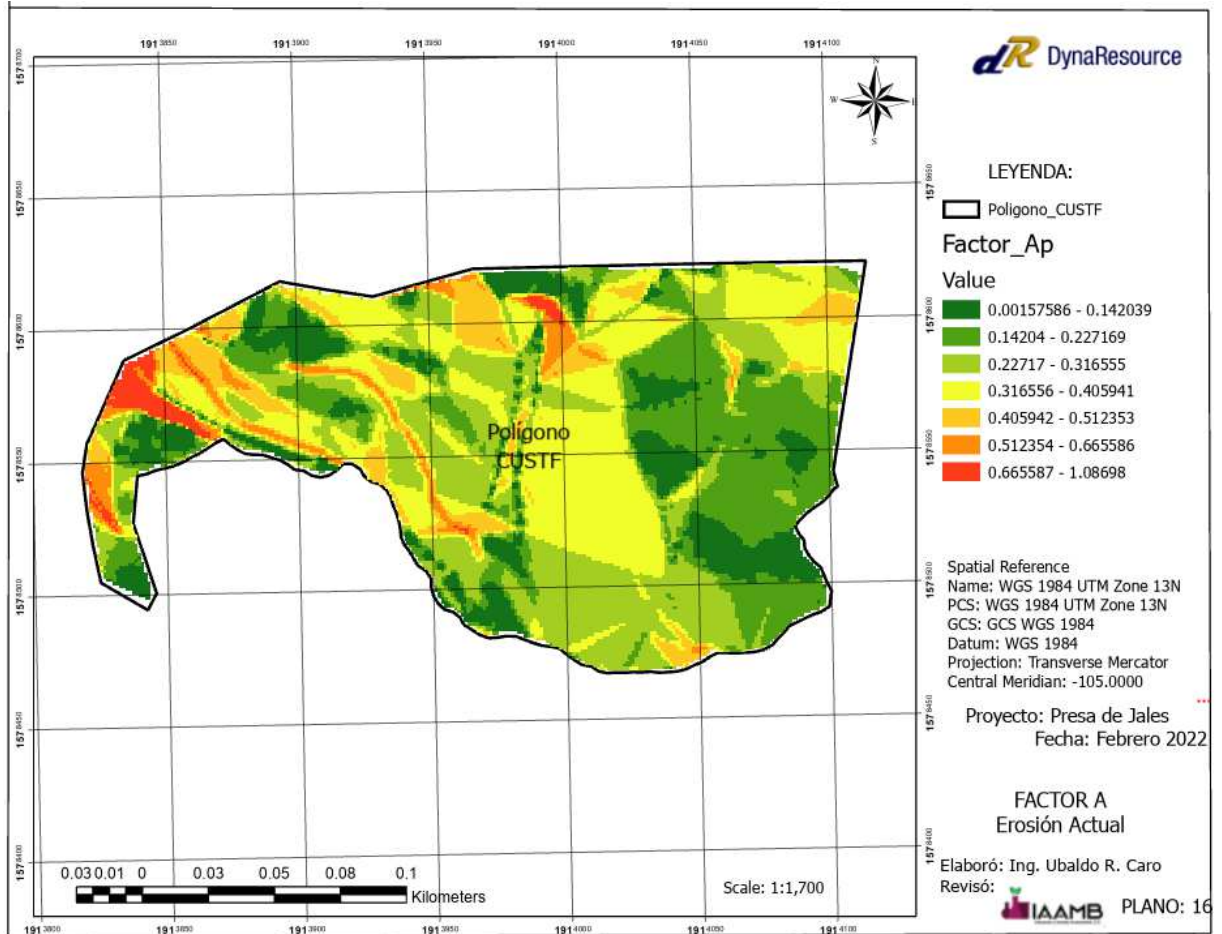


Figura IV.51.- Erosión actual del área de CUSTF.

Escenario 2.- Erosión una vez realizado el CUSTF.

Se considera que una vez realizado el proyecto y removida la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo, los factores de R, K y LS tendrán los mismos valores presentados en el escenario 1, por lo tanto, se modifica en el Arcgis Pro, sólo los valores de cobertura vegetal.

Aquí se estimó la erosión hídrica con el supuesto de haber realizado el cambio de uso de suelo. Para el tipo de vegetación de Selva baja caducifolia el factor del tipo de vegetación, se determinó un valor de C=0.45 para cubiertas inapreciable, debido a que todo el suelo quedará descubierto.

Una vez realizado los procesos anteriores en el ArcGIS PRO, se determina la media de erosión para el área de CUSTF, obteniéndose los resultados siguientes con el Raster de la Erosión realizando el CUSTF, arroja un valor de 6.456242 ton/ha.

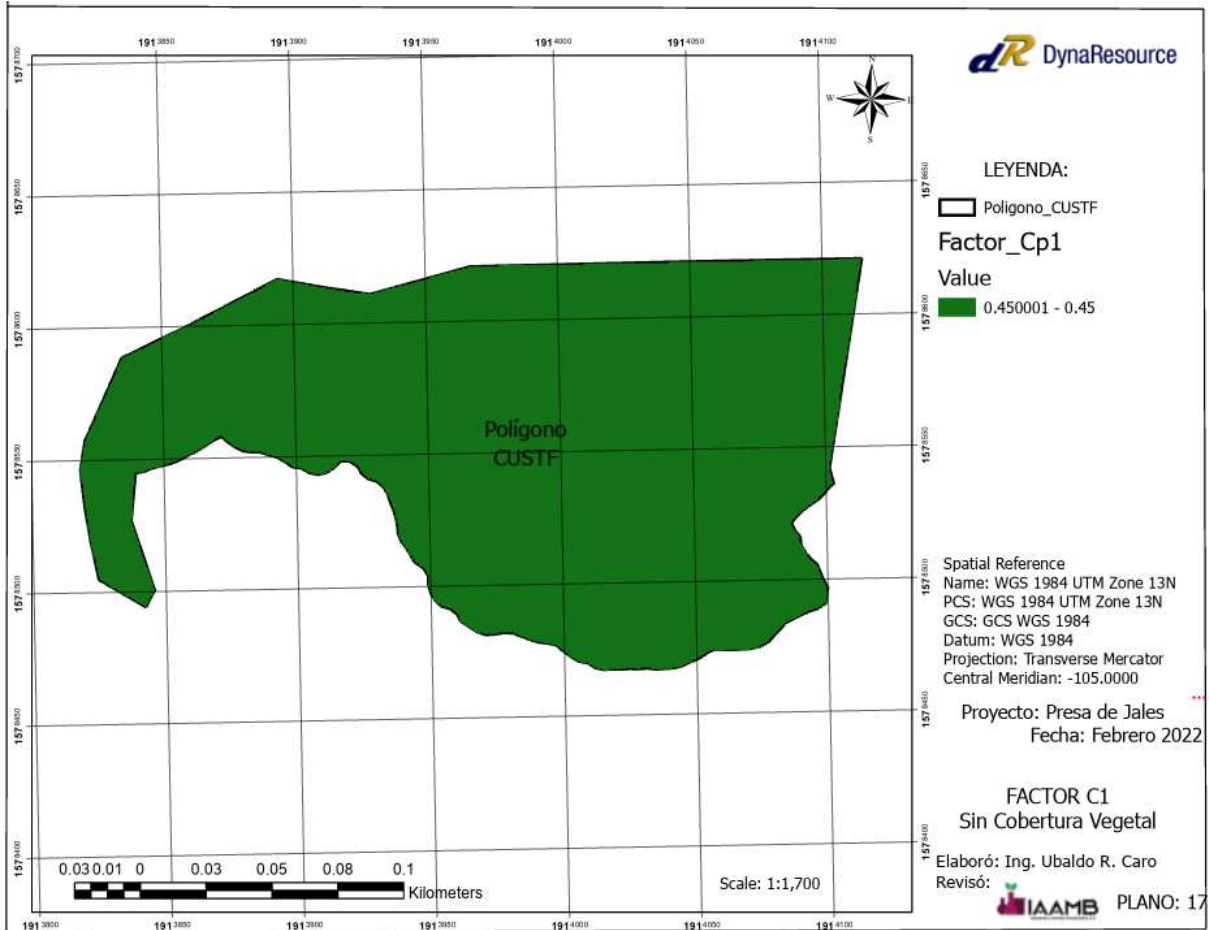


Figura IV.52.- Factor C1 (Sin Cobertura Forestal), para el cálculo de erosión. ArcGis Pro.

Para ver la distribución de la erosión en los rangos, se presenta tabla siguiente:

Tabla IV.137.- Erosión Estimada realizando el CUSTF.

EROSIÓN (ton/ha/año)			COUNT	Median* Count
MIN	MAX	MEDIAN		
0.2364	21.2944	17.3159	2653	45939.21
21.3084	34.0674	26.7732	4622	123745.86
34.0795	47.4829	40.7739	5377	219241.00
47.4854	60.8674	53.4040	5327	284483.32
60.8951	76.8303	66.8099	1876	125335.35
76.8677	99.7805	85.0199	708	60194.10
99.8810	163.0465	112.0971	367	41139.64
TOTALES			20930	900078.49
EROSIÓN Media Ton/ha/año				43.00423

La pérdida de suelo de realizando el CUSTF en el área del Proyecto arroja un estimado de 43.00423 ton/ha/año (133.2314 ton totales) que se considera Moderada de acuerdo a la clasificación de la degradación laminar hídrica.

Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en las condiciones actuales y una vez realizado el CUSTF.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión del suelo en el área de CUSTF en las condiciones actuales (escenario 1) y una vez realizado el CUSTF (escenario 2), así como el volumen total.

Tabla IV.138.- Erosión hídrica en el área de CUSTF con proyecto y sin proyecto.

Tipo de Vegetación		Erosión hídrica en el área de CUSTF (Ton/ha/año)		
		(Escenario 1)	(Escenario 2)	(Escenario 3)
Selva Baja Caducifolia		0.2867	43.00423	42.71753
Total	(Ton/ha/año)	0.2867	43.00423	42.71753
	(Ton/Totales)	0.88823	133.2314	132.34318

Como conclusión, se tiene que una vez realizado el Cambio de uso de suelo, el volumen de erosión aumenta en **42.71753 ton/ha/año (132.349305 ton totales)**, por lo que el valor del factor se considera todavía Moderada, por lo que requiere aplicar medida de mitigación, aún que el Cambio de uso de suelo se plantea de manera temporal, con el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, se logra mitigar esta pérdida.

IV.3.5.3. Cálculo del índice de erosión eólica en el área de CUSTF.

Índice de erosión laminar eólica

Respuesta:

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica, al igual que la erosión hídrica, la erosión eólica se evaluó mediante ecuaciones paramétricas y el uso del Arcgis Pro, la cual fue utilizada por Torres et al., 2003¹⁵, misma que se presenta a continuación.

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

Pee = Pérdida de suelo por erosión eólica (t ha⁻¹ año⁻¹).

C¹ = Índice de agresividad del viento.

S = Índice de erosionabilidad del suelo.

T = Índice topográfico.

V = Índice de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil *et al.*, 1963 modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C^1 = \frac{1}{100} \sum_1^{12} \left(V^3 \frac{|ETP - Pn|}{ETP} \right)$$

Donde:

C¹ = Índice de agresividad del viento.

V = Velocidad del viento (m s⁻¹).

¹⁵ Torres Benites, Elibeth, Cortés Becerra, José, Mejía Sáenz, Enrique, Exebio García, Adolfo, Santos Hernández, Ana Laura, Delgadillo Piñón, Ma. Eugenia Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco. *Tierra latinoamericana* [en línea]. 2003, 21(1), 117-126[fecha de Consulta 14 de Enero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321114>

ETP = Evapotranspiración potencial (mm).

P = Precipitación (mm).

n = Número de días del mes en los que hay erosión.

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los utilizados en el factor R de la erosión hídrica. El valor de la erosión eólica se obtuvo siguiendo el mismo proceso de la erosión hídrica, en donde el factor de agresividad es el viento C^1 . La ETP se puede tomar de dos fuentes, la calculado en el balance hídrico o la estadística del promedio de la evaporación real de la estación Jaina. Para el caso, se tomará el dato del cálculo del balance hídrico. **Cabe destacar que los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C** de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica.

En la siguiente tabla se presentan los datos utilizados para el cálculo del factor C^1 .

Tabla IV.139. Datos climáticos para el cálculo del índice de agresividad del viento.

FACTOR C1 VELOCIDAD DEL VIENTO				$m/s=4.50$		m/s
MES	P	ETP	V	V3	N	C^1
Enero	27.0	39.554	4.50	91.125	10	284.566
Febrero	15.1	43.990	4.50	91.13	20	1218.390
Marzo	6.8	65.803	4.50	91.13	28	2271.203
Abril	3.8	103.833	4.50	91.13	30	2621.893
Mayo	4.2	159.658	4.50	91.13	30	2678.206
Junio	56.0	232.326	4.50	91.13	24	1627.183
Julio	250.6	221.453	4.50	91.13	-4	48.935
Agosto	241.3	197.415	4.50	91.13	-7	139.595
Septiembre	148.7	174.029	4.50	91.13	5	59.840
Octubre	51.5	133.645	4.50	91.13	19	1067.225
Noviembre	27.1	71.317	4.50	91.13	19	1085.905
Diciembre	32.9	43.050	4.50	91.13	7	157.031
SUMATORIA						13,259.97
Valor de C^1						132.600

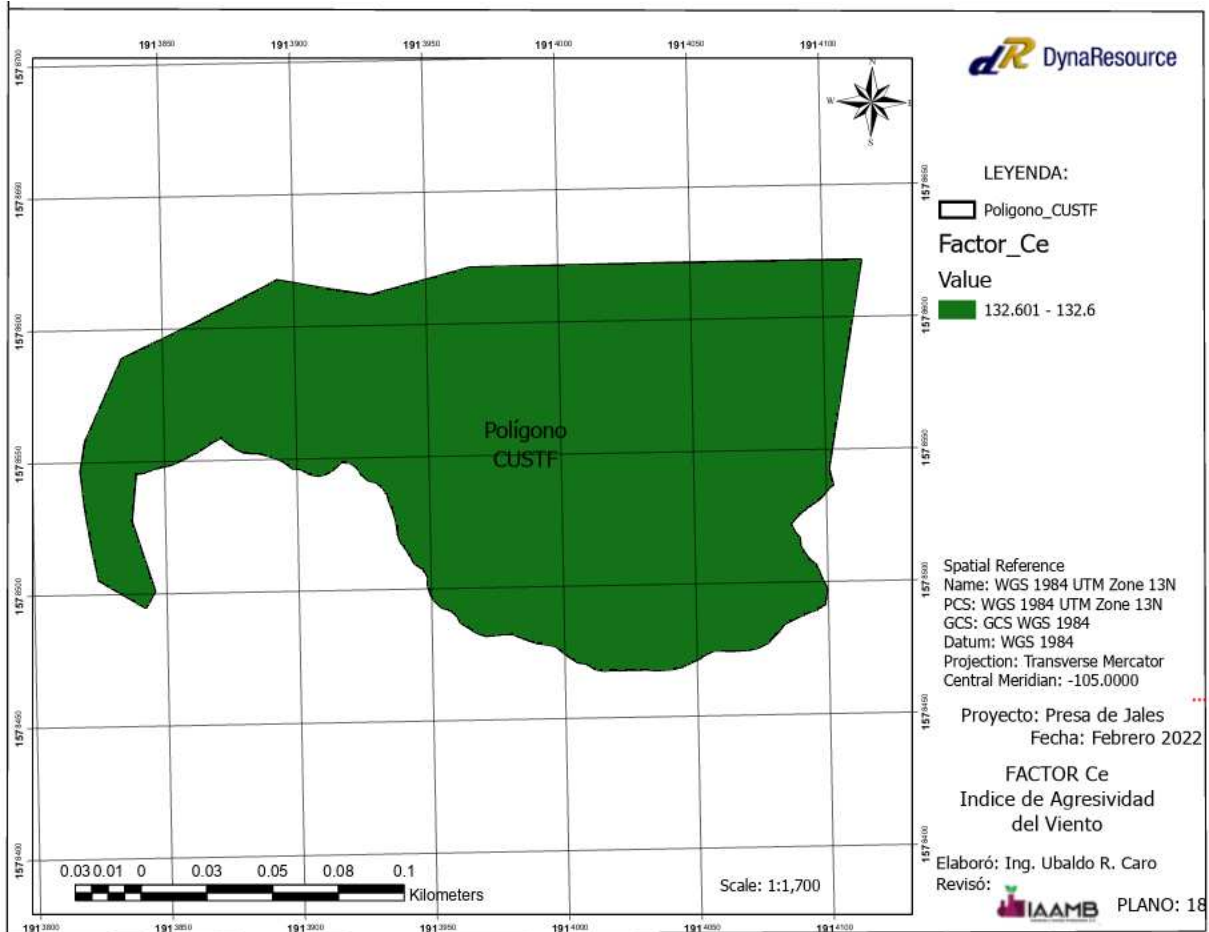


Figura 53.- Índice de agresividad del viento.

El valor de la velocidad del viento “V” usado para el cálculo del índice de agresividad del viento fue de 4.50 expresado en metros por segundo.

El número de días por mes en los que hay erosión (columna N), se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{ETP - P}{ETP} * DM$$

Donde:

N: Número de días por mes en los que hay erosión

ETP: Evapotranspiración potencial

P: Precipitación

Dm: Días de Cada mes

Calculo de Erosión Eólica.

Para esto, se realizará un análisis sobre la pérdida de suelo por erosión eólica actual (**Escenario 1**) y la resultante después de haber realizado el CUSTF (**Escenario 2**), adicionalmente se presentará el “**Escenario 3**” en la cual se realiza la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

Escenario 1: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica actual en el área de CUSTF.

Una vez obtenido el factor C^1 se procedió a hacer el cálculo de la erosión eólica actual, utilizando el Raster C^1 (Índice de agresividad del viento), T o LS (Índice de topografía), S o K (Índice de erosionabilidad del suelo) y V o C (Índice de vegetación), donde, estos los tres últimos son utilizados en el cálculo de la erosión hídrica (figuras arriba), dando como resultado la erosión eólica presentes en el área de CUSTF y como se puede observar el nivel de erosión dominante es Muy ligero.

Tabla 140. Niveles de erosión eólica del área de CUSTF actual.

EROSIÓN EÓLICA (ton/ha/año)			Count (N° Ocurrencias)	Mediana*Count (Ton/ha/añ)
MIN	MAX	Mediana		
0.000	0.022	0.017	2,654	46.408
0.022	0.034	0.027	4,624	125.093
0.034	0.048	0.041	5,372	221.133
0.048	0.061	0.054	5,329	287.382
0.061	0.078	0.067	1,880	126.823
0.078	0.101	0.086	708	60.836
0.101	0.165	0.113	367	41.540
TOTALES			27297	909.216
EROSIÓN EÓLICA Media Ton/ha/año				0.0434

Como se observó en la tabla de niveles de erosión eólica antes de ejecutarse el CUSTF, toda la erosión de encuentra dentro del nivel de *Muy Ligero*, la tasa del índice de erosión eólica es de 0.0434 ton/ha/año y la erosión eólica total es de apenas 0.1346 ton/año para una superficie de 3.0981 ha.

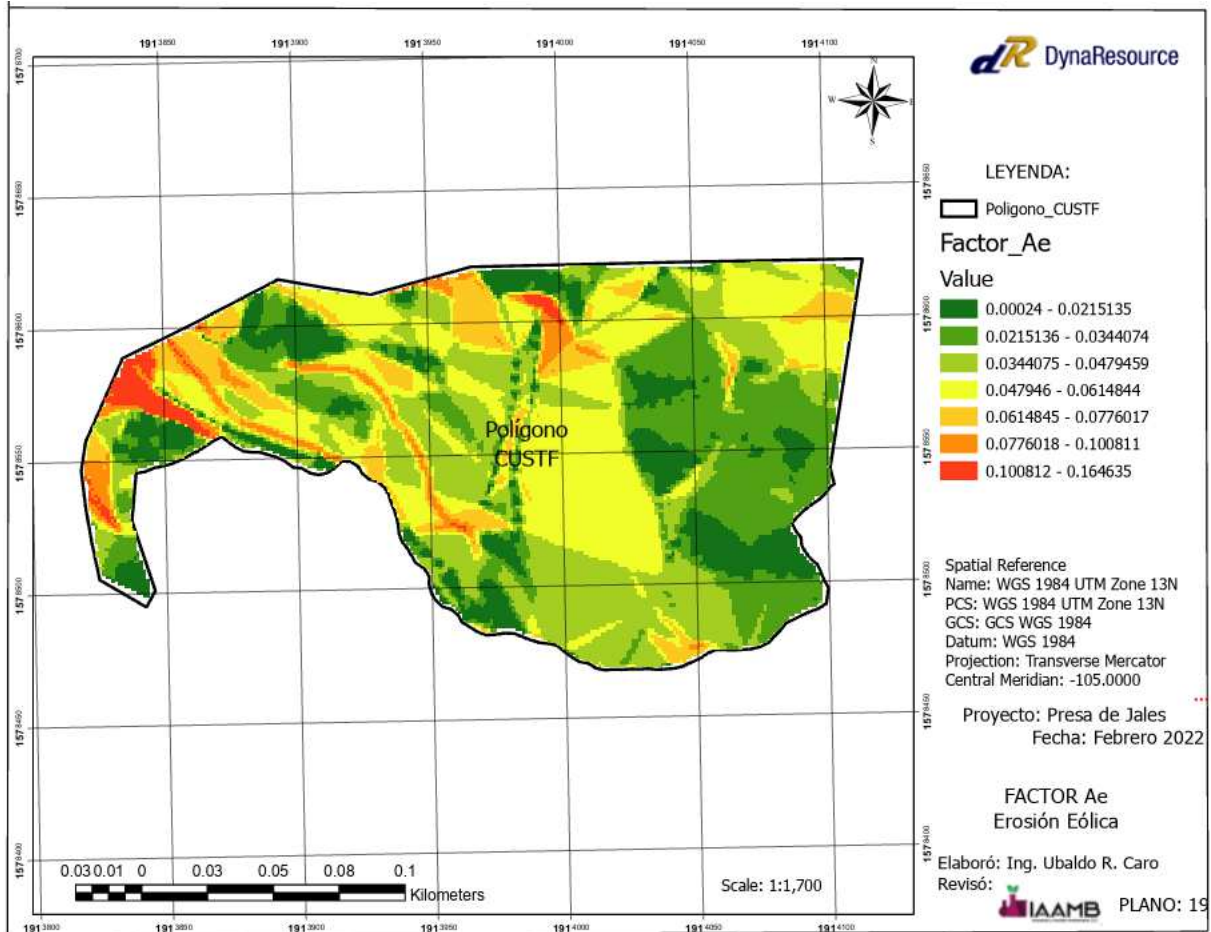


Figura 26.- Erosión eólica actual del área del proyecto

Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto en el área de CUSTF.

Para determinar la erosión posterior al proyecto se consideró el factor V o C (índice de vegetación) con un valor de 0.45 (el mismo índice que se utilizó para el cálculo de la erosión hídrica), que corresponde a superficies con cobertura escasa, esto una vez realizado el cambio de uso de suelo.

Una vez realizado CUSTF la erosión eólica incrementa, esto es debido a que la remoción de la vegetación altera el amortiguamiento del efecto del viento sobre el suelo, pero sigue siendo poco significativa, como puede observarse la erosión eólica total sobre este escenario es de 20.1838 ton/año,

Tabla 141. Niveles de erosión eólica del área de CUSTF después de la remoción vegetal.

EROSIÓN EÓLICA (ton/ha/año)			Count (N° Ocurrencias)	Mediana*Count (Ton/ha/año)
MIN	MAX	Mediana		
0.036	3.225	2.623	2,654	6,961.124
3.227	5.160	4.058	4,624	18,764.109
5.162	7.192	6.175	5,372	33,169.871
7.192	9.219	8.089	5,329	43,107.459
9.223	11.637	10.119	1,880	19,023.543
11.643	15.113	12.889	708	9,125.460
15.128	24.695	16.978	367	6,231.043
TOTALES			20,934	136,382.61
EROSIÓN EÓLICA Media Ton/ha/año				6.5149

Como se observó en la tabla de niveles de erosión eólica después de ejecutarse el CUSTF, el nivel sigue siendo *Ligero*, la tasa del índice de erosión eólica es de 6.515 ton/ha/año y la erosión eólica total es 20.1838 ton/año para una superficie de 3.0981 ha.

Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área de CUSTF en condiciones actuales y una vez realizado el cambio de uso de suelo.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión eólica del suelo en el área de CUSTF por tipo de vegetación y el volumen a mitigar.

Tabla 142. Resumen de la erosión eólica antes y después del proyecto.

Tipo de vegetación	Superficie de CUSTF (Ha)	Tasa de Erosión Eólica		Volumen Total de Erosión Eólica a MITIGAR (ton/año)
		Sin Proyecto	Con Proyecto	
Selva Baja Caducifolia	3.0981	0.0434	6.5149	6.4715
TOTAL	Ton/ha/año	0.0434	6.5149	6.4715
	Ton Totales	0.1345	20.1838	20.0493

Por lo anterior, se tiene que una vez realizado el CUSTF, el volumen total de erosión eólica aumentará **6.4715 ton/ha/año**, siendo **20.0492 toneladas totales por año**. Para contrarrestar la pérdida de suelo, se proponen las medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectivos negativos en el suelo. Realizando obras de conservación de suelo y agua, para el caso tinas ciegas a curvas a nivel y rescate y reubicación de suelo, que se describen a detalle en el programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua que se anexa al presente.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión total del suelo en el área de CUSTF en las condiciones actuales (escenario 1) y una vez realizado el CUSTF (escenario 2).

Tabla 143.- Comparación de la erosión en el área de CUSTF.

Tipo de Vegetación	Superfici e de CUSTF (Ha)	Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica (ton/año)		Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica a MITIGAR (ton/año)
		Sin Proyecto	Con Proyecto	
Selva Baja Caducifolia	3.0981	1.02269	153.4152	152.3925

Tipo de Vegetación	Superficie de CUSTF (Ha)	Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica (ton/año)		Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica a MITIGAR (192.3925)
		1.02269	153.4152	
TOTAL	3.0881			

Por lo tanto, se requiere mitigar 152.3925 ton/año, pero con implementación del Programa de Conservación y Restauración del Suelo y Agua, es más que suficiente para mitigar la pérdida de erosión en el proyecto, aquí se presenta el resumen del cálculo de la erosión en dicho programa (anexo).

Resumen de obras a realizar para mitigar la erosión

RESUMEN		
OBRAS A REALIZAR PARA MITIGAR LA EROSIÓN		
Tinas ciegas a realizar	1000	Obras
MITIGACIÓN DE EROSIÓN		
Volumen retenido obras	416.0000	Toneladas
Volumen a mitigar	152.3925	Toneladas
Diferencia	263.6075	Toneladas
SUPERFICIE DE REUBICACIÓN Y PARA EL CALCULO DE MITIGACIÓN		
Superficie:	4.0030	ha

IV.4.- Medio socioeconómico.

IV.4.1.- Descripción geográfica.

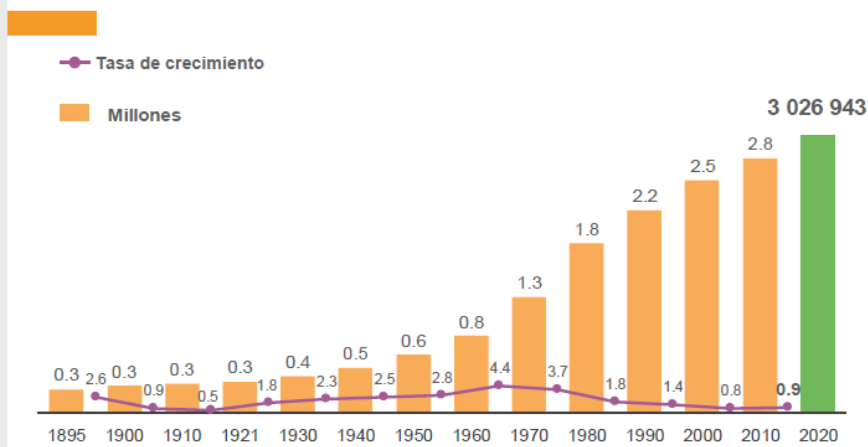
Este tipo de proyectos deja una gran derrama económica por la generación de trabajos, ya sea en la etapa de construcción, como en la etapa de operación. En la etapa de construcción comprende tanto trabajos fijos, indirectos, como de insumos o servicios. En la etapa de operación, el número de trabajos que se generará es importante ya que habrá una gran demanda de trabajadores, lo cual, va ser una fuente importante de trabajo fija.

El terreno elegido para el desarrollo del proyecto no presenta alguna condición especial como son zonas de atención prioritarias; es un terreno rústico, actualmente sin desarrollo urbano de ningún tipo.

La finalidad del proyecto, es la de cumplir con la normatividad establecida por autoridades competentes, para obtener la anuencia que permita, primero el despeje de la vegetación del terreno mediante medios manuales y después mecánicos, hacer una delimitación o trazo en el terreno.

Como dato de población, según los datos que arrojó el Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el estado de Sinaloa ocupa el lugar 17 a nivel nacional por su número de habitantes, con un total de 3'026,943 habitantes hasta ese año.

POBLACIÓN TOTAL Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, 1895-2020



Sinaloa ocupa el lugar 17 a nivel nacional por su número de habitantes, bajó 2 lugares con respecto a 2010.

Figura IV.24.- Población Total y Tasa de Crecimiento del Estado de Sinaloa.
Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. Sinaloa

La población sinaloense en los últimos años ha experimentado un rápido y continuo proceso de urbanización, la cual tiene un porcentaje del 75.73% y concentrándose principalmente en su capital, Culiacán Rosales, la cual cuenta con una población de 808,416 habitantes, en segundo lugar, está la Ciudad de Mazatlán, con 441,975 habitantes, y en tercer sitio está Los Mochis, con 298,009 y en cuarto sitio esta Guasave, con 289,370. El resto de las ciudades en importancia son Guamúchil, Escuinapa, Navolato, Costa Rica, Villa Unión, Juan José Ríos y Villa Juárez, las cuales no superan los 100,000 habitantes.

Tabla IV.144.- Número de habitantes por municipio en el estado de Sinaloa.

Clave del municipio	Municipio	Cabecera municipal	Habitantes (año 2020)
001	Ahome	Los Mochis	459,310
002	Angostura	Angostura	44,093
003	Badiraguato	Badiraguato	26,542
004	Concordia	Concordia	24,899
005	Cosalá	Cosalá	17,012
006	Culiacán	Culiacán Rosales	1,003,530
007	Choix	Choix	29,334
008	Elota	La Cruz	55,339
009	Escuinapa	Escuinapa de Hidalgo	59,988
010	El Fuerte	El Fuerte	96,593
011	Guasave	Guasave	289,370
012	Mazatlán	Mazatlán	501,441
013	Mocorito	Mocorito	40,358
014	Rosario	El Rosario	52,345
015	Salvador Alvarado	Guamúchil	79,492
016	San Ignacio	San Ignacio	19,505
017	Sinaloa	Sinaloa de Leyva	78,670
018	Navolato	Navolato	149,122
			3,026,943

INEGI.- Censo de población y vivienda 2020.

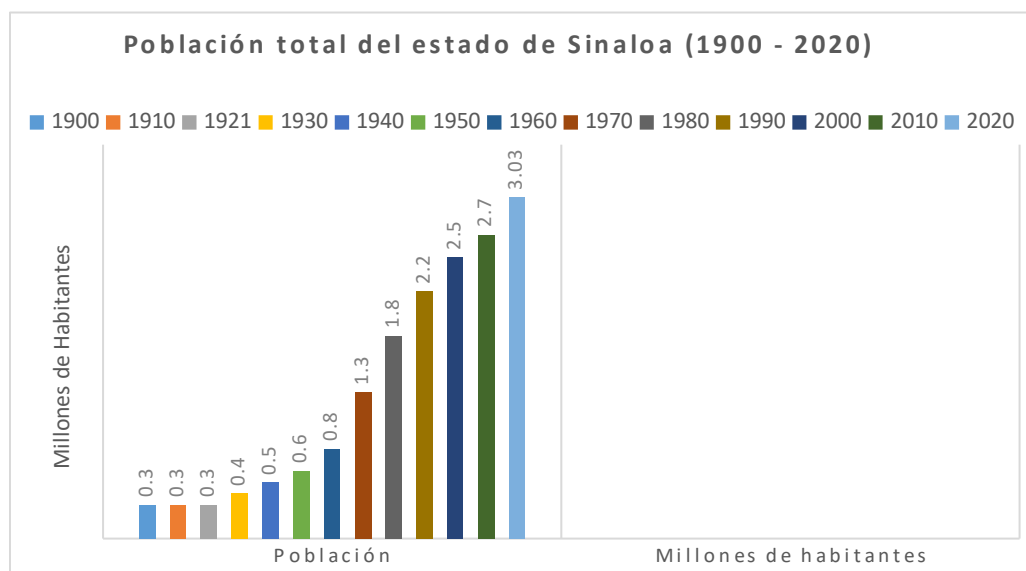
De acuerdo con la información del INEGI, en el año 2020, la población total en el municipio de Sinaloa, Sinaloa fué de 79,670, para este municipio se reporta un decrecimiento de la población en un -1.2%, para el censo de 2010, se tenía una población de 88,282 personas.

Los censos que se han realizado desde 1900 hasta 2010, muestran el crecimiento de la población en el estado de Sinaloa.

Año	Población Millones de habitantes
1900	0.3
1910	0.3
1921	0.3
1930	0.4
1940	0.5
1950	0.6
1960	0.8
1970	1.3
1980	1.8
1990	2.2
2000	2.5
2010	2.7
2020	3.03

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

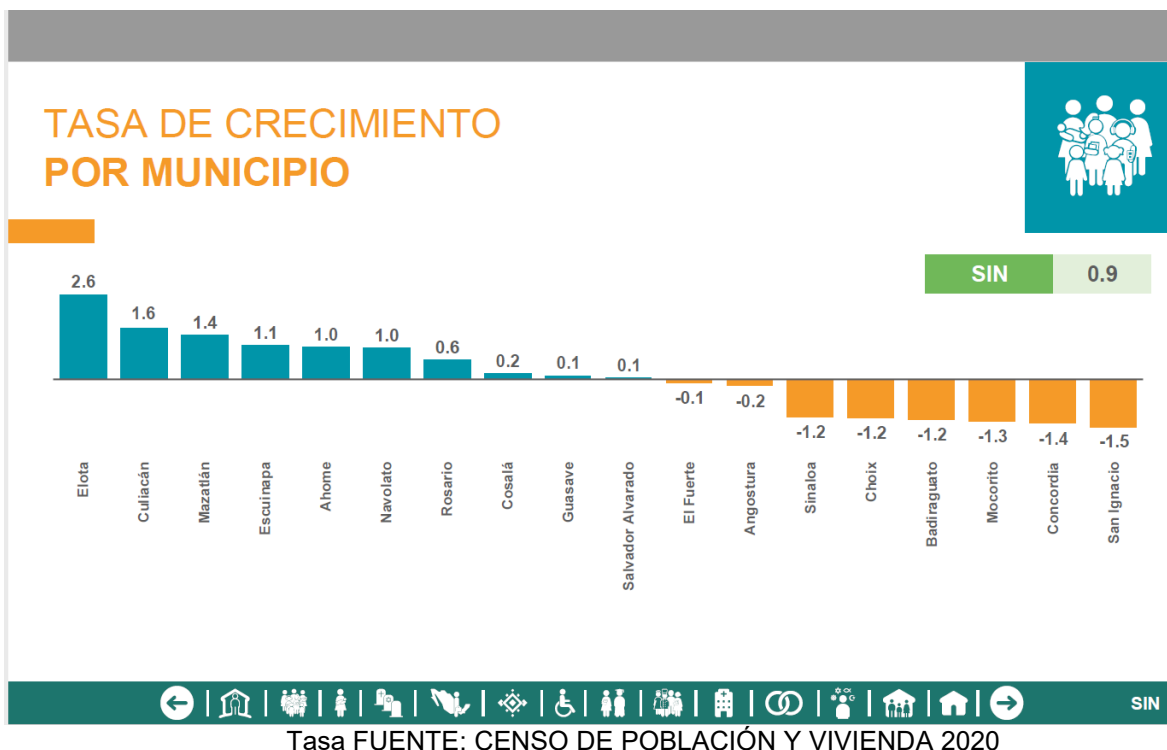
En la gráfica se observa que, durante 21 años, la población en el estado no creció. De 1930 al 2020, la población de Sinaloa creció en forma sostenida.



FUENTE: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020

Tanto en el país, como al interior de los estados, tradicionalmente se ha clasificado a la población en urbana y rural, según el tamaño de población de la localidad de residencia; en el Estado de Sinaloa, el 76% de la población vive en áreas urbanas y el 24 en rurales.

La transformación de rural en urbana ha avanzado de manera considerable. En 35 años, una quinta parte de la población dejó de ser rural y pasó a ser residente del medio urbano. En 1970 uno de cada dos habitantes vivía en localidades.



El presente proyecto se propone como alternativa de desarrollo minero controlado, necesaria ante la demanda de espacios para el desarrollo minero apegado a la normatividad, para el desarrollo y crecimiento minero.

IV.4.2. Paisaje

El proyecto se encuentra ubicado entre 420 y 499 msnm, en esta área predominan los ecosistemas de vegetación de selva baja caducifolia secundaria arbórea; la población de San José de Gracia, donde se encuentra el proyecto, depende de la minería, estas áreas se han usado para el pastoreo y el aprovechamiento de madera para uso común.

La región es importante desde el punto de vista socioeconómico para el desarrollo del estado de Sinaloa.

El municipio de Sinaloa, ofrece un atractivo en el que se conjugan el potencial de actividades que se pueden desarrollar como: la investigación científica, cultural, el turismo

(aventura, ecoturismo, campamentos, observación de aves, etc) la recreación y el esparcimiento, además de ofrecer paisajes.

- Calidad paisajística. La calidad del paisaje del SA es de valor alto, sin dejar de lado, que existen áreas que han sido impactadas por las actividades principalmente de agricultura, pastoreo y minero, por lo que su belleza escénica y visual es menor en esta área debido al impacto que a sufrido esta área, cuando se le compara con las partes más altas de la Sierra que presentan cañadas, relices, paredones y otros elementos geomorfológicos más atractivos, así como una formación vegetal más densa y que está constituida por individuos más altos; gruesos y longevos.
- Visibilidad. Este atributo presenta una condición buena, debido a que el tráfico vehicular que se presenta por el área es escaso.
- Fragilidad. En el SA existen ecosistemas frágiles, por lo que el paisaje en áreas aledañas al proyecto tiene una buena capacidad potencial para absorber los cambios que serán introducidos por el proyecto, a los cuales se les aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación que se proponen en este estudio, para evitar daños irreparables al ambiente.

Problemática detectada en el área de influencia.

La principal problemática detectada en el área de influencia donde se encuentra el proyecto, es la deforestación por el desmonte, para la utilización de la agricultura, algunas áreas densamente pastoreadas y por la cuestión minera.

IV.5. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto

Se describirán los Servicios Ambientales en base a la fracción LXI del Artículo 7° de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice: “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”.

La importancia de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema, radica principalmente en el cambio de la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se fragmenta y modifica la vegetación; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. En otras palabras, se modificará el entorno por la urbanización.

Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Ocasiona la disminución del banco de germoplasma nativo, en el sentido de que la superficie abierta, será cubierta y que cubrirá las semillas y propágulos, e impedirá se establezca nuevamente la vegetación.

Si no se toman las medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo y agua con residuos contaminantes, peligrosos o por salinidad como consecuencia de un deficiente flujo de agua y ocasiona pérdida de calidad del suelo y agua.

La remoción de cubierta vegetal contribuye a la no minimización de los vientos derivados de las tormentas que llegan a la región.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

La riqueza biótica del área inherente al desarrollo del proyecto, asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies, en virtud de que, debido a los alcances de este documento no es posible ni hay información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la *línea de base* que define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas.

Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales del predio se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios.

Existen diferentes instrumentos utilizados para evaluar los servicios ambientales; desde aquellos propuestos en el ámbito de la modelación y simulación matemática (Eichnera y Pethig, 2008), otros incluyen el enfoque clásico (Constanza et al., 1997) y hasta los casos prácticos (MacDicken, 1997). La importancia que los ecosistemas tienen para mantener el bienestar humano es ampliamente reconocida (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Para la evaluación de los servicios ambientales, no existe un sistema de clasificación único que sea apropiado para su uso en todos los casos, ya que la clasificación debe considerar aspectos como las características del ecosistema o fenómeno bajo investigación o de interés, el contexto de la toma de decisiones para el cual los servicios ambientales están siendo considerados, etc. (Turner et al. 2007). Para el caso se describe uno de los sistemas de clasificación con mayor relevancia desde el punto de vista práctico y apegado a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente.

IV.5.1. Clasificación de los servicios ambientales

El sistema de clasificación de servicios ambientales utilizado en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment, 2005), propone dividir a los servicios ambientales en cuatro

categorías: regulación, aprovisionamiento, sustento y culturales (Fracción LXI de la LGDFS art 7, Servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales)

IV.5.1.1. Servicios de regulación.

Los servicios de regulación tienen como función principal la de mantener estables las condiciones ambientales. Es decir, el mantenimiento general de un planeta habitable, que permita el equilibrio químico entre la atmósfera y los océanos. Cualquier alteración en dicho equilibrio puede tener efectos positivos o negativos en la naturaleza, así como en los procesos sociales y económicos. Entre este tipo de servicios se consideran los servicios de regulación climática, hidrológica, de la erosión, de riesgos naturales y el reciclaje de nutrientes principalmente.

IV.5.1.2. Servicios de aprovisionamiento.

Los ecosistemas han provisto de insumos al ser humano para alimentación, vestido, construcción y generación de productos secundarios y estos servicios ecosistémicos son los más fácilmente reconocibles. Se trata de bienes tangibles llamados recursos naturales o bienes. Estos servicios proporcionan el sustento básico de la vida humana; los esfuerzos por asegurar su provisión guían las actividades productivas y económicas. En esta categoría se encuentran incluidos los alimentos, el agua dulce, la madera, las fibras, el combustible, los recursos genéticos y productos para la industria bioquímica (bioprospección) (Balvanera y Cotler, 2009; Costello y Ward, 2006).

IV.5.1.3. Servicios de sustento.

Son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y permiten el flujo de servicios de provisión, de regulación y cultural. Entre estos servicios se encuentran la productividad primaria y el mantenimiento de la biodiversidad. También se encuentran el hábitat como refugio de biodiversidad y de polinizadores, especies migratorias, sitios de anidación, etc. (Balvanera y Cotler, 2009, Días et la., 2005).

IV.5.1.4. Servicios culturales.

Los servicios culturales son aquellos beneficios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes. Estos servicios pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles. Los beneficios espirituales, recreativos o educacionales que brindan los ecosistemas se consideran en esta categoría. Actualmente, aparte de los servicios culturales (históricos y antropológicos) estrictos, los ecosistemas ofrecen una gama de oportunidades para uso recreativo, como el ecoturismo y turismo de aventura, la pesca y caza deportiva, etc. El ecoturismo es una de las principales industrias generadoras de ingresos en todo el mundo, y en constante crecimiento, el valor económico de estas posibilidades es apreciable, sobre todo si se hace una planeación sustentable de las mismas (de Groot y Ramakrishnan, 2005).

IV.5.2.- Cuantificación de los servicios ambientales

El estudio de los servicios ambientales cubre un abanico de diferentes disciplinas que abarcan desde la biología y ecología, pasando por las ciencias básicas e ingenierías y terminando con la económicas y sociales. Por esta razón, cada servicio ambiental tiene un grado de avance en su conceptualización teórica, técnicas de cuantificación, y aplicaciones prácticas para su uso antropogénico.

Se presentan los servicios ambientales que se consideran puedan salir afectados por la realización del Cambio de uso de suelo, los cuales pertenecen a las 4 categorías.

Tabla 145. Servicios Ambientales.

CATEGORÍA	SERVICIOS AMBIENTALES
Servicios de regulación	Regulación de gases
	Regulación del clima
	Regulación de contingencias o desastres naturales
	Regulación del agua (flujos hidrológicos)
	Regulación de la erosión
Servicios de aprovisionamiento	Suministro de agua
	Alimento
	Materias primas
	Materiales genéticos
Servicios de sustento	Formación del suelo
	Polinización
	Hábitat
Servicios culturales y de recreación	Recreativos y/o culturales

Fuente: Datos de Millennium Ecosystem Assessment (2005), de Groot et al., (2002).

IV.5.2.1. Servicios de regulación

IV.5.2.1.1. Regulación de gases

Los principales servicios proporcionados por la función de regulación de gases son: 1) el mantenimiento de aire limpio y respirable, es decir, regular las concentraciones de contaminante que resultan nocivos para la salud y la visibilidad; y 2) la prevención de enfermedades.

La composición química de la atmósfera (y los océanos) se mantiene por los procesos biogeoquímicos que, a su vez, están influenciadas por muchos componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas naturales. Ejemplos importantes son la influencia de la biota en los procesos que regulan el balance CO_2/O_2 , mantiene la capa de ozono (O_3), y regula los niveles de SO_x .

Los ecosistemas que brindan el servicio son la atmósfera y todos los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos. Los procesos ecosistémicos involucrados corresponden a las interacciones entre la atmósfera y sus componentes, la tierra y su tipo de cobertura, y las actividades productivas. Las actividades humanas involucradas en la obtención del servicio implican la reducción de emisiones de contaminantes y un adecuado manejo de cobertura vegetal (Balvanera y Cotler, 2009).

Cuantificación del servicio regulación de gases.

La afectación a este servicio ambiental se valora **poco significativo (FACTOR del 0.337%)** considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto, también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud. Sólo se utilizará motosierra para el derribo del estrato arbóreo y realizar el seccionamiento de los troncos y de las ramas. Ya después para el despalme y nivelado si se tiene que realizar con maquinaria pesada.

Para la realizar la ejecución del proyecto como se realizará movimiento de tierra, por lo tanto, habrá un incremento en la emisión de partículas, que temporalmente pueden ocasionar niveles de emisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables. También ocurrirán emisiones de contaminantes por tráfico vehicular.

El incremento es **poco significativo** en la utilización de motosierra y tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones principales de vehículos como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂), hollín y alquitranes con un cierto contenido de plomo.

Las evaluaciones de la calidad del aire generalmente se hacen en áreas urbanas y éstas indican que regularmente la contribución mayoritaria de las emisiones contaminantes la hacen los automóviles y en general el sector del transporte; y de acuerdo a las características de cada ciudad, en las que puede haber otros factores que pueden ser determinantes, como por ejemplo: la industria y los servicios, las emisiones contaminantes varían dependiendo del consumo de combustibles y la intensidad de los procesos urbano-industriales que se llevan a cabo.

El proyecto requerirá de combustibles como la gasolina para el funcionamiento de 2 unidades de transporte y la operación tres motosierras, la quema de este combustible genera gases de efecto invernadero como el CO₂, CH₄ y N₂O.

También, se utilizarán combustibles tipo diésel, para aproximadamente 3 vehículos, los cuales se suministrarán en estaciones de servicio localizadas en la localidad de Sinaloa de Leyva, requiriendo almacenarse únicamente el diésel a través de tambores de 200 litros, que se abastecerán diariamente conforme se requiera.

La afectación con esta obra será en el orden de 3.0981 ha de superficie de manera temporal, donde se pretende realizar el proyecto en terrenos pertenecientes al municipio de Sinaloa, Sinaloa, realizado por maquinaria pesada del tipo de la maquinaria dedicada a la construcción (Bulldozer, Payloader o cargado frontal y la retroexcavadora de orugas). En la supervisión de las actividades del proyecto, algunas veces utilizará 2 vehículos a gasolina para el traslado de personal y supervisión.

La cuantificación de este servicio en la emisión de los componentes gaseosos de la atmósfera según las normas y leyes mexicanas que perjudican el estado de salud de las vías respiratorias de los pobladores.

La línea base del servicio de regulación de gases se puede obtener mediante la regulación vigente relacionada al servicio ambiental: NOM-020-SSA1-1993 y Ley General

del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Secretaría de Salud y Asistencia (SSA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

A continuación se calculan con factores de emisión, la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que serán emitidos en por año para el desarrollo de las obras, cálculos estimados con base al consumo de gasolina y diésel. Se anexa archivo en Excel Gases de Efecto Invernadero, donde se muestra la memoria de cálculo. Para determinar la emisión directa de CO₂, equivalente derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna, se aplicó la metodología de cálculo por factores de emisión para cada uno de los combustibles que se van a emplear en la actividad, de conformidad con lo establecido por el Acuerdo de la referencia.

Para ello será se hizo necesario calcular la cantidad que se genera de cada gas por medio de las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} E_{CO_2} &= VC \times PC \times FE_{CO_2} \\ E_{CH_4} &= VC \times PC \times FE_{CH_4} \\ E_{N_2O} &= VC \times PC \times FE_{N_2O} \end{aligned}$$

Donde:

E_{CO_2} = Emisiones de bióxido de carbono en toneladas [t]

E_{CH_4} = Emisiones de metano en kilogramos [kg]

E_{N_2O} = Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]

VC = Consumo de combustible al año en litro [l] o metros cúbicos [m³]

PC = Poder calorífico de cada combustible [MJ] o [MJ/m³]

FE = Factor de emisión de cada gas [t/MJ] o [kg/MJ]

Para llevar a cabo la aplicación de estas fórmulas se estimará la cantidad de combustible a consumir en las fuentes móviles por un año.

Para obtener el valor del poder calorífico de cada combustible, se consultó los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo, publicada anualmente por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). De esta manera se agrupan los datos y se sustituyen en cada una de las fórmulas correspondientes.

Una vez calculadas las equivalencias de cada gas, éstos se transforman en bióxido de carbono equivalente (CO₂e), por lo que se emplearon las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} E_{CO_2e(CO_2)} &= E_{CO_2} \\ E_{CO_2e(CH_4)} &= E(CH_4) \times PCG_{CH_4} \\ E_{CO_2e(N_2O)} &= E(N_2O) \times PCG_{N_2O} \end{aligned}$$

Donde:

PCG = es el Potencial de Calentamiento Global de cada gas.

E_{CO_2e} = Emisiones de bióxido de carbono equivalentes de cada gas en toneladas (CH₄, N₂O)[t]

Tabla 146. Potencial de Calentamiento Global (PCG) de los gases

Gas o Compuesto	PCG a 100 años
Bióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	28
Óxido nitroso (N ₂ O)	265

Consumo de combustible semanal:

Gasolina =

Entonces combinamos las fórmulas en las tablas siguientes en base al tipo de combustible (Se anexa memoria de cálculo (archivo Excel)).

Tabla 147. Cuantificación de la emisión de CO₂e por el consumo de gasolina y Diesel

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

Combustible	VC [m ³]	PC [MJ/m ³]	FE _{CO2} [tCO ₂ /MJ]	E _{CO2} [tCO ₂]
Gasolina	10.08	32,216	0.0000693	22.504
Diesel	36.00	35,537.4	0.0000741	94.800
			TOTAL	117.304

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

Combustible	VC [m ³]	PC [MJ/m ³]	FE _{CO2} [tCH ₄ /MJ]	E _{CH4} [tCH ₄]
Gasolina	10.08	32,216	0.000000025	0.008
Diesel	36.00	35,537.4	0.000000039	0.005
			TOTAL	0.013

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Combustible	VC [m ³]	PC [MJ/m ³]	FE _{CO2} [tN ₂ O/MJ]	E _{CO2} [tN ₂ O]
Gasolina	10.08	32,216	0.000000008	0.0026
Diesel	36.00	35,537.4	0.000000039	0.0050
			TOTAL	0.0076

Fuente: Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuesto de efecto invernadero; SEMARNAT, 2015. Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento; SEMARNAT, 2015.

Una vez calculadas las equivalencias de cada gas, éstos se deben de transformar en bióxido de carbono equivalente (CO₂e), por lo que se sustituyen en las fórmulas descritas arriba.

Empleando los PCG de dichos gases sustituimos:

Tabla 148. Cálculo de la equivalencia de cada gas

	E _{CO2} [tCO ₂]	PCG _{CO2}	E _{CO2} e(CO ₂) [t]
E _{CO2} e(CO ₂) = E _{CO2}	117.304	1	117.304
	E _{CH4} [tCH ₄]		E _{CO2} e(CH ₄) [t]
E _{CO2} e(CH ₄) = E _(CH4) *PCG _{CH4}	0.013	28	0.367
	E _{CO2} [tN ₂ O]		E _{CO2} e(N ₂ O) [t]
E _{CO2} e(CH ₄) = E _(CH4) *PCG _{CH4}	0.0076	265	2.011

Por lo tanto, al sumar cada una de las equivalencias de cada gas, tendremos el total de CO₂, equivalente de todos los combustibles utilizados por las fuentes móviles con los que

se cuentan, dando como Resultado **119.682 tCO₂e/año**, conforme se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 149. Cálculo de la equivalencia de cada gas total

E_{CO₂e(CO₂) [t]}	E_{CO₂e(CH₄) [t]}	E_{CO₂e(N₂O) [t]}	E_{CO₂e total [t]}
117.304	0.367	2.011	119.682

Significancia: tomando en cuenta que para una empresa para el reporte de GEI, si emite arriba de 25000 tCO₂e/año tiene que estar ingresando reportes, entonces se calcula el porcentaje de la equivalencia total respecto a al 25000, dando el resultado poco significativo, equivale a 0.479%.

IV.5.2.1.2. Regulación del clima (captura de carbono)

Se define al cambio climático global como el posible aumento en la temperatura superficial del planeta que se produciría como consecuencia de un aumento importante y rápido de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 1995).

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO₂, liberación de O₂ y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO₂, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos del suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO₂ que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Aproximadamente 42 a 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Lo primordial es cuánto carbono (CO₂) captura el árbol durante toda su vida. Las estimaciones sobre captura de carbono durante 100 años oscilan entre 75 y 200 toneladas por hectárea. Es posible entonces asumir 100 ton de carbono capturado por hectárea, equivalente a 350 ton de CO₂ por año y por hectárea en 100 años. Esto equivale a una tonelada de carbono y 3.5 ton de CO₂ por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de carbono de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea. Entonces la captura de carbono es de 75 ton/ha, equivalente a 2.6 ton de CO₂ por año por hectárea (Anón, 2013)¹⁶.

Para valorar la importancia de este servicio ambiental en la zona del proyecto, que podría afectarse por el cambio del uso del suelo forestal, de una zona cubierta de vegetación del tipo **selva baja caducifolia** se han considerado una serie de factores determinantes en la captura de carbono, para con ello valorar la importancia de la zona en la captura de carbono.

¹⁶ Anón, 2013) <http://www.textoscientificos.com/node/887>.

Cuantificación de la cantidad de Carbono

En este sentido, asumiendo que de las 3.0981 hectáreas de vegetación que será afectada (selva baja caducifolia), se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores de los bosques, se tendría un estimado de captura de 200 ton de carbono por hectárea, se presupondría que habría un decremento ligeramente mayor a las **619.62 ton**, cifra que representaría el 0.06% de lo que captura la vegetación de selva baja caducifolia del Sistema Ambiental (1,041,399.46 ton). Puede deducirse de esto, que el servicio que presta el ecosistema en cuanto a captura de carbono no se compromete de manera significativa, tan sólo se asume que para que ello ocurriera la afectación debería ser del 1.0% o más, respecto al potencial de captura de toda la vegetación en la Cuenca, con este análisis se intenta evidenciar el efecto que podría tener el proyecto en cuanto a los servicios ambientales que prestan los ecosistemas.

Por otra parte, tenemos que si expresamos la productividad primaria en términos de producción de carbono, los ecosistemas característicos de la Tierra presentan valores que van desde 16.8×10^{15} gramos al año de carbón en los bosques tropicales, hasta la contrastante productividad de las regiones áridas que apenas representa valores de 0.7×10^{15} gramos al año de carbón.

La relación directa entre la captura de CO₂ y la liberación de oxígeno (O₂) es por demás conocida, sin embargo, también está documentado que la mayor parte del oxígeno neto liberado a la atmósfera proveniente de unidad de superficie de ecosistemas terrestres producido por la selva tropical que va de 1,000 a 3,500 g/m², y en el caso de zonas de matorrales y selvas, como es el caso del predio (Selva Baja Caducifolia), así como algunos de los terrenos cultivados se producen aproximadamente 650 g/m² de producción primaria de biomasa neta (Begón, *et al.*, 1986). En relación a esta aproximación tendremos una reducción de aproximadamente **21.377 ton** de producción primaria de biomasa neta por el CUSTF de las **3.0981 ha** del predio, que representa tan sólo el **0.06%** del volumen que se produce la selva baja caducifolia en el Sistema Ambiental por esta comunidad vegetal, la cual ocupa una superficie de 5,206.9973 ha con una producción primaria de **35,928.281 ton**.

Por otra parte, Masera *et al.*, (2000)¹⁷ realizaron un estudio donde se describen las metodologías para el cálculo de la captura unitaria del carbono, que se define como la estimación del contenido de carbono en todos y cada uno de los reservorios presentes en un área considerada. Estos últimos incluyen: carbono contenido en la vegetación (Cv); carbono contenido en la materia orgánica en descomposición (Cd); carbono contenido en los suelos (Cs); carbono contenido en productos forestales (Cp); carbono ahorrado por la sustitución de combustibles (Cf).

Cabe destacar, para el cálculo de carbono contenido en la vegetación, se propone el Método de **Datos de Inventario Forestal**, se anexa el archivo en Excel Captura de Carbono, donde se muestra la memoria de cálculo.

17 Masera O., Jong B. y RicarIde I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México-ECOSUR. 197p.

De manera particular, se utilizará dentro del método que utiliza datos de inventarios forestales, describen la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea la cual se muestra a continuación:

$$C_{BA} = V * WD * BEF * CC$$

Donde:

C_{BA} = Carbono contenido en la biomasa aérea.

V = Volumen de la madera (m^3)

WD = Densidad de la madera (g/cm^3)

BEF = Factor de Expansión de Biomasa (por sus siglas en ingles).

CC = Contenido de Carbono.

Los Factores de Expansión de Biomasa (BEF) para los bosques de coníferas han sido calculados utilizando base de datos con muy poca información, sin embargo, reportan que el promedio de estos es de 1.3 y hasta que no se genere nueva información se acepta este valor para estimar la biomasa de los bosques de coníferas, considerando el volumen total de árboles.

Por otra parte, mencionan que el valor promedio comúnmente empleado para calcular el contenido de carbono es de 0.5, debido a que aproximadamente el 50% del peso seco de cualquier organismo vegetal lo constituye el carbono.

Entonces, se calcularon las toneladas de carbono que se afectarán por este tipo de vegetación de acuerdo a sus especies vegetales dominantes.

Sustituyendo en la fórmula inmediata anterior:

Ejemplo de Cálculo, para el caso de la especie ID 1: se anexa memoria de cálculo.

$$C_{BA} = 21.618 * 0.82 * 1.3 * 0.5 = 9.836 \text{ ton}$$

Por lo tanto, no da el siguiente resultado.

Tabla 150. Toneladas de carbono que se afectarán en el Estrato Arbóreo.

ID	Nombre Especie	Nombre Científico	Volumen m ³ rta	Densidad básica (g/cm ³)	BEF	Contenido de carbono (ton)
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	21.618	0.7	1.3	9.836
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.422	0.53	1.3	0.145
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1.483	0.54	1.3	0.521
4	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	0.624	0.5	1.3	0.203
5	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.289	0.94	1.3	0.177
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	0.594	0.5	1.3	0.193
7	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	0.687	0.5	1.3	0.223
8	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense</i>	0.850	0.59	1.3	0.326
9	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.106	0.36	1.3	0.025
10	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	8.312	0.73	1.3	3.944
11	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	0.235	0.5	1.3	0.076
12	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	27.765	0.5	1.3	9.024
13	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	0.512	0.5	1.3	0.166
14	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetracantha</i>	0.024	0.91	1.3	0.014
15	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	5.050	0.5	1.3	1.641
16	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	0.666	0.5	1.3	0.216

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Volumen m ³ rta	Densidad básica (g/cm ³)	BEF	Contenido de carbono (ton)
17	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.669	0.5	1.3	0.217
18	Vinolo	<i>Vachellia campechiana</i>	9.581	0.5	1.3	3.114
TOTAL			79.487			30.062

Tabla 151. Toneladas de carbono que se afectarán en el Estrato Arbustivo.

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Volumen m ³ rta	Densidad básica (g/cm ³)	BEF	Contenido de carbono (ton)
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	0.0421	0.05	1.3	0.001
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	0.0146	0.05	1.3	0.000
3	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	0.0022	0.5	1.3	0.001
4	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.3253	0.7	1.3	0.148
5	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.0322	0.53	1.3	0.011
6	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	0.0220	0.5	1.3	0.007
7	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	0.0601	0.5	1.3	0.020
8	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.0102	0.94	1.3	0.006
9	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	0.0003	0.3	1.3	0.000
10	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	0.0282	0.5	1.3	0.009
11	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	0.0570	0.59	1.3	0.022
12	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	0.0697	0.5	1.3	0.023
13	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	0.0009	0.5	1.3	0.000
14	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	0.0505	0.91	1.3	0.030
15	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	0.1986	0.91	1.3	0.117
16	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	0.0214	0.5	1.3	0.007
17	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	0.0319	0.73	1.3	0.015
18	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	0.0040	0.94	1.3	0.002
19	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	0.0883	0.5	1.3	0.029
20	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	0.0118	0.5	1.3	0.004
21	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	0.0651	0.5	1.3	0.021
TOTAL			1.1364			0.474

Dando como resultado que dentro del área existe un total de 30.536 ton (30.062 ton del estrato arbóreo + 0.474 ton del estrato arbustivo) de Carbono de la Biomasa aérea en las 3.0981 ha.

Es decir, revisando el Reservorio de Carbono, en las condiciones actuales se encuentra un reservorio de 30.536 ton (30.062 ton del estrato arbóreo + 0.474 ton del estrato arbustivo) en la superficie propuesta de 3.0981 ha de cambio de uso de suelo, es por esto, se está proponiendo realizar la mitigación del almacenamiento de carbono, mediante el rescate y reubicación de flora y junto con el Programa de Conservación y Restauración del Suelo y Agua en una superficie de 4.0030 ha, para mantener la reserva de carbono ya almacenado y propiciar el secuestro de carbono (SC), respectivamente. Donde dicha área propuesta se toma como opción de mitigación de carbono. Ya que tiene por objetivo la regeneración de masas forestales en área degradadas o sin vegetación aparente. Que para el caso que nos ocupa, la captura de carbono para la selva baja se estima un rango de 52 a 82 tC/ha¹⁸. Para el sitio, podemos deducir por la captación de agua que se realizará en las obras a construir, podemos tomar que el área

18 Masera O., Jong B. y Ricaride I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México-ECOSUR. 197p.

puede captar una media de 67 tC/ha. Que para las 4.0030 ha, arroja un resultado de 268.201 tC total y con esto se mitiga por la afectación de los 30.536 ton del área de CUSTF.

IV.5.2.1.3. Regulación de contingencias

Es la capacidad de los ecosistemas para mejorar/aminorar de manera “natural” los peligros y perturbaciones ocasionados por eventos naturales. Es decir, regular la respuesta de los sistemas naturales al embate de eventos naturales extremos y sus consecuencias sobre la población humana. Ejemplo de ello es el control de inundaciones y la protección contra tormentas.

Es difícil estimar con precisión la importancia de la superficie del proyecto sometida a cambio de uso del suelo con respecto a este servicio ambiental. Sin embargo, la mayoría de los autores estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades con respecto a la remoción de vegetación. Todo ello sustentado en el hecho de que la remoción de vegetación es uno de los factores que potencializa la pérdida de suelos y la capacidad de retención de agua de los mismos, de tal manera que se aumenta el coeficiente de escurrimiento, incrementando con ello el riesgo de inundaciones en terrenos planos y con pendiente ligera.

El control de inundaciones implica retener el agua de fuertes precipitaciones mediante el almacenamiento del agua en el suelo o se retención en la superficie de los lagos, pantanos, entre otros para evitar desbordamientos. Esto puede reducir la necesidad de construir costosas obras de ingeniería. Como medida de mitigación para esto, solo se realizará el derribo del estrato arbóreo, con instrumentos manuales, esto evitará el movimiento de tierra, que ayudará para evitar este tipo de contingencia.

La protección contra las tormentas tiene como objetivo reducir la fuerza del viento, las olas y las corrientes. Por ejemplo, los humedales costeros, como los arrecifes de coral, manglares, bajos mareales, deltas y estuarios desempeñan una función crítica en la protección de líneas costeras contra las mareas de tormentas y otros fenómenos climáticos, ya que pueden limitar los efectos perjudiciales de las mareas de tempestad y los maremotos al actuar como barreras físicas que reducen la altura y la velocidad que alcanza el agua, además, la vegetación costera contribuye a la retención de nutrientes. La vegetación de los humedales puede reducir la erosión provocada por las tormentas y las mareas inesperadas (Turner, 2007).

El efecto inmediato y directo del desarrollo del proyecto será:

- El Cambio de uso de suelo en 3.0981 ha de selva baja caducifolia.
- Representa una disminución en la cobertura forestal del Sistema Ambiental del orden del 0.04%.

Cuantificación del servicio de regulación de contingencias.

Para este servicio se utilizará la cantidad de agua que puede ser infiltrada en la superficie del proyecto antes y como consecuencia de la intervención propuesta, por lo que, se presenta el resultado, respecto a la comparación del cálculo de infiltración del CUSTF, antes y después de realizar el CUSTF.

Tabla 152.- Comparación de la infiltración media en las condiciones actuales y en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tipo de Vegetación		Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)		
			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Selva baja espinosa caducifolia		26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101
Total	(m³)	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101
	(%)	100.00	36.08%	26.40%	9.68%

En el cuadro anterior, tenemos que, de los **9,668.922 m³/año de infiltración** que actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima una reducción a **7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total de infiltración**, esto

quiere decir, que se reducirá la infiltración en un **9.68% que representa 2,594.101 m³/año**, siendo el resultado de aplicar las medidas de mitigación, para el esto ver el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, ayudará para recuperar dicho impacto.

Tabla 153. Resumen de la Mitigación del Suelo y Agua

OBRAS A REALIZAR PARA MITIGAR LA EROSIÓN		
Tinas ciegas a realizar	1,000	Obras
Suelo a rescatar	3,098.1	m ³
MITIGACIÓN DE EROSIÓN		
Volumen retenido Tinas Ciegas	416.0000	Toneladas
Volumen rescatado	4,027.53	Toneladas
Volumen a mitigar	152.37248	Toneladas
Diferencia	4,291.1575	Toneladas
MITIGACIÓN DE LA INFILTRACIÓN		
Volumen de retención e infiltración	20,655.480	m ³
Volumen de infiltración en el área de CUSTF	7,074.821	
Volumen a mitigar	2,594.101	m ³
Diferencia	25,136.200	m ³
SUPERFICIE DE REUBICACIÓN Y PARA EL CALCULO DE MITIGACIÓN		
Superficie:	4.0030	ha

IV.5.2.1.4. Regulación del agua (flujos hidrológicos)

Los servicios de regulación de agua se relacionan con la influencia de los sistemas naturales en la regulación de los flujos hidrológicos en la superficie de la tierra. Algunos ejemplos de servicios de los ecosistemas derivados de la función de regulación del agua son: el mantenimiento del riego y drenaje natural, el amortiguamiento de las descargas extremas de ríos, la regulación de los flujos de caudales, y la provisión de un medio de transporte.

Una distribución regular de agua a lo largo de la superficie es esencial, pues tanto una ligera, así como una gran escorrentía pueden presentar graves problemas. Esta función de los ecosistemas es distinta a la de regulación de contingencias, ya que se refiere al mantenimiento de las condiciones normales en una cuenca hidrográfica y no a la prevención de eventos peligrosos extremos (Fetter, 2001).

Cuantificación de la regulación del agua.

El servicio de regulación de agua se mide como la cantidad de agua que es regulada por el ecosistema y que permite aminorar los efectos de erosión relieve y las condiciones meteorológicas presentes en los ecosistemas.

La cuantificación se realizará mediante el resultado, respecto a la comparación del cálculo de escurrimiento del área de CUSTF, antes y después de realizar el CUSTF.

Escenario 1. Escurrimiento medio en condiciones actuales.

Resultado de realizar el calcula de escurrimiento superficial en condiciones actuales.

Tabla 154.- Determinación de los coeficientes parciales para el área de CUSTF

Tipo de Vegetación	pp promedio máxima mensual (mm)	Curva Numérica CN	Retención máxima potencial (S)	Gasto medio escurrido	Coefficiente de escurrimiento
Selva Baja Espinosa Caducifolia	535.2	70	108.86	423.61	0.792

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento en base al tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m³ multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla 155.- Escurrimiento medio en m³ por tipo de vegetación en el área de CUSTF

Tipo de Uso de Suelo	Área (Ha)	Precipitación (m ³ /año)	Coefficiente Ponderado de Escurrimiento	Escurrimiento Medio (m ³ /año)
Selva Baja Caducifolia	3.0981	26798.57	0.792	21211.221
TOTAL	3.0981	26,798.57	-	21,211.221

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total dentro del área de CUSTF es de **21,211.221 m³** lo que representa un **79.15%** del total de agua captada en la zona.

Escenario 2. Escurrimiento medio en el supuesto de haber realizado el CUSTF.

Se calcula el escurrimiento superficial se determina a través del método de curvas numéricas, en el supuesto de realizar el Cambio de uso de suelo.

Tabla 156.- Determinación de los coeficientes parciales para el área de CUSTF

Tipo de Vegetación	pp promedio máxima mensual (mm)	Curva Numérica CN	Retención máxima potencial (S)	Gasto medio escurrido	Coefficiente de escurrimiento
Selva Baja Caducifolia	535.2	82	55.76	473.65	0.885

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento en base al tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m³ multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla 157.- Escurrimiento medio en m³ por tipo de vegetación en el área de CUSTF

Tipo de Uso de Suelo	Área (Ha)	Precipitación (m ³ /año)	Coefficiente Ponderado de Escurrimiento	Escurrimiento Medio (m ³ /año)
Selva Baja Caducifolia	3.0981	26798.565	0.885	23716.850
TOTAL	3.0981	26798.565	-	23,716.850

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total dentro del área de CUSTF es de **23,716.850 m³** lo que representa un **88.50%** del total de agua captada en la zona, en el supuesto de realizar el CUSTF.

Escenario 3. Se hace el comparativo del cálculo del escurrimiento del área de CUSTF, antes y después de realizar el CUSTF.

Tabla 158.- Comparación del escurrimiento medio en las condiciones actuales y en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Selva baja caducifolia	26798.565	21,211.221	23,716.850	2,505.629
Total	(m³)	21,211.221	23,716.850	2,505.629
	(%)	79.151%	88.500%	9.350%

En el cuadro anterior, tenemos que, de los **21,211.221 m³/año de escurrimiento** actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima un aumento a **23,716.850 m³/año, que representa el 88.500% del total de escurrimiento**, esto quiere decir, que se reducirá la infiltración en un **9.350% que representa 2,505.629 m³/año**, cantidad de agua escurrida que se tiene que mitigar, siendo el resultado de aplicar las medidas de mitigación, con el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, se logra captar un volumen total de 27,730.301 m³/año, por lo tanto, es más del volumen a mitigar.

IV.5.2.1.5. Regulación de la erosión del suelo

Se define como la capacidad del suelo para evitar la erosión, mediante el mantenimiento del suelo y sus servicios de moderación del ciclo hidrológico, soporte físico para las plantas, retención y disponibilidad de nutrientes, procesamiento de desechos y materia orgánica muerta, mantenimiento de la fertilidad del suelo y regulación de los ciclos de nutrientes (Pimentel et al., 1997).

La función de retención del suelo depende principalmente de los aspectos estructurales de los ecosistemas, especialmente de la cubierta vegetal y de las raíces del sistema. Las raíces del árbol ayudan a estabilizar el suelo, mientras que el follaje intercepta la lluvia evitando la compactación y la erosión de suelo desnudo. Las plantas que crecen a lo largo de las costas y la vegetación (sumergida), en zonas cerca de la costa contribuyen en gran medida al control de la erosión y facilitan la sedimentación. Los servicios prestados por esta función son muy importantes para mantener la productividad agrícola y prevenir los daños debidos a la erosión del suelo (tanto de los deslizamientos de tierra y polvo).

Este servicio lo proporcionan los ecosistemas terrestres del país. Los procesos ecosistémicos que están involucrados son: interacción entre la vegetación y los macro y microorganismos del suelo, que lo mantienen y sus funciones. Para la obtención de este servicio es necesario el mantenimiento de la biodiversidad del suelo, de cobertura vegetal y de procesos (Balvanera y Cotler, 2009).

Cuantificación de la regulación de la erosión

La cuantificación del servicio regulación de la erosión se mide a través de la cantidad física de pérdida de suelo al momento de hacer la evaluación por hectárea. Se tomarán los resultados, donde se determinó la pérdida de suelo del área de CUSTF en las condiciones actuales y una vez realizado el CUSTF.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión del suelo en el área de CUSTF en las condiciones actuales (escenario 1) y una vez realizado el CUSTF (escenario 2), así como el volumen total.

Comparación de la erosión en el área de CUSTF.

Tipo de Vegetación	Superficie de CUSTF (Ha)	Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica (ton/año)		Volumen Total de Erosión Hídrica y Eólica a MITIGAR (ton/año)
		Sin Proyecto	Con Proyecto	
Selva Baja Caducifolia	3.0981	1.02269	153.4152	152.3925
TOTAL	3.0981	1.02269	153.4152	152.3925

Por lo tanto, se requiere mitigar 152.3925 ton/año, pero con implementación del Programa de Conservación y Restauración del Suelo y Agua, es más que suficiente para mitigar la pérdida de erosión en el proyecto, aquí se presenta el resumen del cálculo de la erosión en dicho programa (anexo).

Resumen de obras a realizar para mitigar la erosión

RESUMEN		
OBRAS A REALIZAR PARA MITIGAR LA EROSIÓN		
Tinas ciegas a realizar	1000	Obras
MITIGACIÓN DE EROSIÓN		
Volumen retenido obras	416.0000	Toneladas
Volumen a mitigar	152.3925	Toneladas
Diferencia	263.6075	Toneladas
SUPERFICIE DE REUBICACIÓN Y PARA EL CALCULO DE MITIGACIÓN		
Superficie:	4.0030	ha

IV.5.2.2. Servicios de aprovisionamiento

IV.5.2.2.1 Suministro de agua

Esta función involucra servicios de sustento básico, para actividades productivas como la agricultura, la industria, los centros de distribución, además del funcionamiento normal de los ecosistemas. Se refiere al filtrado, retención y almacenamiento de agua, sobre todo, de arroyos, lagos y acuíferos. La función de filtrado se realiza principalmente por la cubierta vegetal y la biota (suelo). La retención y la capacidad de almacenamiento

depende de la topografía y las características subterráneas de los ecosistemas involucrados. La función de suministro de agua también depende de la función de los ecosistemas en los ciclos hidrológicos (regulación de agua), pero se centra principalmente en la capacidad de almacenamiento, en lugar del flujo de agua a través del sistema. Los servicios ecosistémicos asociados con el suministro de agua se relacionan con el consumo de agua para los hogares, la agricultura y la industria.

Los ecosistemas que brinda el servicio: ecosistemas terrestres y acuáticos continentales, océanos y atmósfera. Los procesos ecosistémicos que están involucrados son la interacción entre patrones climáticos, vegetación, suelo y los procesos del ciclo hidrológico. Las actividades humanas involucradas son la construcción de presas, sistema de riego y alcantarillado y manejo de cuencas (Balvanera y Cotler, 2009).

Cuantificación del suministro de agua

La cantidad de agua útil, según nivel de contaminación, producida por hectárea por año, correspondientes a cada uno de los acuíferos que están disponibles para su uso humano, agrícola o industrial se puede calcular mediante la cantidad de agua en el acuífero.

Se considera al acuífero Río Sinaloa como un acuífero que se encuentra parcialmente vedado. Pero en la mayor parte de su superficie no rige ningún decreto de veda.

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

La disponibilidad de aguas subterráneas en el acuífero indica un volumen de 8,231,880 m³ para otorgar nuevas concesiones de este acuífero.

IV.5.2.2.2. Provisión de alimentos

La mayoría de los alimentos se derivan de las plantas cultivadas y animales domesticados, pero una importante parte de la dieta humana mundial todavía proviene a partir de plantas y animales silvestres. Los ecosistemas naturales son una fuente importante de plantas y animales comestibles, que incluyen mamíferos, reptiles, peces, aves, verduras, hongos y frutas.

El bosque, los pastizales o los ecosistemas acuáticos que son parciales o temporalmente utilizados o transformados para la producción de alimentos deben mantener la mayor parte de sus otras funciones o ser capaz de recuperarse en un período de tiempo razonable.

Este servicio se define también como conversión de energía solar en plantas y animales comestibles. Potencialmente todos los ecosistemas pueden brindar este servicio. Los procesos ecosistémicos involucrados tienen que ver con el mantenimiento de la

biodiversidad y de las poblaciones de especies útiles. Las principales actividades humanas involucradas en la obtención del servicio son la extracción, manejo de especies y manejo de ecosistemas.

Por otro lado, el uso y la transformación de ecosistemas para obtener alimentos ha sido una actividad humana preponderante. La obtención de alimentos derivados de la agricultura depende de la productividad primaria, es decir, la transformación de energía lumínica en tejido vegetal. Además, los ecosistemas naturales se han transformado en campos de cultivo con una o pocas especies; se han domesticado las especies de mayor utilidad, seleccionándose variedades con distintas características, e incluso modificando genéticamente los organismos para conferirles las características deseadas; además, se han utilizado insumos externos, como fertilizantes y plaguicidas, así como maquinaria para maximizar la producción (Wood y Lenne, 2005; Balvanera y Cotler, 2009).

Cuantificación de los alimentos de origen silvestre

Para cuantificar este servicio, se calculó la cantidad de especies con uso alimenticio que puede ser “extraído” del ecosistema natural mediante muestreos.

Para las especies de flora se enumera la riqueza de especies que pueden dar alimento ya sea para el humano o el ganado doméstico.

Tabla 158.- Riqueza de especies de flora que pueden dar alimento

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Nº Ind.
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	9
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	3
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aborigenum</i>	39
4	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	30
5	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9
6	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	120
7	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	3
8	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	45
9	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	60
10	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	302
Total global			620

La riqueza de especies de este listado representa el 8.31%, de la riqueza total de las especies de flora del estrato arbóreo y arbustivo (7457 individuos) dentro del área de CUSTF.

Para las especies de fauna se enumera la riqueza de especies que pueden ser alimento para el ser humano.

Tabla 159.- Riqueza de especies de fauna que pueden dar alimento

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Nº Ind.
1	<i>Columbina inca</i>	Tórtola inca	1
2	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	2
3	<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca	1
4	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	1

5	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	42
6	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrialeña	2
7	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1
8	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari	2
Total global			52

La riqueza de especies de este listado representa el 38.81%, de la riqueza total de las especies de fauna dentro del área de CUSTF, es resto de las especies se puede comercializar para otras cuestiones (no para alimento). Como medida de mitigación se propone el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

IV.5.2.2.3. Provisión de materias primas

Dentro de este servicio se considera la provisión de los recursos renovables bióticos, como la madera y las fibras fuertes (para construcción), los compuestos bioquímicos o biodinámicos (látex, gomas, aceites, ceras, taninos, colorantes, hormonas, etc.) para todo tipo de usos industriales. La naturaleza también ofrece muchos recursos energéticos como la leña, materia orgánica, la energía animal y bioquímica (hidrocarburos, etanol, etc.), y alimentos para animales (por ejemplo, hierba, hojas, krill, etc.). los recursos abióticos, como minerales, combustibles fósiles, la energía solar y eólica no se consideran ya que generalmente no son renovables y no se puede atribuir a ecosistemas específicos. La explotación de estos recursos se realiza en todos los niveles de subsistencia, artesanal y comercial en todo el mundo.

Cuantificación de las materias primas

Para medir este servicio se calculó la cantidad de volumen de especies como materia prima para las industrias de la construcción, artesanal y vivienda que puede ser “extraída” del ecosistema del área de CUSTF, para lo cual se presenta el resultado del Capítulo II.

Después de haber determinado el total por especie de cada tipo de vegetación, se estimó el número de individuos por especie en total del área de cambio de uso de suelo, como se muestra en la tabla siguiente, donde se presenta un resumen general del área de cambio de uso de suelo por especie y la estimación de la existencia total en la superficie de 3.0981 ha de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya sea maderable y no maderable.

Tabla 160.- Resumen de la estimación de especies maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
			N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	840	21.618
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	30	0.422
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	12	0.624

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Estimación/Existencias 3.0981 ha	
			N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	21	0.289
5	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	30	0.594
6	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	9	0.687
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	60	0.850
8	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0.106
9	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	60	8.312
10	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	9	0.235
11	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	30	27.765
12	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	3	0.512
13	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	3	0.024
14	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	60	0.666
15	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0.669
16	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	330	9.581
TOTAL			1,509	72.954

Tabla 161.- Resumen de la estimación de especies no maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo

ID	Nombre Especie	Nombre Científico	Estimación/Existencias 3.09681 ha	
			N° Ind.	Volumen m ³ v.t.a.
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	30	1.483
2	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	45	5.050
TOTAL			75	6.533

El área de CUSTF, no se considera elegible para el Pago de Servicios Ambientales de los Programas de la CONAFOR.

Como medida de mitigación se propone el rescate y reubicación de las especies que obtuvieron un Índice de Valor de Importancia más alto que en el Sistema Ambiental. (ver los Programas de rescate y reubicación de flora y Conservación y Restauración de Suelo y Agua).

IV.5.2.2.4. Recursos genéticos

Muchos de los recursos bióticos que una vez fueron recolectados en la naturaleza son obtenidos a partir de plantas cultivadas y animales domesticados. Sin embargo, muchos cultivos importantes, requieren de la variabilidad genética de sus parientes silvestres para mantenerse.

Cuantificación de los recursos genéticos

Se mide la cantidad física de especies de los cuales se pueden extraer bioproductos con alto valor agregado, que pueden ser usados en la elaboración de productos farmacéuticos y cosméticos.

De las especies de flora identificadas en los muestreos se encuentran:

Tabla 162.- Especies que se pueden extraer recursos bióticos

ID	Nombre Común	Nombre Científico	Uso farmacéutico
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aborigenum</i>	El Pueblo Mayo utiliza el cactus como un remedio herbal. Piezas de la carne se aplica a las heridas para inhibir la hemorragia. La carne de cactus fue preparado en agua con sal y la solución se aplica a las heridas infectadas tres veces al día, seguido por un polvo de sulfatiazol. El jugo se consume como un tónico a base de hierbas y para tratar el dolor de garganta.
2	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Se ha utilizado en la infusión y cocimiento de corteza para tratar malaria, sífilis, calvicie, gonorrea, fracturas, elephantitis y afecciones respiratorias (gripe, tos, sarampión). Las hojas se usan para tratar afecciones del hígado y riñones, asma, bronquitis, fiebre y gonorrea.

De las 18 especies, 2 de ellas se detectaron que se pueden sacar recursos bióticos, que representan el 11.11% de las especies, y con respecto a la riqueza de las mismas representan el 2.46 (39 individuos de un total estimado de 1584 individuos) de las mismas.

Se realizamos la cuantificación por unidad de superficie (ha), podemos concluir que de las especies detectadas que proporcionan recursos bióticos, representan el $0.025 = 39(\text{individuos})/1584 (\text{individuos totales/ha})$.

IV.5.2.3. Servicios de sustento

IV.5.2.3.1. Formación del suelo

Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica. El suelo se forma a través de la desintegración de roca y poco a poco se convierte en suelo fértil a través de la acumulación de materia orgánica de origen animal y vegetal, además de la liberación de minerales. La formación del suelo suele ser un proceso muy lento; los suelos naturales se generan a un ritmo de unos pocos centímetros por siglo, mientras que después de un

proceso de erosión, la formación de suelo (o regeneración) de roca toma de 100-400 años por cm de capa superficial de tierra.

Los servicios del ecosistema derivados de la formación del suelo se relacionan con el mantenimiento de la productividad de los cultivos en las tierras cultivadas y con la integridad y el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Pimental y Wilson, 1997).

Potencialmente, todos los ecosistemas terrestres brindan el servicio. Los procesos ecosistémicos involucrados son las interacciones entre la cobertura vegetal con los macro y microorganismos del suelo, el ciclo de nutrientes. Para la obtención de este servicio es necesario el mantenimiento de la biodiversidad del suelo, de cobertura vegetal y de procesos.

Cuantificación del inventario del suelo

La variable que se utiliza para cuantificarlo es la cantidad física de suelo al momento de hacer la evaluación actual por hectárea. Con una media en la profundidad de suelo recién formado (color más oscuro debido a la acumulación y la descomposición de la materia orgánica) de 2.2 cm aproximadamente. Se obtiene 220 m³/ha. Determinando una Densidad aparente (Dap = 1.1 t/m³ para el arcilloso). Se obtiene un promedio de 242 toneladas por hectárea.

Suelo joven = unidad de superficie x Dap x profundidad del suelo

Sustituimos: Suelo joven = 10,000 m² x 1.1 t/m³ x 0.016 m

Suelo joven = 242 t/ha.

Tabla 163.- Cuantificación del inventario del suelo joven total en el área de CUSTF.

DESCRIPCIÓN	CLAVE WRB	Superficie (ha)	Suelo (m ³ /ha)	Suelo Presente (t)
Leptosol + Phaeozem	LPmosk+PHsklep/2R	3.0981	220.00	681.582
TOTAL		3.0981	220.00	681.582

Como resultado del cuadro anterior, se obtiene, dentro del área de CUSTF que presenta suelo joven (3.0981 ha), representa un suelo de 681.582 toneladas en el área de Cambio de uso de suelo. En el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, se demuestra que con la implementación de este, se recupera el suelo por la pérdida en base al cálculo de la erosión hídrica y eólica y se estima que a partir del año 5 más o menos empezaría el área planteada en el programa a generar un nuevo suelo, la formación del suelo es una acción influenciada por factores como el material parental¹⁹, el clima –humedad y temperatura-, macro y micro organismos y topografía en un periodo de tiempo. Se calcula que para tener un centímetro de suelo en la capa superficial son

¹⁹ Manual de obras prácticas. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. 5ª edición. CONAFOR. 2018.

necesarios entre 100 y 400 años (SEMARNAT, 2008), pero la implementación del programa mencionado se mitiga la pérdida de suelo.

IV.5.2.3.2. Polinización

La polinización es esencial para la reproducción de la planta, incluyendo los cultivos comerciales. Sin este servicio ambiental realizado por insectos, aves y murciélagos, muchas plantas se extinguirían y la productividad comercial de cultivos alcanzaría costos muy elevados si se tuviera que recurrir a la polinización artificial (Arizmendi, 2009).

Potencialmente todos los ecosistemas del país, pueden brindar el servicio; los procesos ecosistémicos involucrados, incluyen las interacciones biológicas entre organismos, los componentes abióticos de los ecosistemas como el mutualismo (polinización), competencia, depredación, etc.

Entre las actividades humanas involucradas en la obtención del servicio se encuentran el mantenimiento de la biodiversidad, el manejo de especies individuales, el manejo de ecosistemas y la introducción de especies (Kremen et al., 2007).

Cuantificación de la polinización

Cantidad de producción maderable determinada por las especies polinizadoras de ecosistemas.

Especie polinizadora detectada en el área de CUSTF. Sería el Colibrí (*Amazilia rutila*) y Colibrí (*Cynanthus latirostris*) que en épocas en que estos son difíciles de conseguir frutos, también puede alimentarse de néctar, polen, hojas e insectos, y en el área seguramente existan abejas, insectos u otro tipo de polinizadores que no son monitoreados, ya que está muy poco estudiado donde se analizan las interacciones planta-polinizador a nivel de ecosistema. Una alteración del éxito reproductivo relativo de las diferentes especies de plantas debida a su sistema de polinización puede conducir a profundos cambios en la estructura de la comunidad vegetal, lo cual, a su vez, puede tener efectos en cascada sobre la comunidad animal asociada.

Desgraciadamente, desconocemos los requerimientos de polinización de la mayor parte de las flores silvestres, y mucho menos si se encuentran limitadas por una falta de polinizadores, por lo que nos resulta imposible predecir cuales son las especies que más riesgo corren. Es probable que muchas plantas raras estén recibiendo un servicio de polinización menos seguro que el que un día tuvieron, pero esto generalmente no será descubierto ya que nadie lo está estudiando. Son muy pocos los estudios a largo plazo que se llevan a cabo en cualquier hábitat, y resulta muy difícil separar los efectos de la abundancia de polinizadores de los efectos de otros cambios ambientales. En el caso de las plantas perennes, si estas producen pocas semillas, probablemente pasaran bastantes años antes de que los efectos sean observados.

En la actualidad, simplemente no hay suficientes datos disponibles para sacar conclusiones a gran escala sobre si los cambios en la abundancia de polinizadores están teniendo un impacto generalizado en las comunidades naturales de plantas.

El humano es, con diferencia, la que más altera el medio que le rodea. La consecuencia de muchas de nuestras actividades suele ser la pérdida de hábitats o la fragmentación de los mismos, lo que afecta la formación desigual a los distintos taxones de polinizadores. En muchos casos, esto conlleva efectos negativos sobre sus poblaciones (se reducen sus zonas de nidificación, se eliminan sus fuentes de alimento, etc.), aunque también hay determinadas especies que pueden verse beneficiadas por nuestra proximidad.

Por lo tanto, como medida de mitigación se realizará el programa de ahuyentamiento de fauna dentro del área.

No se utilizarán productos químicos para el derribo, ni se quemará el producto del derribo de la flora.

IV.5.2.3.3. Hábitat

Los ecosistemas naturales proporcionan espacio de vida para todas las plantas silvestres y especies animales en la tierra. Estas especies, y su papel en el ecosistema local y global, proporcionan la mayoría de las funciones que provee la biodiversidad, el mantenimiento de hábitats sanos es una condición necesaria para la prestación de todos los bienes y servicios, directa e indirectamente (Balvanera et al. 2006).

El hábitat, o función de refugio, se puede dividir en dos subtipos distintos de funciones, cada uno de prestación de servicios diferentes (de Groot et al., 2002; Gilbert y Janssen, 1997).

La función de refugio es proporcionar el espacio vital de plantas y animales silvestres, tanto para los residentes y transitorios (especies migratorias), los ecosistemas naturales son esenciales para el mantenimiento de la diversidad biológica y genética en la tierra.

Función de vivero o sitio de anidación. Muchos ecosistemas, proporcionan zonas de reproducción y cría para las especies, que en algunos casos, ya como adultos, son cosechadas en otros lugares, ya sea para la subsistencia o con fines comerciales (Gilbert y Janssen, 1997). Desafortunadamente, estos servicios son a menudo desconocidos o ignorados y en muchos casos las zonas de viveros son, y han sido transformados para otros usos “económicos” más directos, lo cual ha ocasionado desastrosas consecuencias tanto ecológicas como socioeconómicas (por ejemplo, el drenado de las lagunas de manglares) (Turner, 2007).

Potencialmente todos los ecosistemas todos los ecosistemas del país pueden brindar estos tipos de servicios (terrestres y acuáticos). Los procesos ecosistémicos involucrados son las interacciones biológicas entre organismos y con los componentes abióticos de los ecosistemas. Las actividades humanas involucradas en la obtención del servicio son el mantenimiento de la biodiversidad, manejo de especies individuales, manejo de ecosistemas, y la introducción de especies (Balvanera y Cotler, 2009).

Dentro de este servicio se considera también la protección a la biodiversidad, especialmente aquellas especies que se encuentren dentro de laguna categoría de riesgo. Para establecer las regulaciones que permitan conservar, proteger y/o manejar aquellas especies de flora y fauna silvestres, se han establecido cuatro categorías, de acuerdo con el nivel de riesgo (SEMARNAT, 2010). Estas categorías son: (1) en peligro de extinción, (2) amenazada, (3) sujetas a protección especial y (4) Probablemente extinta en el medio silvestre. Una descripción de éstas categorías, según la NOM-SEMARNAT-2010 se menciona a continuación.

En peligro de extinción: Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. (Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro de crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la UICN).

Amenazadas: Aquellas especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la UICN).

Sujetas a Protección Especial: Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la UICN).

Probablemente extinta en el medio silvestre: Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

Además, es importante considerar también a las especies endémicas.

Especies endémicas: Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Cuantificación del servicio de control biológico

Cantidad física de especies y calidad ecológica de las especies presentes en el ecosistema al momento de hacer la evaluación inicial. Se puede calcular mediante el servicio hábitat (Coeficiente de compensación de hábitat), donde resulta de la sumatoria del número de especies probablemente extintas multiplicado por el coeficiente de compensación para estas especies (10); el número de especies en peligro de extinción por el coeficiente de compensación para estas especies (1); el número de especies

amenazadas por el coeficiente de compensación de estas especies (0.1); número de especies sujetas a protección especial por el coeficiente de compensación para estas especies (0.01) y el número de especies endémicas en el ecosistema multiplicado por el coeficiente de compensación para estas especies (0.001).

En el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el desarrollo del proyecto en cuestión, se consideraron dentro de esta, no que existe una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, conforme a las tablas que se presentan a continuación (*En la NOM-059-SEMARNAT-2010, se catalogaron de la siguiente manera: SS: Sin estatus A: Amenazada y PR: Protección Especial: E: Endémica y NE: No Endémica*).

Tabla 164. Especies del estrato arbóreo maderables

ID	Especie	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin Categoría
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	Sin Categoría
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	Sin Categoría
5	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin Categoría
6	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	Sin Categoría
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin Categoría
8	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sin Categoría
9	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Sin Categoría
10	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	Sin Categoría
11	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	Sin Categoría
12	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	Sin Categoría
13	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetracantha</i>	Sin Categoría
14	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin Categoría
15	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Sin Categoría
16	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría

Tabla 165. Especies del estrato arbóreo no maderables

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aborigenum</i>	Sin Categoría
2	Pitayo	<i>Stenocereus thurberi</i>	Sin Categoría

Para las especies del estrato arbustivo, la misma especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010), y es no endémica como se presenta en las tablas siguientes:

Tabla 166. Especies del estrato arbustivo maderables

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin Categoría
2	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
3	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sin Categoría
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyophysa occidentalis</i>	Sin Categoría
5	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin Categoría
6	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	Sin Categoría
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	Sin Categoría
8	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
9	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin Categoría
10	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	Sin Categoría
11	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	Sin Categoría
12	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Sin Categoría
13	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	Sin Categoría
14	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	Sin Categoría
15	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría

Tabla 167. Especies del estrato arbustivo no maderables

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	Sin Categoría
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	Sin Categoría
3	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin Categoría
4	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	Sin Categoría
5	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin Categoría
6	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	Sin Categoría

Tabla 168. Especies del estrato herbáceo

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Ayale/Tecomate	<i>Crescentia alata</i>	Sin Categoría
2	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	Sin Categoría
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
4	Candelilla	<i>Euphorbia colletioides</i>	Sin Categoría
5	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	Sin Categoría
6	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	Sin Categoría
7	Coquito	<i>Cyperus tenerimus</i>	Sin Categoría
8	Cordoncillo/Pata de pollo	<i>Elytraria imbricata</i>	Sin Categoría
9	Flor de piedra	<i>Selaginella pallescens</i>	Sin Categoría
10	Hierba del toro	<i>Ruellia paniculata</i>	Sin Categoría
11	Mala mujer	<i>Solanum tridynamum</i>	Sin Categoría
12	Malva/escobilla	<i>Sida acuta</i>	Sin Categoría
13	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	Sin Categoría
14	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
15	Papachillo	<i>Randia tetraacantha</i>	Sin Categoría
16	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin Categoría

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SERMARNAT-2010
17	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Sin Categoría
18	Trompillo	<i>Ipomoea alba</i>	Sin Categoría
19	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría
20	Zacate	<i>Chloris chloridea</i>	Sin Categoría

En base a los resultados se presenta el listado de especies de fauna.

En el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el desarrollo del proyecto en cuestión, se consideraron dentro de esta, que no existen especies dentro del estrato arbóreo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, conforme a las tablas que se presentan a continuación.

Tabla 169.- Registro de fauna silvestre en el área de CUSTF.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
AVES			
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibri canelo	SS
2	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla gris	SS
3	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	SS
4	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	SS
5	<i>Carduelis psaltria</i>	jilguero dorso orcuro	SS
6	<i>Cathartes aura</i>	Aura	SS
7	<i>Contopus pertinax</i>	Contopus Jose Maria	SS
8	<i>Culumbina inca</i>	Tórtola inca	SS
9	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	SS
10	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibri latirostro	SS
11	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito difícil	SS
12	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos californiano	SS
13	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	SS
14	<i>Icteria virens</i>	Breñero	SS
15	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero desertico	SS
16	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	SS
17	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de lincoln	SS
18	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	SS
19	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corana naranja	SS
20	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	SS
21	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	SS
22	<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	SS
23	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	SS
24	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo marron	SS
25	<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo	SS
26	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	SS
27	<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	SS
28	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	SS
29	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	SS
30	<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	SS
31	<i>Turdus rufopalliat</i>	Zorzal	SS
32	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	SS
33	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	SS

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
34	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrialeña	SS
MAMÍFEROS			
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago	SS
2	<i>Balanteopteryx plicata</i>	Murcielago	SS
3	<i>Canis latrans</i>	Coyote	SS
4	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	SS
5	<i>Desmodus rotundus</i>	Murcielago	SS
6	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	SS
7	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	SS
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	SS
REPTILES Y ANFIBIOS			
1	<i>Ameiba onduata</i>	Ameiba	SS
2	<i>Anolis nebulosa</i>	Anolis	SS
3	<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija panza azul	SS
4	<i>Irhinella marina</i>	Sapo marino	SS
5	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	SS
6	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	SS
7	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arboricola	SS
En la NOM-059-SEMARNAT-2010, se catalogaron de la siguiente manera: SS: Sin estatus, A: Amenazada y PR: Protección Especial			

Calculando el coeficiente de compensación de hábitat para la flora y fauna, Como se presenta una especie en la NOM-059, que corresponde a la flora, quedaría el siguiente:

S_h = Coeficiente de compensación de hábitat

$$S_h = 1*0.1 + 0*0.01 = 0.00$$

Entonces el resultado del coeficiente de compensación de hábitat para el área de Cambio de uso de suelo es de 0.00, no se presenta ninguna especie de flora y fauna, en dicha área será rescata y reubicada, como medida de mitigación.

El servicio de hábitat se determinó con base en datos de la NOM-059-SEMARNAT-2001, a fin de categorizar las especies presentes. Según datos de Briggs et al. (2008), Drechslera y Wätzolbd (2009), Sinden (2008), Whitmarsh (2008), UICN (IUCN por sus siglas en inglés), INE y CONANP. Para realizar la compensación el precio se fijo en 1000 USD por especie considerando las fuentes internacionales y los programas que tienen como propósito proteger los hábitats de las diferentes especies en categoría de riesgo (Tabla 72)

Tabla 170. Categorías de riesgo y nivel de compensación.

CATEGORÍAS DE RIESGO	NIVEL DE COMPENSACIÓN
Probablemente extinta en el medio silvestre	Más de 10000 USD
En peligro de extinción	9001-10000 USD
Amenazadas	700-9000 USD
Sujetas a Protección Especial	401-700 USD
Especie endémica	Menos de 400 USD

IV.5.2.4. Servicios Culturales

IV.5.2.4.1. Servicios culturales y de recreación

Los ecosistemas brindan también beneficios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes. En este caso se habla de servicios culturales, los cuales pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles.

Los beneficios espirituales, recreativos o educacionales que brindan los ecosistemas se consideran en esta categoría. Los servicios culturales están relacionados con las actividades sociales que, de una u otra forma, utilizan los ecosistemas como valores espirituales y de inspiración, recreación, turismo, y valores estéticos o educativos. Los ecosistemas de humedales ofrecen posibilidades culturales, estéticas, de recreación y reflexión (Turner et al., 2008).

Actualmente, aparte de los servicios culturales (históricos y antropológicos) estrictos, los ecosistemas ofrecen una gama de oportunidades para uso recreativo, como el ecoturismo y turismo de aventura, la pesca y la caza deportiva, la observación de aves, la fotografía y los deportes acuáticos. Dado que el turismo es una de las principales industrias generadoras de ingresos en todo el mundo, y en constante crecimiento, el valor económico de estas posibilidades es apreciable, sobre todo si se hace una planeación sustentable de las mismas.

Cuantificación de los servicios culturales y de recreación

La cuantificación se debe de realizar si el sitio de interés para los habitantes del estado o nacionales relacionados a los valores estéticos, religiosos-espirituales, recreativos y culturales.

El área de Cambio de uso de suelo, no se considera sitio de interés cultura o recreativo.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

V.1.1 Indicadores de impacto

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es que son útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones.

De acuerdo con Gómez Orea (2002), desde el punto de vista de la valoración hay dos clases de indicadores de impacto:

1. Los cuantitativos, que son medibles porque para ellos se dispone de una unidad de medida, de tal manera que las situaciones “con” y “sin” proyecto son cuantificables en una métrica convencional, y
2. Los cualitativos, aquellos para los que no se dispone de una unidad de medida y hay que recurrir a sistemas no convencionales de valoración.

Se establecieron los siguientes indicadores para valorar los impactos potenciales: ambientales del proyecto:

Tabla V.1 Indicadores ambientales del proyecto		
Medio	Factor	Indicador ambiental
Abiótico	Suelo	Pérdida de suelo en hectáreas
		Contaminación por algún residuo peligroso listado en la NOM-052-SEMARNAT-2005
	Agua	Escorrentía superficial en m ³ /seg
		Infiltración del agua en mm/hora
		Límite establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.
	Aire	Límite establecido en la NOM-041-SEMARNAT-2006
		Límite establecido en la NOM-045-SEMARNAT-2006
Límite establecido en la NOM-080 y 081 ambas SEMARNAT-1994		
Paisaje	Alteración del entorno original en hectáreas	
	Fragmentación del paisaje en hectáreas	
Biótico	Flora	Pérdida de cubierta vegetal en hectáreas y número de ejemplares por especie
		Perdida en número de organismos por especie, listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fauna	Pérdida en número de organismos por especie
		Perdida en número de organismos listados por especie, en la NOM-059-SEMARNAT-2010

		Perturbación de hábitos
	Ecosistema	Pérdida de hábitat en hectáreas
		Fragmentación del ecosistema en hectáreas
Socioeconómico	Social y económico	Número de empleos generados
		Derrama económica en pesos

V.1.2 Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos:

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega cada una de las obras y actividades del proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

Fases: se refieren a las etapas en tiempo que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción
- b. Operación
- c. Abandono

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada susceptible de producir impactos.

Tabla V.2 Acciones susceptibles de producir impactos

Fases	Acciones
Preparación del sitio	Ahuyentismo y traslocación de fauna
	Rescate y reubicación de flora
	Delimitación de la superficie sujeta a CUS
	Desmante
	Despalme y almacenamiento de suelo orgánico
	Colocación de letrinas
Construcción	Colocación de contenedores
	Construcción de terracerías (corte y excavación)
	Construcción borde iniciador
	Instalación de geomembrana
Operación y mantenimiento	Construcción de canaletas pluviales
	Filtrado y acarreo de jales secos
	Disposición, distribución y compactación de jales
	Construcción de terraplenes y bermas
	Limpieza de áreas
	Relleno y compactación de zonas erosionadas
Abandono	Operación y mantenimiento de maquinaria
	Suspensión de actividades
	Desmantelamiento de instalaciones
	Restauración del sitio

V.1.3 Factores del entorno susceptibles de recibir impactos:

De acuerdo con Gómez Orea (2002), se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales, así como las consideraciones de índole social.

Por su parte, el **Artículo 35** de la **LGEPA** establece en su **párrafo tercero**, que la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

En cumplimiento a lo anterior, se describen a continuación los factores del entorno susceptibles de recibir impactos sobre el sistema ambiental, mismo que se delimitó y caracterizó en el Capítulo IV de la presente solicitud de información adicional:

Tabla V.3 Factores susceptibles de recibir impactos		
Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Relieve
		Cantidad de suelo
		Calidad del suelo
	Agua	Escorrentía superficial
		Infiltración de agua
		Calidad del agua
	Aire	Calidad del aire
Paisaje	Calidad paisajística	
Biótico	Flora	Cobertura vegetal
		Organismos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fauna	Hábitat
		Organismos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Ecosistema	Corredores
		Biodiversidad
Socioeconómico	Social y económico	Cumplimiento de la normatividad
		Empleos
		Inversión

V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación

Para el desarrollo de la presente sección, se utilizó la información generada con el empleo de herramientas conocidas para la identificación de impactos en las diversas etapas del proyecto, entre cuales se encuentran las siguientes:

a) El sistema de información geográfica

Se elaboraron de mapas de inventario, de tal forma que a través de la sobreposición que se realizó con el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de forma directa y evidente.

Para la caracterización del Sistema Ambiental se utilizó lo siguiente:

- Proyecto ejecutivo del promovente.
- Información oficial generada para el área del proyecto por el INEGI; SEMARNAT; CONABIO; CONAGUA; CONANP; CONEVAL; SGM; Gobierno del Estado de Guerrero y H. Ayuntamiento Sinaloa.
- Información generada en los trabajos de campo

b) Grafos o redes de interacción causa-efecto

Consistió en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando esta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, sirvió de base para elaborar esta última, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Gómez Orea (2002) sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria.

c) Matrices de interacción o de identificación de impactos:

Se elaboraron cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que son causa de impacto y en la otra los elementos, factores o componentes ambientales relevantes, que son receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales se identifican impactos potenciales, cuya significación se calcula para cada impacto.

En este tipo de matrices se realiza la valoración para calcular el índice de incidencia de cada uno de los impactos ambientales, que se refiere a la severidad y forma de la alteración del componente ambiental.

A partir de la matriz anterior, se integra una matriz de cribado, que resume los impactos ambientales significativos, que generará el proyecto sobre su entorno.

V.1.4.1 Criterios de evaluación

V.1.4.1.2 Identificación de Impactos ambientales por cada etapa del proyecto

Todas las acciones generadas por una obra o actividad intervienen en la relación causa-efecto, cada una de las cuales define los impactos ambientales que serán producidos. De acuerdo a lo anterior, se elaboró una matriz en el que se identifican los impactos ambientales que se generarán por la realización de las obras y actividades contempladas por cada una de las etapas del proyecto.

Con la matriz referida se identificaron 20 acciones del proyecto, entre las cuales se detectaron 143 interacciones con los 8 componentes del entorno que pueden ser afectados.

De lo anterior se detectaron 87 impactos ambientales negativos (color rojo), de los cuales 30 corresponden a la etapa de preparación del sitio; 26 a la etapa de construcción, 27 a la etapa de operación y mantenimiento, y 4 a la etapa de abandono. A su vez, se registraron 56 impactos ambientales positivos (color verde), de los cuales 18 corresponden a la etapa de preparación del sitio; 10 a la etapa de construcción, 12 a la etapa de operación y mantenimiento, y 16 a la etapa de abandono.

Los resultados antes descritos se presentan en la siguiente matriz:

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																											
ETAPAS	IMPACTOS	SUELO		AGUA		AIRE		FLORA		FAUNA		ECOSISTEMA		PAISAJE		SOCIOECONOMICO		TOTALES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Subtotal de interacciones negativas	Subtotal de interacciones positivas	Interacciones negativas por etapa	Interacciones positivas por etapa	
	Acciones																										
PREPARACION DEL SITIO	Ahuyentamiento y traslocación de fauna												1										0	3			
	Rescate y reubicación de flora								1										1	1			0	3			
	Delimitación de sup sujeta a CUS		1		1				1	1							1				1		6	1			
	Desmonte de recursos forestales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1			1		17	1		
	Despalme y alm de suelo orgánico	1	1	1	1																	1	1	7	2		
	Colocación de letrinas				1		1															1	1	0	4		
	Colocación de contenedores de residuos				1		1															1	1	0	4		
CONSTRUCCION	Corte y excavación (Terracerías)	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1				1	1	11	2			
	Construcción bordo iniciador				1	1		1	1	1			1			1	1				1	1	8	2			
	Instalación de geomembrana				1	1	1	1	1				1									1	1	4	4		
	Construcción de cañaleras pluviales					1		1	1	1												1		3	2		
OPERACION Y MANTENIMIENTO	Filtrado y acarreo de jales secos				1			1	1	1			1			1					1	1	6	2			
	Disposición, distribución y compactación de jales				1			1	1	1			1			1	1				1		7	1			
	Construcción de terraplenes y bermas				1			1	1	1			1				1				1		6	1			
	Limpieza de áreas				1												1				1		0	3			
	Relleno y compactación de zonas erosionadas		1		1																	1	1	1	3		
	Operación y mantenimiento de maquinaria				1			1	1	1			1				1	1				1	1	7	2		
ABANDONO	Suspensión de actividades																				1	1	2	0			
	Desmantelamiento de instalaciones																				1	1	2	0			
	Restauración del sitio	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1				0	16			
SUBTOTAL	Interacciones negativas	2	4	3	10	4	2	10	11	11	1	1	1	3	5	0	1	6	7	1	2	2				87	
	Interacciones positivas	1	2	1	5	1	4	1	1	0	1	2	1	1	2	0	0	1	2	6	18	6				56	
TOTAL																											
	Interacciones negativas																									87	
	Interacciones positivas																									56	
																										143	

Tabla V.4 Matriz de identificación de Impactos Ambientales

Cabe mencionar que en la matriz citada, existen impactos ambientales que se repiten en diferentes actividades, razón por la cual en la siguiente tabla de valoración de impactos, se criban los impactos repetidos.

V.1.3.1.3 Valoración de impactos ambientales

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

- a) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.
- b) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado.

La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como referencia el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental, a cada impacto se atribuye un índice de incidencia que

variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación y propuesto por Gómez Orea (2002):

- 1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del Atributo.
- 2) Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo par la más favorable.
- 3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala.

Expresión V.3.1.1.

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc$$

- 4) Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Expresión V.3.1.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min}$$

Siendo:

I = El valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

A continuación se muestra una tabla donde se presentan los atributos de los impactos ambientales y su valor.

Tabla V.5 Atributos de los impactos ambientales y su valor

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o Tiempo (T)	Corto plazo	3
	Mediano plazo	1
	Largo plazo	2
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1

Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	3

Los criterios para realizar la asignación del carácter y la calificación de cada atributo en una matriz de valoración de impactos ambientales, se explica en la tabla siguiente:

Atributos	Escala del 1 al 3		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

Tabla V.6 Descripción de criterios para valorización de impactos

Con la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la siguiente matriz de valoración de impactos ambientales, la cual permite evaluar los impactos ambientales generados en términos del índice de incidencia y conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

ETAPA	ACCIONES	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	SIGNO DEL DETERIORO	CONSECUENCIA ©	ACUMULACIÓN (A)	SINERGIA (S)	MOMENTO O TIEMPO (T)	REVERSIBILIDAD (Rv)	PERIODICIDAD (Pi)	PERMANENCIA (Pm)	RECUPERABILIDAD®	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA
PREPARACIÓN DEL SITIO	Ahuyentamiento y traslocación de fauna	Fauna	Pérdida de ejemplares de lento o nulo desplazamiento	+	3	1	1	1	2	1	1	1	11	0.19
		Socioeconomico	Cumplimiento normativo	+	1	1	1	1	2	1	1	1	9	0.06
			Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	11	0.19
	Rescate de flora	Flora	Pérdida de ejemplares	+	3	1	1	1	3	1	1	1	12	0.25
		Socioeconomía	Cumplimiento normativo	+	1	1	1	1	2	1	1	1	9	0.06
			Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	11	0.19
	Delimitación de áreas a CUS	Suelo	Pérdida de suelo	-	3	1	1	1	2	1	3	1	13	0.31
			Contaminación del suelo	-	3	1	1	1	2	1	3	1	13	0.31
		Aire	Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
		Fauna	Pérdida de hábitat	-	1	1	1	1	2	1	1	1	9	0.06
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	1	1	1	2	1	3	1	13	0.31
		Socioeconomico	Generación de empleos	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
	Desmante	Suelo	Modificación del relieve	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdido de suelo	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida de carbono	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
		Agua	Alteración del balance hidrico	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
			Contaminación del agua	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
		Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida de ejemplares	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
		Fauna	Pérdida de carbono	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida del hábitat	-	3	3	3	1	2	1	3	3	19	0.69
		Ecosistema	Pérdida de ejemplares de lento o nulo desplazamiento	-	3	3	3	1	2	1	1	1	15	0.44
			Pérdida de biodiversidad	-	3	3	3	1	3	1	3	3	20	0.75
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
	Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	1	1	1	3	1	1	1	12	0.25	
	Despalme y Almacenamiento de Suelo orgánico	Suelo	Modificación del relieve	-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50
			Pérdido de suelo	-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50
Pérdida de carbono			-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50	
Contaminación del suelo			-	3	1	1	1	1	1	3	1	12	0.25	
Aire		Contaminación atm por gases	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
		Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
		Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
Socioeconomía	Cumplimiento normativo	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13		
	Generación de empleos	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13		
Colocación de letrinas	Suelo	Contaminación del suelo	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
	Agua	Contaminación del agua	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
	Socioeconomía	Cumplimiento normativo	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
		Generación de empleos	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
Colocación de contenedores de residuos	Suelo	Contaminación del suelo	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
	Agua	Contaminación del agua	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
	Socioeconomía	Cumplimiento normativo	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
		Generación de empleos	+	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	

Tabla V.7 Determinación de incidencia en etapa de preparación del sitio

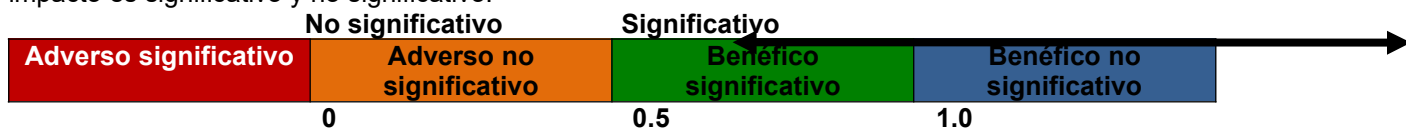
ETAPA	ACCIONES	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	CONSTRUCCION											
				SIGNO DEL DETERIORO	CONSECUENCIA ©	ACUMULACIÓN (A)	SINERGIA (S)	MOMENTO O TIEMPO (T)	REVERSIBILIDAD (Rv)	PERIODICIDAD (Pl)	PERMANENCIA (Pm)	RECUPERABILIDAD*	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA	
CONSTRUCCION	Construcción de terracerías (Corte y Excavación)	Suelo	Modificación del relieve	-	3	3	1	1	2	1	3	1	15	0.44	
			Pérdida de suelo	-	3	3	1	1	2	1	3	1	15	0.44	
			Pérdida de carbono	-	3	3	1	1	2	1	3	1	15	0.44	
			Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56	
		Agua	Alteración del balance hídrico	-	3	3	3	1	2	1	1	1	15	0.44	
			Contaminación del agua	-	3	3	1	1	2	1	1	1	13	0.31	
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56	
			Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56	
		Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
	Derrama económica		+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19	
	Construcción bordo iniciador	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56	
			Altración del balance hídrico	-	3	3	3	1	1	1	3	1	16	0.50	
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
		Fauna	Pérdida de hábitat	-	3	3	1	1	2	1	1	1	1	13	0.31
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	1	2	1	1	1	1	13	0.31
			Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	1	2	1	1	1	1	13	0.31
		Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
			Derrama económica	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
		Instalación geomembrana	Suelo	Contaminación de suelo	+	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
			Agua	Alteración balance hídrico	-	3	3	3	1	2	1	1	1	15	0.44
	Contaminación atm por gases			-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
	Aire		Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
	Socioeconomía		Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
		Derrama económica	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19	
	Construcción canaletas pluviales	Agua	Alteración del recurso hídrico	+	3	1	1	1	2	1	3	3	15	0.44	
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
Contaminación por ruido			-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	
Socioeconomía		Generación de empleos	+	3	1	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19	

Tabla V.8 Determinación de incidencia en etapa de construcción

ETAPA	ACCIONES	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	SIGNO DEL DETERIORO	CONSECUENCIA ©	ACUMULACIÓN (A)	SINERGIA (S)	MOMENTO O TIEMPO (T)	REVERSIBILIDAD (Rv)	PERIODICIDAD (Pi)	PERMANENCIA (Pm)	RECUPERABILIDAD ®	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Filtrado y acarreo de jales secos	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	1	1	3	2	3	1	1	15	0.44	
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
		Fauna	Pérdida de ejemplares	-	1	3	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
		Paisaje	Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	1	3	3	1	1	18	0.63
		Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75
	Derrama económica		+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75	
	Disposición, distribución y compactación de jales secos	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	1	1	3	3	1	1	1	1	14	0.38
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
		Fauna	Pérdida de ejemplares	-	1	3	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	3	1	3	3	1	1	18	0.63
			Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	1	3	3	1	1	18	0.63
	Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75	
	Construcción de terraplenes y bermas	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	1	1	3	3	1	1	1	1	14	0.38
		Aire	Contaminación atm por gases	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
			Contaminación por polvos	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
			Contaminación por ruido	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
		Fauna	Pérdida de ejemplares	-	1	3	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
		Paisaje	Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	1	3	3	1	1	18	0.63
		Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75
	Limpieza de obras de protección	Suelo	Contaminación del suelo	+	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75	
Paisaje		Alteración del paisaje	+	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75		
Socioeconomía		Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75		
Relleno y compactación de áreas erosionadas	Suelo	Pérdida de suelo	+	3	1	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38	
		Contaminación del suelo	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25	
	Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75	
		Derrama económica	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75	
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	3	1	3	2	3	1	1	1	17	0.56	
		Contaminación atm por gases	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25	
		Contaminación por polvos	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25	
	Aire	Contaminación por ruido	-	3	3	1	3	1	1	1	1	1	14	0.38	
		Fauna	Pérdida de ejemplares	-	1	3	1	3	1	3	1	1	1	14	0.38
	Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	18	0.63	
		Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	18	0.63	
Socioeconomía	Generación de empleos	+	3	3	1	3	3	3	3	3	1	20	0.75		
ABANDONO	Suspensión de actividades	Socioeconómico	Derrama económica	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75	
			Generación de empleos	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75	
	Desmantelamiento de instalaciones	Socioeconómico	Derrama económica	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75	
			Generación de empleos	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75	
	Restauración del sitio	Suelo	Modificación del relieve	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Pérdida de suelo	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Pérdida de carbono	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Contaminación del suelo	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
		Agua	Contaminación del suelo	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Aire	Contaminación atm con gases	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22
		Contaminación por polvos		+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
		Flora	Pérdida de cobertura vegetal	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Pérdida de ejemplares	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
			Pérdida de carbono	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88
Fauna	Pérdida de hábitat	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		
	Pérdida de ejemplares de nulo o lento desplazamiento	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		
Paisaje	Alteración de la visibilidad	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		
	Modificación del paisaje natural	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		
Socioeconómico	Cumplimiento normativo	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		
	Generación de empleos	+	3	3	3	3	3	3	3	3	1	22	0.88		

Tabla V.9 Determinación de incidencia en etapa de operación, mantenimiento y abandono

Con los resultados de la determinación del índice de incidencia, bajo la metodología establecida por Gómez-Orea (2003), puede establecerse el tipo de impacto ambiental (positivo=benéfico, negativo=adverso) identificado en el estudio. Aplicando a su vez el criterio que establece a 1.0 como valor mayor de incidencia por tipo de impacto, puede establecerse la siguiente escala para determinar cuando un impacto es significativo y no significativo.



A partir de la matriz de valoración, se elaboró la siguiente matriz de cribado de impactos ambientales, en la cual solo se presentan aquellos **Impactos Ambientales Significativos**, pues será sobre ellos que se trabajará en mitigar, prevenir y compensar.

ETAPA	ACCIONES	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	SIGNO DEL DETERIORO	CONSECUENCIA @	ACUMULACIÓN (A)	SINERGIA (S)	MOMENTO O TIEMPO (T)	REVERSIBILIDAD (Rv)	PERIODICIDAD (Pt)	PERMANENCIA (Pm)	RECUPERABILIDAD *	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmante	Suelo	Modificación del relieve	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdido de suelo	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida de carbono	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
		Agua	Alteración del balance hídrico	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
			Contaminación del agua	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
		Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida de ejemplares	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
			Pérdida de carbono	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
		Fauna	Pérdida del hábitat	-	3	3	3	1	2	1	3	3	19	0.69
			Pérdida de biodiversidad	-	3	3	3	1	3	1	3	3	20	0.75
		Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63
	Modificación del paisaje natural		-	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.63	
	Despalme y Almacenamiento de Suelo orgánico	Suelo	Modificación del relieve	-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50
			Pérdido de suelo	-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50
Pérdida de carbono			-	3	3	1	1	1	1	3	3	16	0.50	
CONSTRUCCION	Construcción de terracerías	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
			Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17
		Paisaje	Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
	Construcción bordo iniciador	Suelo	Contaminación del suelo	-	3	3	1	1	2	1	3	3	17	0.56
		Agua	Alteración del balance hídrico	-	3	3	3	1	1	1	3	1	16	0.50
OP Y MANT	Construcción de terrap y bermas	Paisaje	Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	1	3	3	1	18	0.63
			Suelo	Contaminación del suelo	-	3	3	1	3	2	3	1	17	0.56
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Paisaje	Alteración de la visibilidad	-	3	3	1	3	3	3	1	1	18	0.63
			Modificación del paisaje natural	-	3	3	1	3	3	3	1	1	18	0.63
			Socioeconomico	Generación de empleos	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20
ABANDONO	Suspensión de actividades	Socioeconomico	Derrama económica	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
			Desmantelamiento de instalaciones	Socioeconomico	Generación de empleos	-	3	1	1	3	3	3	3	20
	Desmantelamiento de instalaciones	Socioeconomico	Derrama económica	-	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75

Tabla V.10. Cribado de impactos ambientales adversos significativos

Figura V.1 Representación grafica de los valores de incidencia de los impactos ambientales adversos significativos

NUMERO DE IMPACTO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (IMPACTO AMBIENTAL)	TIPO DE IMPACTO AMBIENTAL
1	Suelo	Modificación del relieve	Adverso Significativo
2		Pérdida de suelo	Adverso Significativo
3		Pérdido de carbono	Adverso Significativo
4		Contaminación del suelo	Adverso Significativo
5	Agua	Alteración del balance hidrico	Adverso Significativo
6		Contaminación del agua	Adverso Significativo
7	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Adverso Significativo
8		Pérdida de Ejemplares	Adverso Significativo
9		Pérdida de carbono	Adverso Significativo
10	Fauna	Pérdida de hábitat	Adverso Significativo
11	Ecosistema	Pérdida de biodiversidad	Adverso Significativo
12	Paisaje	Alteración de la visibilidad	Adverso Significativo
13		Modificación del paisaje natural	Adverso Significativo
14	Socioeconomía	Generación de empleos	Adverso Significativo
15		Derrama económica	Adverso Significativo

Tabla V.11 Impactos ambientales presentados por componente ambiental

Descripción de los impactos ambientales:

A continuación se realiza la descripción de los impactos ambientales que generará el proyecto y que se han identificado y valorado en este capítulo:

No.	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL															
1	MODIFICACIÓN DEL RELIEVE	<p>Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve en una superficie de 6-22-05.42 Ha, lo cual representa el 0.0754% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).</p> <table border="1" data-bbox="597 407 1425 491"> <thead> <tr> <th>Predio (Obra)</th> <th>Superficie total (Ha)</th> <th>Superficie (Ha)</th> <th>CUSTF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presa seca de jales mineros</td> <td>6-22-05.42</td> <td></td> <td>3-09-81.00</td> </tr> </tbody> </table>	Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie (Ha)	CUSTF	Presa seca de jales mineros	6-22-05.42		3-09-81.00							
Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie (Ha)	CUSTF														
Presa seca de jales mineros	6-22-05.42		3-09-81.00														
2	PÉRDIDA DE SUELO	<p>Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de la capa orgánica de suelo que queda tras el desmonte, el suelo orgánico a perder y almacenar para su subsecuente uso es de 3098.10 m³, distribuído de la siguiente forma:</p> <table border="1" data-bbox="516 726 1507 810"> <thead> <tr> <th>Predio (Obra)</th> <th>Superficie CUSTF (Ha)</th> <th>Grosos suelo organico</th> <th>Suelo a retirar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presa seca de jales mineros</td> <td>3-09-81.00</td> <td>10 cm</td> <td>3098.10 m3</td> </tr> </tbody> </table> <p>El impacto antes citado representa el 0.0375% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).</p>	Predio (Obra)	Superficie CUSTF (Ha)	Grosos suelo organico	Suelo a retirar	Presa seca de jales mineros	3-09-81.00	10 cm	3098.10 m3							
Predio (Obra)	Superficie CUSTF (Ha)	Grosos suelo organico	Suelo a retirar														
Presa seca de jales mineros	3-09-81.00	10 cm	3098.10 m3														
3	PÉRDIDA DE CARBONO EN SUELO	<p>Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de suelo en un área de 6-22-05.42 hectáreas (terrenos agrícolas y de sbc) lo anterior representa la eliminación del suelo organico en la superficie de CUSTF.</p> <p>La erosión hídrica, se evaluó el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, en donde, se estimó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPS) la pérdida potencial de suelo en tres escenarios, el primero con el estado actual en que se encuentra el sitio sin proyecto, y el segundo escenario, con el proyecto una vez realizado el desmonte (Sin considerar la obra) y el tercero con la restauración a fin de MITIGAR el aumento de la tasa de erosión a nivel sitio del proyecto.</p> <p>Los resultados obtenidos de la pérdida potencial de suelo, y que se detallaron en esta información del presente estudio, son los siguientes:</p> <table border="1" data-bbox="597 1423 1425 1570"> <thead> <tr> <th rowspan="2">T Tipo de Vegetación</th> <th colspan="3">Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)</th> </tr> <tr> <th>Escenario 1</th> <th>Escenario 2</th> <th>Escenario 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Selva Baja Caducifolia</td> <td>1.016695</td> <td>153.4152</td> <td>152.3925</td> </tr> <tr> <td>TOTAL (Ton/Totales)</td> <td>1.016695</td> <td>153.4152</td> <td>152.3925</td> </tr> </tbody> </table> <p>Realizando la pérdida de suelo (erosión), en las condiciones actuales, se presenta una pérdida de suelo de 1.016695 ton/año; realizando el CUSTF, se presenta una pérdida de suelo de 153.4152 ton/año, lo que equivale un aumento en la pérdida de suelo de 152.3925 ton/año.</p>	T Tipo de Vegetación	Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Selva Baja Caducifolia	1.016695	153.4152	152.3925	TOTAL (Ton/Totales)	1.016695	153.4152	152.3925
T Tipo de Vegetación	Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)																
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3														
Selva Baja Caducifolia	1.016695	153.4152	152.3925														
TOTAL (Ton/Totales)	1.016695	153.4152	152.3925														
4	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	<p>Con las actividades de desmonte, despalme y otras necesarias del uso de maquinaria y equipo, puede darse el derrame accidental de hidrocarburos en el suelo, esto derivado de algún desperfecto mecánico que requiera de mantenimiento emergente.</p> <p>La contaminación del suelo con derivados del petróleo, se considera de gran magnitud y trascendencia.</p>															

5	ALTERACION DEL BALANCE HIDRICO	<p>Tenemos que, de los 9,668.922 m³/año de infiltración que actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima una reducción a 7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total de infiltración, esto quiere decir, que se reducirá la infiltración en a 9.68% que representa 2,594.101 m³/año, cantidad que debe de mitigarse.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Vegetación</th> <th rowspan="2">Precipitación (m³/año)</th> <th colspan="3">Agua que se infiltra en el CUSTF (m³/año)</th> </tr> <tr> <th>Escenario 1</th> <th>Escenario 2</th> <th>Escenario 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Selva baja caducifolia</td> <td>26,798.565</td> <td>9,668.922</td> <td>7,074.821</td> <td>2,594.101</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Total</td> <td>(m³)</td> <td>26,798.565</td> <td>9,668.922</td> <td>7,074.821</td> <td>2,594.101</td> </tr> <tr> <td>(%)</td> <td>100.000</td> <td>36.08%</td> <td>26.40%</td> <td>9.68%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Aunado a la cantidad de agua que se dejará de infiltrar por el CUS, la totalidad de las 6-22-05.42 Ha que ocupará la presa seca de jales mineros, se impermeabilizará con liner, lo cual traerá también que la escasa agua pluvial que caiga no sea absorbida por el suelo.</p>	Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Selva baja caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101	Total	(m³)	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101	(%)	100.000	36.08%	26.40%	9.68%
		Tipo de Vegetación			Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)																				
Escenario 1	Escenario 2		Escenario 3																							
Selva baja caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101																						
Total	(m³)	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101																					
	(%)	100.000	36.08%	26.40%	9.68%																					
6	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	<p>Con las actividades de desmonte, despilme y otras necesarias del uso de maquinaria y equipo, puede darse el derrame accidental de hidrocarburos en el suelo y alguna de las corrientes intermitentes de la zona, incluso puede darse la contaminación de algún acuífero.</p> <p>La contaminación puede de la misma manera ocasionarse durante alguna actividad de mantenimiento emergente de maquinaria y equipo.</p>																								

No.	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL																			
7	PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL	<p>El desarrollo de las obras requieren del CUSTF en 3-09-81.00 Ha de Selva Baja Caducifolia (SBC), lo cual representa el 0.0375% del Sistema Ambiental (Microcuenca San José de Gracia).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Predio (Obra)</th> <th>Superficie total (Ha)</th> <th>Superficie CUSTF (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presa seca de jales mineros</td> <td>6-22-05.42</td> <td>3-09-81.00</td> </tr> </tbody> </table>	Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)	Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00													
Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)																			
Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00																			
8	PERDIDA DE EJEMPLARES VEGETALES	<p>Se removerán 7,457 individuos, de los cuales 1,509 serán maderables arbóreas, 75 serán no maderables arbóreas, 5,699 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 174 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos estimado es de 418,298 plantitas).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obra</th> <th colspan="4">Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha</th> </tr> <tr> <th>Ejemplares maderables arbóreas</th> <th>Ejemplares no maderables arbóreas</th> <th>Arbustos Maderables</th> <th>Arbustos No maderables</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyecto</td> <td>1,509</td> <td>75</td> <td>5,699</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">7,457</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lo cual se traduce en un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 79.489 m³ rta, vegetación arbórea.</p>	Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha				Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables	Proyecto	1,509	75	5,699	174	TOTAL	7,457			
Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha																				
	Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables																	
Proyecto	1,509	75	5,699	174																	
TOTAL	7,457																				

9	PÉRDIDA DE CARBONO VEGETAL	Las 3.0981 hectáreas de vegetación que será afectada (selva baja caducifolia), se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores de los bosques, se tendría un estimado de captura de 200 ton de carbono por hectárea, se presupondría que habría un decremento ligeramente mayor a las 619.62 ton , cifra que representaría el 0.06% de lo que captura la vegetación de selva baja caducifolia del Sistema Ambiental (1,041,399.46 ton).
----------	-----------------------------------	--

No.	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL																			
10	PÉRDIDA DE HÁBITAT (REDUCCIÓN)	<p>El desarrollo de las obras implica como reiteradas ocasiones se ha mencionado la eliminación de 3-09-81.00 Ha de selva baja caducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en esa misma proporción.</p> <p>El impacto antes citado representa una reducción del 0.0375% de la superficie del hábitat terrestre en la microcuenca San Jose de Gracia, Sistema Ambiental establecido para el proyecto.</p>																			
11	PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD (A NIVEL ORGANISMOS)	<p>Para la construcción de las obras se Se removerán 7,457 individuos, de los cuales 1,509 serán maderables arbóreas, 75 serán no maderables arbóreas, 5,699 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 174 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos estimado es de 418,298 plantitas).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Obra</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Ejemplares maderables arbóreas</th> <th style="text-align: center;">Ejemplares no maderables arbóreas</th> <th style="text-align: center;">Arbustos Maderables</th> <th style="text-align: center;">Arbustos No maderables</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Proyecto</td> <td style="text-align: center;">1,509</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">5,699</td> <td style="text-align: center;">174</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">7,457</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lo cual se traduce en un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 79.489 m³ rta, vegetación arbórea.</p>	Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha				Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables	Proyecto	1,509	75	5,699	174	TOTAL	7,457			
Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha																				
	Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables																	
Proyecto	1,509	75	5,699	174																	
TOTAL	7,457																				
12	ALTERACION DE LA VISIBILIDAD	<p>El desarrollo de las obras implica como reiteradas ocasiones se ha mencionado la eliminación de 3-09-81.00 Ha de selva baja caducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en esa misma proporción.</p> <p>El impacto antes citado representa una reducción del 0.0375% de la superficie del hábitat terrestre en la microcuenca San Jose de Gracia, Sistema Ambiental establecido para el proyecto.</p>																			
13	MODIFICACIÓN DEL PAISAJE NATURAL	<p>El desmonte y desarrollo de las obras propuestas generará la modificación permanente del paisaje natural en una superficie de 3-09-81.00 Ha, lo cual representa el 0.0375% del Sistema Ambiental, representado por la Microcuenca San Jose de Gracia, otros impactos ambientales harán sinergia como los son los cúmulos de jales en la presa, la presencia constante de maquinaria y equipo así como la generación de tolvaneras.</p>																			
11	GENERACIÓN DE EMPLEOS	<p>Con retiro de infraestructura en caso de darse el abandono, ocasionará que los empleos directos e indirectos proyectados con el desarrollo de las obras no se den, aunado a que si cesa la construcción de la presa, significaría que las obras mineras en operación desde hace años también terminaría, esto ocasionaría que la generación de empleos y derrama económica en la zona se terminaría, todo en perjuicio de los pobladores de la zona serrana.</p>																			

12	DERRAMA ECONÓMICA	Con retiro de infraestructura en caso de darse el abandono, se dejará de ejercer la inversión estimada de 6,000,000.00 (seis millones de pesos oo/100 mn), de la misma manera en caso de no desarrollarse el proyecto puede tenerse el riesgo que las operaciones de Dynaresource se vieran afectadas, lo cual pueda traer serias consecuencias económicas para el promovente y los pobladores de la zona.
-----------	------------------------------	--

V.4 Conclusiones

Con base en la información analizada en los capítulos precedentes, la opinión de un experto y las técnicas de evaluación de los impactos ambientales utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo en el Capítulo siguiente se presentan las medidas mediante las cuales se podrá prevenir, mitigar y compensar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Por lo anterior, es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el **artículo 35** de la **LGEEPA** respecto a que la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas que se encuentran dentro del sistema ambiental aquí descrito.

Estas conclusiones demuestran que:

1. Se describieron y analizaron los diversos factores que conforman los ecosistemas, en específico aquellos con los que el proyecto tiene interacción, por lo que la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:
 - a) Calificar el efecto de los impactos sobre los elementos que conforman a los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental de la LGEEPA).
 - b) Desarrollar esta calificación en el contexto de un SA (Artículo 12, fracción IV del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.
2. En el contexto de impacto relevante establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se pretende afectar un área total para construcción de presa seca de jales de 6-22-05.42 Ha, de las cuales de 3-09-81.00 Ha requieren del CUS, lo cual representa el 0.075 y 0.0375% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha) respectivamente, y que los impactos ambientales se minimizan al proponer que dicha presa de jales solo reciba jales previamente filtrados (secos). Además también es importante mencionar que la ejecución del proyecto no afectará a las especies de flora incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
3. Se evidencia que si bien el proyecto puede generar impactos potencialmente relevantes al SA (desmonte), la extensión de los mismo (0.0375% del SA) y la aplicación de medidas preventivas y correctivas permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos², de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA.
4. Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes tal como los corredores biológicos y especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, no serán afectadas debido a que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SA y, de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) que no se encuentran bajo categorías de riesgo, sin que ello represente efectos

negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales a la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad regional, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el **artículo 35, numeral III, inciso b)** de la **LGEEPA**.

5. Adicionalmente, tal y como se presentará en el siguiente capítulo, para todos los impactos se proponen medidas de prevención y de planeación para el desarrollo del proyecto que permitan disminuir su relevancia y hacer compatible el proyecto con los atributos ambientales del SA.
6. Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará alteraciones de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afectan negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos, permitiendo la continuidad en el funcionamiento de los ecosistemas presentes en el SA.

² LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII**.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

CAPITULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

La actividad humana ha llevado a la degradación de los recursos naturales, debido al mal uso que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos, siendo mucho mayor que las primeras generativas. Por ello urge buscar principios que orienten el progreso tecnológico y la vida en armonía con la naturaleza, aprovechando los bosques y selvas sin destruirlos; aquí radica la importancia de un documento como este, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas.

La demanda de bienes y servicios se encuentra íntimamente vinculada al aumento de la población. Es por ello que las actividades necesarias para proveer de bienes y servicios a los demandantes deben realizarse

con apego a las disposiciones ambientales legales, de tal forma que, se permita un rango de compensación al ambiente por el impacto causado.

En el presente proyecto, se integrarán los elementos que desde la perspectiva Técnica y Ambiental, aporten a la entidad responsable de su valoración, los elementos de convicción suficientes que le permitan otorgar la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo por excepción; lo anterior, derivado de que con el basamento de los contenidos del artículo 93 de la *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF del 05 de Junio de 2018)* y de los Artículos 138, 139 y 141 de su Reglamento (DOF del 09 de Diciembre de 2020), se aspira a demostrar que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Considerando que el proyecto que sustenta el presente estudio reviste de gran importancia para el desarrollo económico y social de la región y del estado, en los párrafos subsecuentes se desahogan los tres criterios normativos, establecidos en el marco jurídico que rige el procedimiento que nos ocupa, mismos que motivan la autorización excepcional del cambio de uso de suelo en terrenos forestales socilitado.

VI.1. Justificación Técnica.

Justificación que la biodiversidad de los ecosistemas se mantendrá.

Biodiversidad de flora

Para determinar que se mantendrán los ecosistemas y la biodiversidad del área, se ha tomado en cuenta la información obtenida en el muestreo de flora del área de estudio, de la cual se obtuvo el índice de Shannon-Wiener y este se ha comparado con los mismos índices para cada estrato de la información obtenida de los sitios del Sistema Ambiental, definida para el presente proyecto, lo que derivó en los siguientes resultados:

Tabla VI.1.- Comparación de biodiversidad en el Sistema Ambiental y en el área de Cambio de Uso del Suelo.

Tipo de vegetación	Riqueza específica		Índice de Biodiversidad	
	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto
Selva baja caducifolia	35	18	2.3699	1.6549

Como se puede observar en el cuadro anterior, existe mayor riqueza y un índice de biodiversidad más alto en el Sistema Ambiental, en mejores condiciones de riqueza y biodiversidad que en el área sujeta al cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Esta información se refiere al estrato arbóreo donde se pueden observar mayor presencia de especies en el Sistema Ambiental que en el área del proyecto para este estrato, aunque no todas las especies encontradas en el área del proyecto se encuentran en el Sistema Ambiental, queremos mencionar, que de las especies encontradas en el en el área de cambio de uso de suelo, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, si comparamos el valor de importancia de las especies del estrato arbustivo, tanto del Sistema Ambiental como del área del proyecto, podemos ver si las especies por afectar en el área de cambio de uso del suelo se encuentran representadas en el Sistema Ambiental, pero también, se propone en el programa de rescate y reubicación de flora (anexo) rescatar todas aquellas especies que presentan un mayor IVI.

Las especies presentes en el área de CUSTF que tengan un IVI más alto se incluirán en el programa de rescate y reubicación de flora (anexo) y con ello validar que no se pone en riesgo su permanencia. Como se presenta en el resumen a continuación:

Tabla VI.2.- Comparación del Sistema Ambiental y del área de cambio de uso del suelo del número de especies del Estrato Arbóreo

Tipo de Vegetación	N° de especies presentes en el área de cambio de uso del suelo	Especies de las áreas de cambio de uso del suelo encontradas en los sitios del Sistema Ambiental	Especies no encontrada en los sitios del Sistema Ambiental
Selva baja caducifolia	18	17	1

Tabla VI.3.- Comparación del Sistema Ambiental y de el área de cambio de uso del suelo del número de especies del Estrato Arbustivo

Tipo de Vegetación	N° de especies presentes en el Sistema Ambiental	Especies del Sistema Ambiental que no están en las áreas de cambio de uso
Selva baja caducifolia	47	23

Tabla VI.4.- Listado de las especies que no están en los sitios del Sistema Ambiental.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	No listada

Nota: Esta especie no se encontró en el estrato arbóreo, en el estrato arbustivo, si se encuentra presente.

Tabla VI.5- Listado de comparación respecto al I.VI. de las especies encontradas en el Predio, con respecto a las especies del Sistema ambiental, Estrato Arbóreo

Cuadro de comparación de especies del SA y del Predio					
ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Sistema Ambiental		Predial	
		n	I.V.I. %	n	I.V.I. %
Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1254887	59.95	840	94.81
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	278575	14.87	30	9.07
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	91123	10.89	30	11.5
Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	20828	2.9	12	4.8
Coloncahui/Cuilón	<i>Diphysa macrocarpa</i>	137986	10.56	21	5.07
Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	231712	15.44	30	9.36
Copaiillo	<i>Bursera bipinnata</i>	26035	5.17	9	3.74
Cucharó/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	302006	17.67	60	13.94
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	91123	8.44	9	4
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	268161	21.06	60	20.08
Mulato/Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	41656	6.45	9	3.07

Cuadro de comparación de especies del SA y del Predio					
ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Sistema Ambiental		Predial	
		n	I.V.I. %	n	I.V.I. %
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	67691	22.25	30	42.01
Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	10414	1.21	3	1.71
Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	0	0	3	1.31
Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	275971	15.86	60	12.5
Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	67691	11.72	45	17.34
Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2604	0.46	3	1.99
Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	950278	45.76	330	43.7

Dentro del área de CUSTF no se encuentra ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El área de interés no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, ni AICA's, tampoco Área Natural Protegida, de igual manera está fuera de las Regiones Hidrológicas Prioritarias y de igual forma fuera de algún RAMSAR.

De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar lo siguiente:

1.- El estrato arbóreo en el Sistema Ambiental está mejor conservado que en el área de cambio de uso del suelo, debido a que presenta mayor biodiversidad, una mayor riqueza y mejor distribución.

2.- Con base en el Índice del Valor de Importancia (I.V.I.), ingresando los valores del IVI predial y del sistema ambiental, en el análisis estadístico (Estadísticos descriptivos, respecto a la Frecuencia) se observa que, en el área del Sistema Ambiental, presenta mejores valores estadísticos que en al área de Cambio de Uso de suelo, conforme se presenta en la tabla VI.2, nos muestra que en el Predio presenta los valores perdidos más altos (desviación estándar 23.158), que en el Sistema Ambiental (Desviación estándar 12.929); respecto la Dispersión (Desviación estándar, Varianza), de igual forma se presentan más dispersos en el predio que en el Sistema ambiental y respecto a las Posiciones (Percentiles), nos arrojan valores más altos en el Sistema Ambiental.

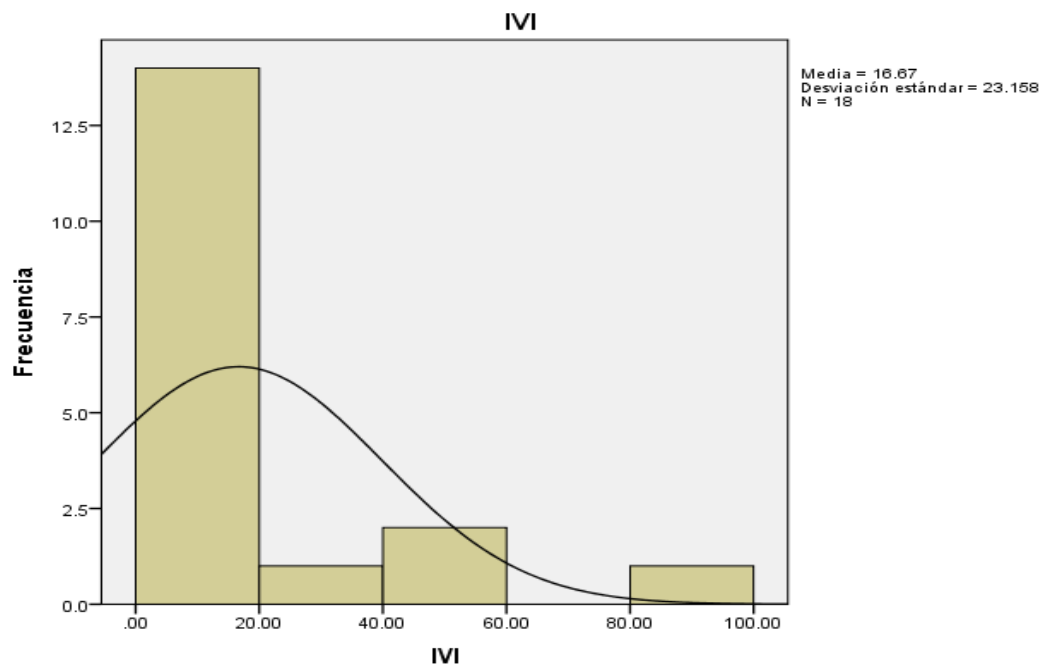


Figura VI.1.- Histograma de la distribución del IVI Predial.

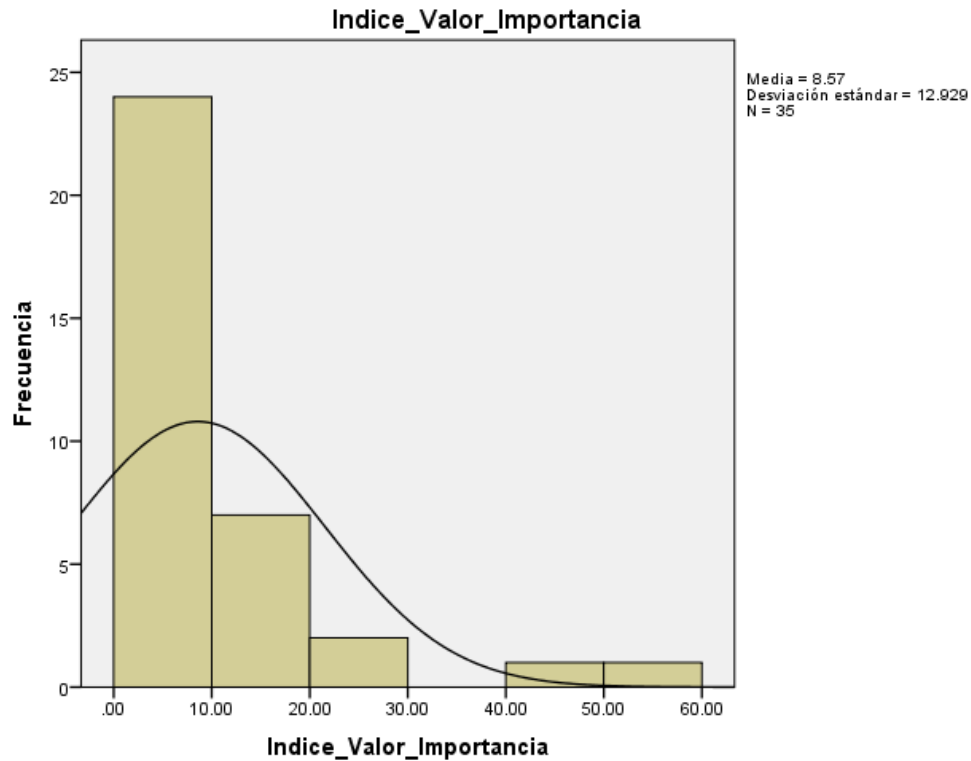


Figura VI.2.- Histograma de la distribución del IVI en el Sistema Ambiental.

3.- La presencia de grupos dominantes es sensiblemente mayor en el Sistema Ambiental, conforme al diagrama de cajas que se presentan. En el Predio dominan las especies siguientes 1 Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y 18 Vinolo (*Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha*) de un total de 18 especies. Y en el Sistema Ambiental, las especies que sobresalen son 4 Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), 34 Vinolo (*Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha*), 13 cucharo/palo pinto (*Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense*), 5 Cachila (*Karwinskia humboltiana*), 19 Mauto (*Lysiloma divaricatum*), 27 papasote (*Erythroxylum havanense*) y 10 Copal santo (*Bursera excelsa*), de un total de 35 especies. Y el Histograma de Frecuencia, en ambos (predial y sistema ambiental), presentan una curva distribución sesgada a la izquierda, donde tenemos altas frecuencias con altas abundancias.

Tabla VI.7.- Comparación Estadística de la Frecuencia por especie en el Predio y del Sistema Ambiental.

		Estadísticos	
		Frecuencia P	Frecuencia_S A
N	Válido	18	35
	Perdidos	0	0
Media		16.67	8.572
Mediana		9.215	2.90
Moda		1.31	0.46
Desviación estándar		23.158	12.929
Varianza		536.283	167.155

Percentiles	25	3.572	0.950
	50	9.215	2.90
	75	18.025	11.72

El análisis nos muestra que la media del I.V.I. en el sistema ambiental es menor, de igual forma la dispersión de los valores respecto a la media es moderada en el sistema ambiental.

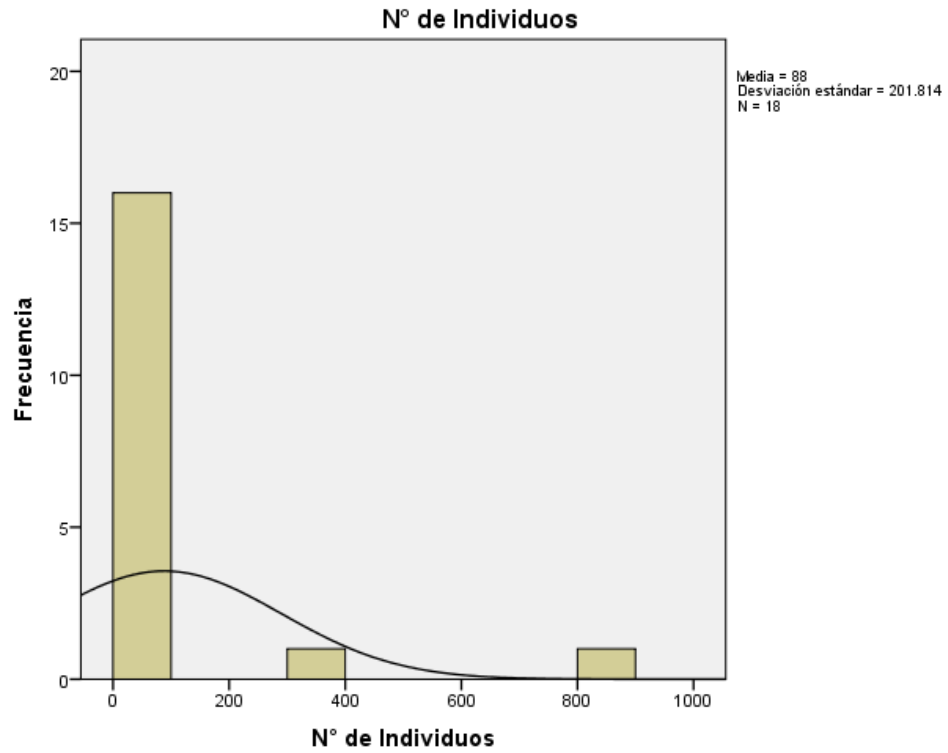


Figura VI.3.- Histograma de N° de Individuos por Especie Predial

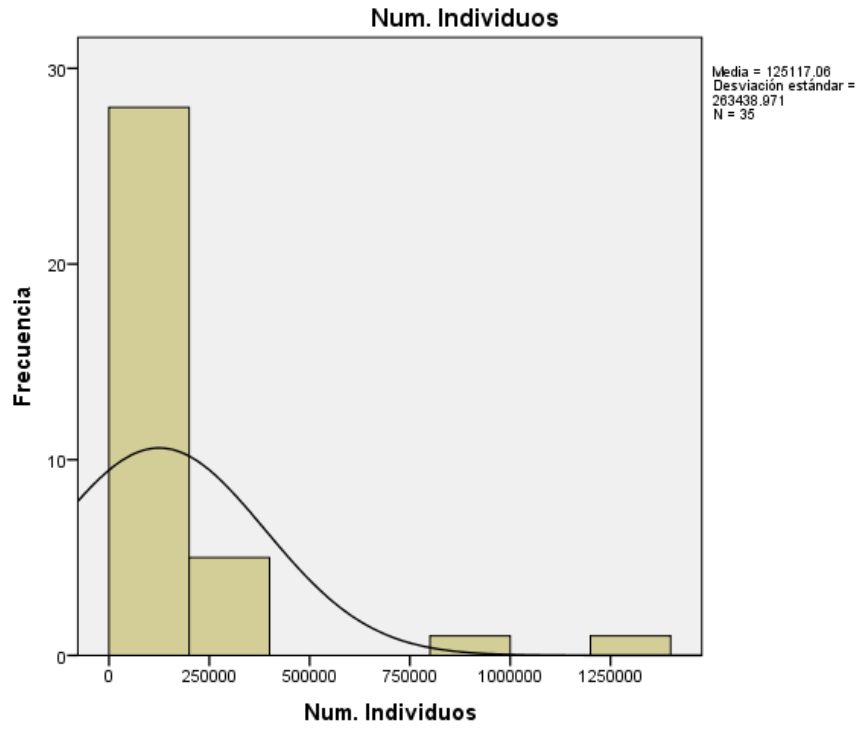


Figura VI.4.- Histograma de Frecuencia Relativa del SA.

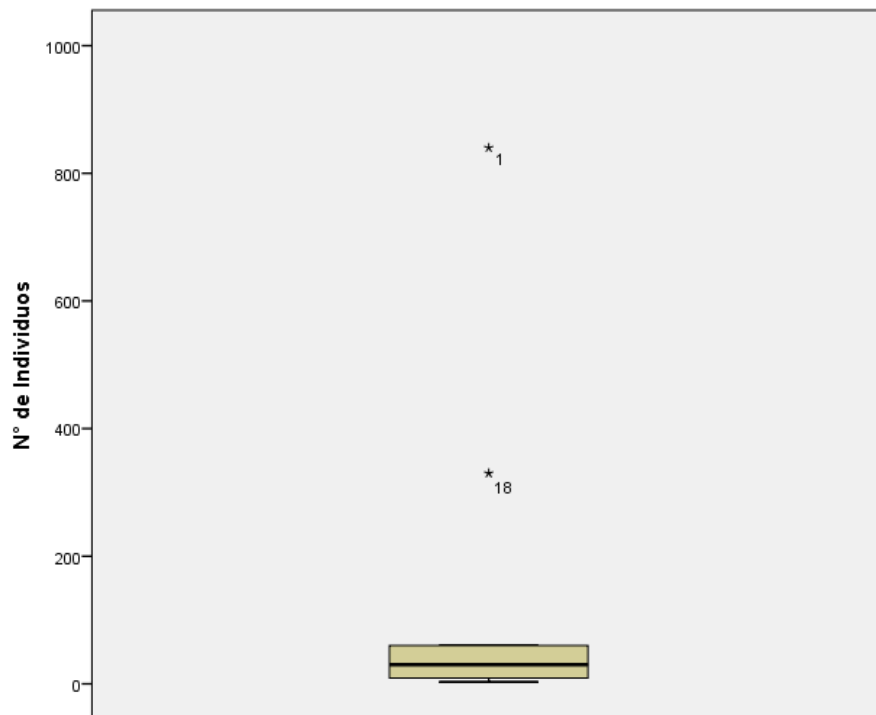


Figura VI.5 Diagrama de Cajas para el Predio.

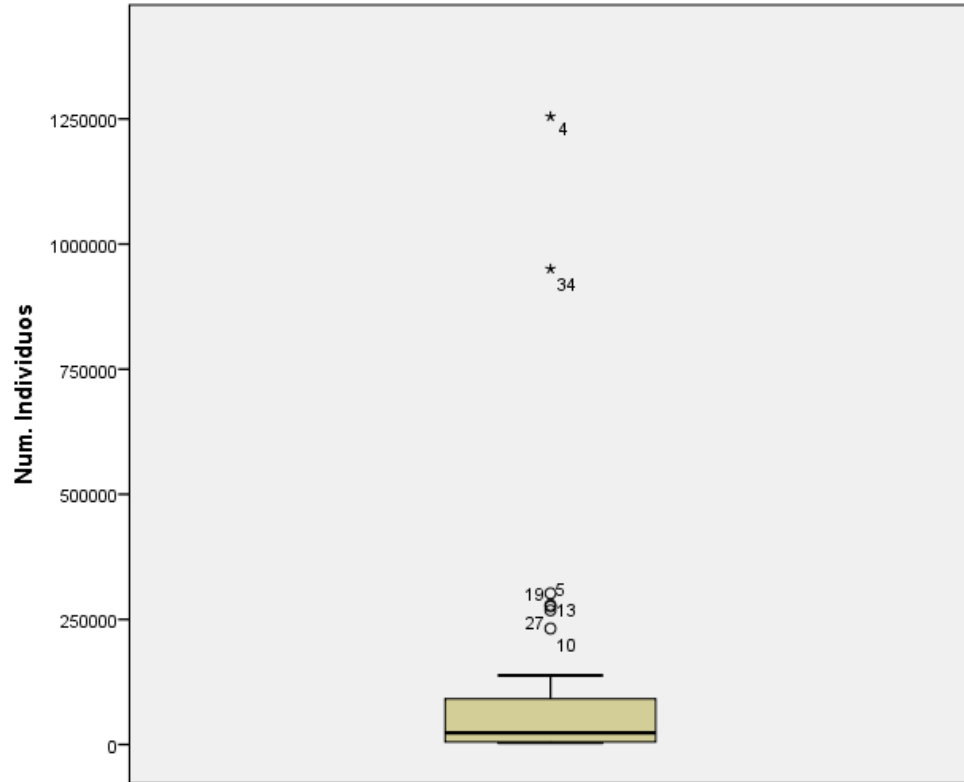


Figura VI.6 Diagrama de Cajas para el Sistema Ambiental.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Frecuencia P	Frecuencia_S A
N		18	35
Parámetros normales ^{a,b}	Media	5.5667	2.8554
	Desviación estándar	3.38821	2.5504
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,193	,186
	Positivo	,193	,186
	Negativo	-,164	-,166
Estadístico de prueba		,193	,186
Sig. asintótica (bilateral)		,076 ^c	,004 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

4.- En el cuadro anterior, se muestra un nivel de significancia mejor en el Sistema Ambiental, debido a que el valor sig. Asintótica (bilateral) es menor a 0.05 se considera significativo.

5.-Es importante señalar que, en el área sujeta a cambio de uso del suelo, no se encuentra ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y el área no está sobre ningún Área de Protección de Flora y/o Fauna, en ninguna Región Terrestre Prioritaria, en ningún Región Hidrológica Prioritaria y tampoco dentro de un Área de Importancia de Conservación de Aves (AICA).

6.- La distribución del valor de importancia por especie estimados para el Sistema Ambiental, podrían variar al aumentar el número de unidades de muestreo, es decir, el orden de importancia de las especies podría variar, sin embargo, la riqueza y los valores de biodiversidad aumentarían, en virtud de que el porcentaje de muestreo o de datos utilizados para la estimación son bajos con relación a la superficie total del Sistema

Ambiental. Lo que hace evidente la mayor riqueza, mejor distribución y por tanto mayor biodiversidad del Sistema Ambiental en comparación con el área sujeta a cambio de uso del suelo.

7.- Si bien, existen una especie que no se encuentra en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental, se contempla en el programa de rescate y reubicación de flora, así como, las cactáceas encontradas en el área de cambio de uso de suelo, conforme a la tabla siguiente:

Tabla VI.7.- Listado de especies contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, ESTRATO ARBUSTIVO ADULTO

ID	Especie	Nombre científico	n	I.V.I. %	SOBRE-VIVENCIA 80%
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	840	94.81	672
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	30	11.5	24
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	12	4.8	10
4	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	30	42.01	24
5	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	3	1.71	2
6	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	3	1.31	2
7	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	45	17.34	36
8	Rosa amarilla/Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	1.99	2

Tabla VI.8.- Listado de especies contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, ESTRATO ARBUSTIVO JOVEN

ID	Especie	Nombre científico	n	SOBREVIVENCIA 80%
1	Agave/Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	9	7
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	3	2
3	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	754	603
4	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	271	217
5	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	9	7
6	Choya/Tasajillo macho	<i>Stenocereus quevedonis</i>	30	24
7	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	151	121
8	Cucharero/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	151	121
9	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	120	96
10	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	3	2
11	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	302	242
12	Papachillo/ Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	1809	1447
13	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	452	362
14	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	30	24
15	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	1055	844

ID	Especie	Nombre científico	n	SOBREVIVEN CIA 80%
16	Vinolo/Winolo	<i>Vachellia campechiana</i> / <i>Acacia cochliacantha</i>	181	145

Nota: se descarta realizar el rescate de las especies anuales, aún que tengan más alto el IVI.

Tabla VI.8.- Listado de especies contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, ESTRATO HERBÁCEO

ID	Especie	Nombre científico	n	SOBREVIVEN CIA 80%
1	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	3	2
2	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	3	2

Nota: del Estrato Herbáceo sólo se propone rescatar las especies de Cactáceas.

Ubicación del área de reubicación de flora rescatada.

Tabla 9.- Área de Reubicación de Flora y ubicación de las obras de Conservación y Restauración de suelo y agua

Coordenadas UTM WGS84 ZONA 13					
Superficie: 30,00.29 m2 (4.0030 ha)					
ID	POINT_X	POINT_Y	ID	POINT_X	POINT_Y
1	211998.6355	2895441.5520	17	211969.9449	2895663.9369
2	211982.7835	2895459.9070	18	211986.8469	2895671.5811
3	211965.5409	2895482.4335	19	212005.2930	2895679.2471
4	211944.4049	2895500.2323	20	212027.9568	2895681.9000
5	211922.9908	2895517.7529	21	212071.8725	2895686.7358
6	211909.0855	2895537.2203	22	212114.1014	2895685.5174
7	211901.8548	2895547.5102	23	212123.1572	2895659.9517
8	211897.4051	2895560.5812	24	212136.1933	2895636.0520
9	211896.8489	2895575.3207	25	212136.6279	2895613.0214
10	211895.1803	2895590.0603	26	212136.8452	2895590.5340
11	211885.1685	2895610.0839	27	212106.9706	2895541.6483
12	211901.0205	2895617.0366	28	212099.8658	2895526.0961
13	211925.2156	2895618.1490	29	212082.3452	2895516.6405
14	211929.3872	2895630.3856	30	212065.1027	2895484.1022
15	211943.1442	2895641.1300	31	212014.2094	2895445.1674
16	211957.2049	2895651.2256			

Biodiversidad de la Fauna

Para justificar que no se compromete la biodiversidad de la fauna, se innovó un análisis comparativo integral de la fauna silvestre de presencia en el área del proyecto con respecto a los ecosistemas por afectar dentro de la unidad de análisis definida como el Sistema Ambiental, utilizando los indicadores de la diversidad faunística.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

AVES

Índice de Shannon en aves dentro y fuera del predio

Con respecto al índice de Shannon para la diversidad de las aves, se puede observar la diferencia entre el análisis dentro y fuera del predio, dentro del predio se obtuvo un valor para el índice de Shannon de 2.3121 y una $H_{max} = 3.5262$, con lo que se determina que se trata de una diversidad Media, cuya riqueza es de 34 especies, sin embargo, las especies fuera del predio comprenden una mayor diversidad con respecto a las especies que se encuentran dentro del predio ya que esta diversidad está por arriba de los 4.2955 y una $H_{max} = 4.3944$, con lo que se determina con una diversidad Alta, cuya riqueza es de 81 especies. En conclusión, los valores de las cantidades de especies están muy por encima en los sitios muestreados fuera que dentro.

MAMÍFEROS

Índice de Shannon en Mamíferos dentro y fuera del predio

En relación a la diversidad de mamíferos el índice de Shannon arrojó una diversidad baja dentro del predio con 14 especies (Índice Shannon 1.8092) y una media fuera del mismo con 18 especies (Índice Shannon 2.5679) ya que a pesar de la diversidad de especies los individuos que se observan dentro del predio son los organismos que generalmente se pueden observar en una salida regular de campo, en cambio, las especies fuera del predio comprenden especies no comunes en una tercera parte de los mismo.

ANFIBIO Y REPTILES

Índice de Shannon de Anfibios y Reptiles dentro y fuera del predio

Los resultados de acuerdo al índice de Shannon de los anfibios y reptiles dentro de los predios muestreados presentan una diversidad baja encontrándose entre los 1.2816 dentro del predio mientras que fuera del predio se observa que alcanza los 2.9643 con respecto a la diversidad media. De tal forma que la diversidad de especies para los dos sitios es poco representativa ya que las especies encontradas no representan mayor problema con un buen manejo de los individuos que se podrían encontrar en los sitios donde vaya a haber actividades. Las especies dentro del predio representan organismos que son representativos de zonas impactadas, siendo que los anfibios solo es posible observarlos en temporada lluviosa, en cambio las especies que se localizan fuera son organismos que es posible observarlos en sitios poco perturbados, al igual, los anfibios suelen encontrarse en las áreas verdes boscosas de las cañadas húmedas que alrededor de esa área son espacios muy comunes.

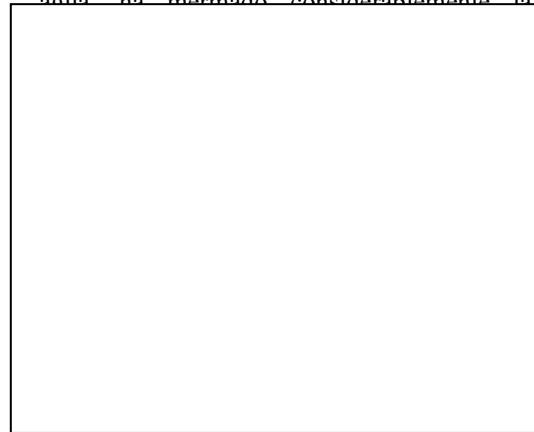
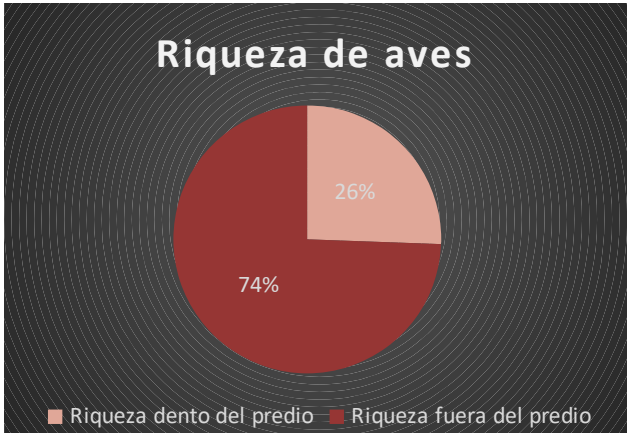
Tabla VI.9.- Comparación de biodiversidad en el Sistema Ambiental y en el área de CUSTF.

CONCEPTO	Riqueza específica		Índice de Biodiversidad	
	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto	Sistema Ambiental I	Área cambio de uso del suelo proyecto
AVES	230	79	4.2955	2.3121
MAMÍFEROS	116	38	2.5679	1.8092
REPTILES Y ANFIBIOS	52	17	2.9643	1.2816

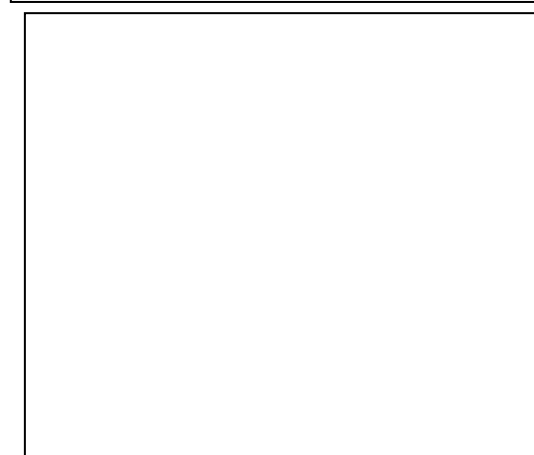
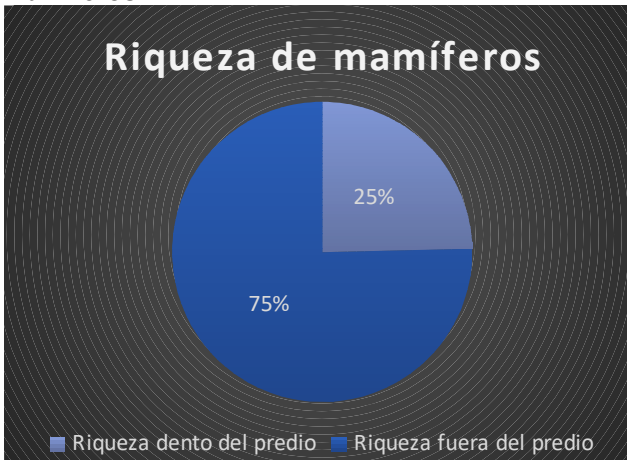
Reptiles y anfibios son muy vulnerables a los cambios del ecosistema, la ganadería y agricultura para pastoreo principalmente han sido claves en la disminución cuantitativa de la fauna, la perturbación del sitio para ser comúnmente utilizado en la actividad ganadera y agrícola aunado a la pérdida de agua ha mermado considerablemente la

Distribución del Riqueza dentro y fuera del predio.

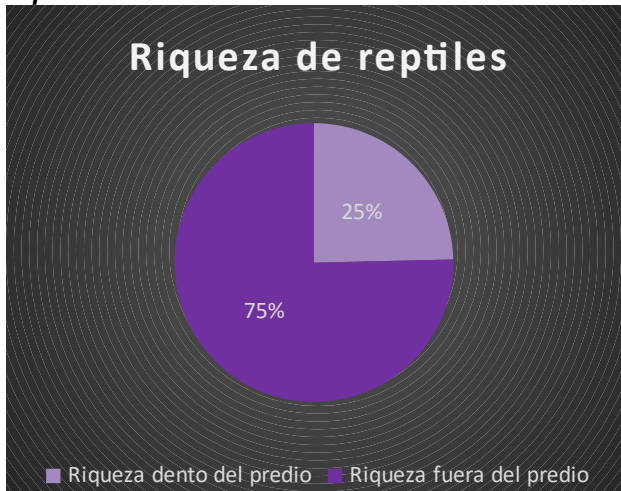
Aves



Mamíferos



Reptiles



Los mamíferos son las primeras especies en huir de las acciones humanas y el impacto ambiental. Debido a que en la zona se localizan varias comunidades que se asentaron en las márgenes de arroyos, la presión al hábitat ha sido desde muchos años atrás y por consiguiente, la apertura de terrenos para la agricultura y ganadería diezmaron considerablemente la zona

Tabla VI.10.- Comparación de IVI en el Sistema Ambiental y en el área de CUSTF.

AVES					
AVES	NOMBRE COMUN	Sistema Ambiental		Predial	
		Cantidad	I.V.I (%)	Cantidad	I.V.I (%)
<i>Amazilia rutila</i>	Colibri canelo	0	0.0000	1	5.9724
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	0	0.0000	1	5.9724
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	3	3.7660	1	5.9724
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca	3	4.3045	1	5.9724
<i>Carduelis psaltria</i>	jilguero dorso oscuro	0	0.0000	1	5.9724
<i>Cathartes aura</i>	Aura	5	5.4076	1	5.9724
<i>Contopus pertinax</i>	Contopus Jose Maria	0	0.0000	1	5.9724
<i>Culumbina inca</i>	Tortola inca	3	3.7660	1	5.9724
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola	3	4.0138	2	9.6191
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibri latirostro	0	0.0000	1	5.9724
<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquerito dificil	2	2.9380	1	5.9724
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos californiano	0	0.0000	1	5.9724
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	2	3.0833	2	9.6191
<i>Icteria virens</i>	Breñero	0	0.0000	1	5.9724
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero gila	3	4.0138	1	5.9724
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	3	3.7660	2	9.6191
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de lincoln	5	5.4219	1	5.9724
<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle	3	3.7660	1	5.9724
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corana naranja	0	0.0000	1	5.9724
<i>Passerina versicolor</i>	Colorin oscuro	3	3.7660	1	5.9724
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma azul	3	4.0138	1	5.9724
<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	2	3.0833	1	5.9724
<i>Pheuticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	3	3.7660	1	5.9724
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo marron	0	0.0000	1	5.9724
<i>Picoides escalaris</i>	Carpinterillo	3	3.7660	1	5.9724
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	1.8622	1	5.9724
<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	0	0.0000	1	5.9724
<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	0	0.0000	1	5.9724
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	2	2.9380	1	5.9724
<i>Trogon elegans</i>	Trogon rojo	1	1.8622	1	5.9724
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal	3	3.7660	1	5.9724
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	2	2.9380	1	7.1905
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	7	6.8014	42	87.107
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma arroyera	5	5.4076	2	9.6191

MAMÍFEROS					
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	Sistema Ambiental		Predial	
		Cantidad	I.V.I (%)	Cantidad	I.V.I (%)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	18	33.719 9	21	103.0224
<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	12	25.317 3	2	19.9879
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	10.103 0	1	12.8108
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	3	11.220 6	1	12.8108
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	16	35.042 3	2	19.9879
<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	0	0.0000	1	12.8108
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	3	10.103 0	1	12.8108
<i>Nasua narica</i>	Coati	5	17.047 6	2	19.9879
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	8.1846	1	12.8108
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	10.103 0	1	12.8108
<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla arboricola	0	0.0000	1	12.8108
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla de las rocas	0	0.0000	1	14.5394
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari	14	28.159 0	2	19.9879
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3	11.220 6	1	12.8108
REPTILES Y ANFIBIOS					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	Sistema Ambiental		Predial	
		Cantidad	I.V.I (%)	Cantidad	I.V.I (%)
<i>Ameiba onduata</i>	Ameiba	0	0.0000	1	27.3109
<i>Anaxylus mexicanus</i>	Sapo pata de pala	0	0.0000	1	27.3109
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	2	12.579 1	1	27.3109
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo mazatleco	2	12.579 1	1	27.3109
<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija panza azul	0	0.0000	11	136.1345
<i>Smilisca baudini</i>	Rana de árbol	0	0.0000	1	27.3109
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartrija arboricola	2	12.579 1	1	27.3109

Tabla VI.10.- Especies encontradas en el predio y en el Sistema Ambiental que se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	UBICACION
<i>Amazona finschi</i>	Loro coronilila occidental	<i>P</i>	Fuera del predio
<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	<i>P</i>	Fuera del predio
<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Boa constrictor</i>	Boa	<i>A</i>	Fuera del Predio
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	<i>A</i>	Fuera del predio
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	<i>Pr</i>	Fuera del Predio
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	<i>Pr</i>	Fuera del Predio
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	<i>Pr</i>	Fuera del predio
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	<i>Pr</i>	Fuera del Predio

Recomendaciones

Debido al alto impacto de la zona a consecuencia de que es un sitio modificado, se recomienda lo siguiente:

1. Es necesario realizar una translocación de especies, ya que este si presenta condiciones de permanencia tal es el caso de roedores y algunos reptiles.
2. Evitar en todo momento introducir animales domésticos sobre todo gatos y perros con son las especies más comunes en el acompañamiento a las personas y que a la vez son los que más problemas causan a la vida silvestre.
3. De ser posible, se sugiere que los trabajos de remoción de selva sean antes de marzo y después del mes de junio, ya que la fauna reproductora como la mayoría de las aves, reptiles y muchos mamíferos pequeños están en cortejo, anidación y crianza durante ese lapso de tiempo.
4. La maquinaria y equipo abandonado es comúnmente utilizada por las especies introducidas, invasoras e invasivas, de tal forma que es necesario que estos equipos sean removidos del lugar.
5. Es indispensable un manejo adecuado de los desechos sólidos (basura), ya que esta es fuente de infecciones y problemas serios a las especies silvestres, debido principalmente a que suelen utilizar estos desechos como guaridas o buscan algún alimento el cual seguramente está contaminado.
6. Es necesario un programa de educación ambiental principalmente al personal que labora para que coadyuven a la conservación, manejo, restauración, reforestación y les den un buen trato a los animales silvestres, que de alguna manera aún persiste en las personas los problemas culturales de animales que consideran son de "mal agüero" como tecolotes, lechuzas, víboras, correcominos, etcétera.

Por lo expuesto en este punto, se encuentra acreditada la primera hipótesis normativa que establece el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, se demuestra que la biodiversidad de los ecosistemas se mantiene.

Justificación que la erosión de los suelos, se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Para conocer de manera precisa el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, se evaluó el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, en donde, se estimó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPS) la pérdida potencial de suelo en tres escenarios, el primero con el estado actual en que se encuentra el sitio sin proyecto, y el segundo escenario, con el proyecto una vez realizado el desmonte (Sin considerar la obra) y el tercero con la restauración a fin de MITIGAR el aumento de la tasa de erosión a nivel sitio del proyecto.

Los resultados obtenidos de la pérdida potencial de suelo, y que se detallaron en esta información del presente estudio, son los siguientes:

Tabla VI.11.- Comparación de la erosión hídrica y eólica media en las condiciones actuales, una vez hecho el CUSTF y con medidas de mitigación

Tipo de Vegetación		Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Selva Baja Caducifolia		1.016695	153.4152	152.3925
TOTAL	(Ton/Totales)	1.016695	153.4152	152.3925

Realizando la pérdida de suelo (erosión), en las condiciones actuales, se presenta una pérdida de suelo de 1.016695 ton/año; realizando el CUSTF, se presenta una pérdida de suelo de 153.4152 ton/año, lo que equivale un aumento en la pérdida de suelo de 152.3925 ton/año.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta que se tiene que mitigar 152.3925 ton/año de suelo, que se pierden por efecto de la remoción de la vegetación con el cambio de uso de suelo, se propone realizar el rescate y reubicación de suelo vegetal de 3,098.1 m³, lo que equivale a 4027.53 toneladas de suelo (a utilizar como capa superficial de 10 cm en las áreas del proyecto con una superficie de 3.0981 ha) y Tinas ciegas que serán de 2 m x 0.4 m x 0.4 m con un espaciamiento de 2 m entre obras, en el área que se utilizará la para reubicación de flora; las cuales captarán un total de 0.416 toneladas de suelo cada una (0.32 m³ x 1.30 ton/m³). El número de tinas propuesto para mitigar la pérdida de suelo es de 1,000 en una superficie de **4.0030 ha**, las cuales captarán en su totalidad 416.000 toneladas de suelo, lo que se acumula un volumen de 4,443.53 ton de suelo, esta cantidad de suelo programado para retener, representa mayor cantidad de lo que se perderá por el desarrollo del proyecto, se anexa el programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, así como la memoria de cálculo.

Para estimar la erosión del suelo en la superficie sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que es un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial de los suelos.

- a) Pérdida de suelo en condiciones actuales.

En la condición actual con vegetación forestal (Sin proyecto) se estimó un valor de pérdida de suelo de 1.01665 Ton/año dentro del proyecto en las áreas donde se perdería suelos).

- b) Pérdida de suelo considerando la remoción de la vegetación forestal.

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se podrían perder 153.4152 ton/año en total debido a la acción mecánica de retirar la vegetación y dejarlo desnudo.

- c) Retención de suelo con medidas de mitigación.

Se propone un área de 4.0030 para construir obras de Conservación y Restauración de Suelo y Agua (se anexa programa), en una superficie de 4.0030 ha, para la construcción de 1000 tinas ciegas, las cuales

captarán en su totalidad 416.00 toneladas de suelo y realizando el rescate del suelo propuesto (3,098.1 m³) que equivale a 4,027.53 toneladas, entonces, se podría obtener una cantidad de suelo mitigable de 4,443.53 toneladas, lo que obtenemos una diferencia con el suelo a mitigar de 4,291.1375 toneladas, lo que indica que es muy superior al volumen de suelo a mitigar que representa una cantidad de 152.37248 toneladas.

Por lo tanto, con base en las consideraciones citadas, se estima que se encuentra acreditada la segunda hipótesis normativa establecida el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, se mitiga la erosión de los suelos en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Premisa la capacidad de almacenamiento de carbono se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Asumiendo que de las 3.0981 hectáreas de vegetación que será afectada (selva baja caducifolia), se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores de los bosques, se tendría un estimado de captura de 200 ton de carbono por hectárea, se presupondría que habría un decremento ligeramente mayor a las **619.62 ton**, cifra que representaría el 0.06% de lo que captura la vegetación de selva baja caducifolia del Sistema Ambiental (1,041,399.46 ton). Puede deducirse de esto, que el servicio que presta el ecosistema en cuanto a captura de carbono no se compromete de manera significativa, tan sólo se asume que para que ello ocurriera la afectación debería ser del 1.0% o más, respecto al potencial de captura de toda la vegetación en la Cuenca, con este análisis se intenta evidenciar el efecto que podría tener el proyecto en cuanto a los servicios ambientales que prestan los ecosistemas.

La relación directa entre la captura de CO₂ y la liberación de oxígeno (O₂) es por demás conocida, sin embargo, también está documentado que la mayor parte del oxígeno neto liberado a la atmósfera proveniente de unidad de superficie de ecosistemas terrestres producido por la selva tropical que va de 1,000 a 3,500 g/m², y en el caso de zonas de matorrales y selvas, como es el caso del predio (Selva Baja Caducifolia), así como algunos de los terrenos cultivados se producen aproximadamente 650 g/m² de producción primaria de biomasa neta (Begón, *et al.*, 1986). En relación a esta aproximación tendremos una reducción de aproximadamente **21.377 ton** de producción primaria de biomasa neta por el CUSTF de las **3.0981 ha** del predio, que representa tan sólo el **0.06%** del volumen que se produce la selva baja caducifolia en el Sistema Ambiental por esta comunidad vegetal, la cual ocupa una superficie de 5,206.9973 ha con una producción primaria de **35,928.281 ton**.

Cabe destacar, para el cálculo de carbono contenido en la vegetación, se propone el Método de **Datos de Inventario Forestal**, se anexa el archivo en Excel Captura de Carbono, donde se muestra la memoria de cálculo.

De manera particular, se utilizará dentro del método que utiliza datos de inventarios forestales, describen la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea la cual se muestra a continuación:

Entonces, se calcularon las toneladas de carbono que se afectarán por este tipo de vegetación de acuerdo a sus especies vegetales dominantes.

Sustituyendo en la fórmula inmediata anterior:

Ejemplo de Cálculo, para el caso de la especie ID 1: se anexa memoria de cálculo.

$$C_{BA} = 21.618 * 0.82 * 1.3 * 0.5 = 9.836 \text{ ton}$$

Por lo tanto, no da el siguiente resultado.

Tabla 12. Toneladas de carbono que se afectarán en el Estrato Arbóreo.

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Volumen m ³ rta	Densidad básica (g/cm ³)	BEF	Contenido de carbono (ton)
1	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	21.618	0.7	1.3	9.836
2	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.422	0.53	1.3	0.145
	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1.483	0.54	1.3	0.521
3	Chutama	<i>Bursera denticulata</i>	0.624	0.5	1.3	0.203
4	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.289	0.94	1.3	0.177
5	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	0.594	0.5	1.3	0.193
6	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	0.687	0.5	1.3	0.223
7	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	0.850	0.59	1.3	0.326
8	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.106	0.36	1.3	0.025
9	Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i>	8.312	0.73	1.3	3.944
10	Mulato	<i>Bursera grandifolia</i>	0.235	0.5	1.3	0.076
11	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	27.765	0.5	1.3	9.024
12	Palo zorrillo/Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	0.512	0.5	1.3	0.166
13	Papachillo/ Crucetillo	<i>Randia tetraacantha</i>	0.024	0.91	1.3	0.014
	Pitayo	<i>Stenocereus quevedonis</i>	5.050	0.5	1.3	1.641
14	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	0.666	0.5	1.3	0.216
TOTAL			79.487			30.062

Tabla 151. Toneladas de carbono que se afectarán en el Estrato Arbustivo.

ID	Nombre_Especie	Nombre Científico	Volumen m ³ rta	Densidad básica (g/cm ³)	BEF	Contenido de carbono (ton)
1	Agave	<i>Agave angustifolia</i>	0.0421	0.05	1.3	0.001
2	Aguama	<i>Bromelia pingüin</i>	0.0146	0.05	1.3	0.000
3	Bicho/Bironche	<i>Senna foetidissima</i>	0.0022	0.5	1.3	0.001
4	Brasil/Palo de tinta	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.3253	0.7	1.3	0.148
5	Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.0322	0.53	1.3	0.011
6	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	0.0220	0.5	1.3	0.007

ID	Nombre _Especie	Nombre Científico	Volume n m ³ rta	Densid ad básica (g/cm ³)	BEF	Conten ido de carbon o (ton)
7	Choya/Tasajillo macho	<i>Cylindropuntia subulata</i>	0.0601	0.5	1.3	0.020
8	Coloncahui/Cuilón	<i>Dyphysa occidentalis</i>	0.0102	0.94	1.3	0.006
9	Confituría/órgano de monte	<i>Lantana frutilla</i>	0.0003	0.3	1.3	0.000
10	Copal santo	<i>Bursera excelsa</i>	0.0282	0.5	1.3	0.009
11	Cucharo/Palo pinto	<i>Chloroleucon mangense/Pithecellobium mangense</i>	0.0570	0.59	1.3	0.022
12	Nopal de tortuga	<i>Opuntia rileyi</i>	0.0697	0.5	1.3	0.023
13	Nopal lengua de vaca	<i>Nopalea karwinskiana</i>	0.0009	0.5	1.3	0.000
14	Papache/Cirián chino	<i>Randia echinocarpa</i>	0.0505	0.91	1.3	0.030
15	Papachillo/Crucetillo	<i>Randia tetraantha</i>	0.1986	0.91	1.3	0.117
16	Papasolte	<i>Erythroxylum havanense</i>	0.0214	0.5	1.3	0.007
17	San Juan/San Juanico	<i>Jacquinia pungens</i>	0.0319	0.73	1.3	0.015
18	Tabachín de monte	<i>Caesalpinia mexicana</i>	0.0040	0.94	1.3	0.002
19	Vara blanca	<i>Croton flavescens</i>	0.0883	0.5	1.3	0.029
20	Vara prieta	<i>Cordia sonorae</i>	0.0118	0.5	1.3	0.004
21	Vinolo	<i>Vachellia campechiana/Acacia cochliacantha</i>	0.0651	0.5	1.3	0.021
TOTAL			1.1364			0.474

Dando como resultado que dentro del área existe un total de 30.536 ton (30.062 ton del estrato arbóreo + 0.474 ton del estrato arbustivo) de Carbono de la Biomasa aérea en las 3.0981 ha.

Es decir, revisando el Reservorio de Carbono, en las condiciones actuales se encuentra un reservorio de 30.536 ton (30.062 ton del estrato arbóreo + 0.474 ton del estrato arbustivo) en la superficie propuesta de 3.0981 ha de cambio de uso de suelo, es por esto, se va está proponiendo realizar la mitigación del almacenamiento de carbono, mediante el rescate y reubicación de flora y junto con el Programa de Conservación y Restauración del Suelo y Agua en una superficie de 4.0030 ha, para mantener la reserva de carbono ya almacenado y propiciar el secuestro de carbono (SC), respectivamente. Donde dicha área propuesta se toma como opción de mitigación de carbono. Ya que tiene por objetivo la regeneración de masas forestales en área degradadas o sin vegetación aparente. Que para el caso que nos ocupa, la captura de carbono para la selva baja se estima un rango de 52 a 82 tC/ha²⁰. Para el sitio, podemos deducir por la captación de agua que se realizará en las obras a construir, podemos tomar que el área puede captar una media de 67 tC/ha. Que para las 4.0030 ha, arroja un resultado de **268.201 tC total** y con esto se mitiga por la afectación de los 30.536 ton del área de CUSTF.

20 Masera O., Jong B. y RicarIde I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México-ECOSUR. 197p.

Por lo expuesto en este punto, se encuentra acreditada la tercera hipótesis normativa que establece el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, que la capacidad de almacenamiento de carbono se mitiga en el área afectada por la remoción de la vegetación forestal.

Premisa que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiga.

Desde la perspectiva biofísica, la transformación o destrucción de los ecosistemas acuáticos y terrestres, la sobreexplotación del recurso hídrico y la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y de los acuíferos constituyen los tres grandes problemas a superar para garantizar la renovación del recurso, es decir, para que el recurso no se agote y se conserve el ciclo hidrológico, lo cual es una condición básica para poder ofrecer el agua que requiere el desarrollo de la sociedad presente y futura.

Entre los factores que provocan el efecto de manejo inadecuado de las cuencas hidrológicas se encuentran, la deforestación y deterioro de ecosistemas forestales, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, escurrimiento del agua y escasa infiltración, azolvamiento de cuerpos de agua.

Se debe reconocer que el agua, como recurso integrante de la naturaleza, es finita y se altera con la transformación de los ecosistemas naturales. Para la conservación es necesario planificar las formas de uso y aprovechamiento del recurso y ajustarlas a los umbrales de la disponibilidad natural del mismo y a los límites de tolerancia de la intervención humana en los ecosistemas.

Afectación de la calidad del Agua en el sitio del proyecto

Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja del Sistema Ambiental, además de su dinámica temporal de que con la eliminación de la capa vegetal se disminuye la infiltración del agua al subsuelo.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días, la Demanda Química de Oxígeno y los Sólidos Suspendidos Totales. Estos se utilizan para indicar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal.

Los Sólidos Suspendidos Totales tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de los Sólidos Suspendidos Totales hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

De acuerdo a lo anterior, se analizan dichos indicadores con la ejecución del proyecto:

Tabla VI.13.- Indicadores de la calidad del agua

Indicador	Afectación con el proyecto
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días	El proyecto en la etapa de operación generará aguas residuales en sus procesos, por lo que las mismas irán a desembocar a la cortina de material seco que se construirá para retención de los jales secos, este material seco se espera que alterará este parámetro de la calidad del agua en el subsuelo.
Demanda Química de Oxígeno	El proyecto en la etapa de operación generará aguas residuales en sus procesos, por lo que las mismas a la cortina de material seco que se construirá para retención de los jales secos, este material seco se espera que alterará este parámetro de la calidad del agua en el subsuelo.
Sólidos Suspendidos Totales	En virtud de que los Sólidos Suspendidos Totales tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo, para el caso del

Indicador	Afectación con el proyecto
	proyecto, a la cortina de material seco que se construirá para retención de los jales secos, este material seco se espera que alterará este parámetro de la calidad del agua en el subsuelo.

Por lo que corresponde a la **captación de agua en la zona**, con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se reduce la captación o infiltración, además de una serie de factores que influyen en la determinación de la importancia del servicio y el riesgo de la pérdida del mismo por la implementación del proyecto.

De acuerdo al análisis realizado del presente estudio, en el cual se cuantificó las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del cálculo del Balance hidrológico, se obtuvo que en las **3.0981 hectáreas** de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo se tendría que mitigar un volumen de la infiltración de **2,594.101 m³ anualmente**, que representa un 0.01% del total de infiltración en el sistema ambiental.

Estimación de la Infiltración en las áreas aguas abajo del área de cambio de uso del suelo.

Para cumplir con esta Premisa, se calculó la infiltración en estos dos supuestos:

Se presentan los resultados del nuevo cálculo de pérdida de infiltración de agua para el área de CUSTF.

Cálculo de la infiltración

Escenario 1: En este apartado se presentan los valores de infiltración en condiciones actuales en el área de CUSTF.

Tabla VI.14.- Valores de K en función del tipo de vegetación de la selva baja caducifolia presente el área de CUSTF

TIPO DE VEGETACIÓN	kfc	TEXTURA	Kp	PENDIENTE	Kv	C	Área (Ha)
Selva Baja Caducifolia	0.150	Media	0.06 0	>7	0.200	0.41 0	3.0981

Entonces calculamos la infiltración considerando que la precipitación media anual es de 865.0 mm para la selva baja caducifolia presente en el área de CUSTF.

Tabla VI.15.- Infiltración para el área de CUSTF.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m ²)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m ³)	Expresado en m ³ /ha/año
Selva Baja Caducifolia	312.092	30,981	9,668.922	3,120.920
Total	312.0922	30,981	9,668.922	3,120.920

La Cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de **9,668.922 m³/año**, para el área de CUSTF, que representa el **36.080%** del total.

Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de infiltración bajo el supuesto de haber realizado el CUSTF en el área y si se dejara toda él área sin cubrir.

Tabla VI.16.- Infiltración para el área de CUSTF y que no se presentara cubierta vegetal.

USO DEL	Agua que	Superficie	Cantidad de	Expresado
---------	----------	------------	-------------	-----------

SUELO Y VEGETACIÓN	potencialmente se infiltraría (l/ha)	(m ²)	agua que potencialmente se infiltra (m ³)	en m ³ /ha/año
SIN VEGETACIÓN	228.360	30,981	7,074.821	2,283.600
total	228.360	30,981	7,074.821	2,283.600

Lo que nos da como resultado es una infiltración sin vegetación de 7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total (26,798.565 m³/año), en el supuesto de que quedaría sin cubiertas vegetal toda la superficie.

Escenario 3.- En esta apartado se presenta los valores de infiltración bajo el supuesto de haber realizado el CUSTF en el área de 3.0981 ha.

Para este servicio se utilizará la cantidad de agua que puede ser infiltrada en la superficie del proyecto antes y como consecuencia de la intervención propuesta, por lo que, se presenta el resultado, respecto a la comparación del cálculo de infiltración del CUSTF, antes y después de realizar el CUSTF.

Tabla 17.- Comparación de la infiltración media en las condiciones actuales y en el supuesto de realizar el CUSTF.

Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Selva baja espinosa caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101
Total	(m³)	26,798.565	9,668.922	7,074.821
	(%)	100.00	36.08%	26.40%
			26.40%	9.68%

En el cuadro anterior, tenemos que, de los **9,668.922 m³/año de infiltración** que actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima una reducción a **7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total de infiltración**, esto quiere decir, que se reducirá la infiltración en un **9.68% que representa 2,594.101 m³/año**, siendo el resultado de aplicar las medidas de mitigación, para el esto ver el Programa de Conservación y Restauración de Suelo y Agua, ayudará para mitigar dicho impacto.

Tabla 18. Resumen de la Mitigación del Suelo y Agua

OBRAS A REALIZAR PARA MITIGAR LA EROSIÓN		
Tinas ciegas a realizar	1,000	Obras
Suelo a rescatar	3,098.1	m ³
MITIGACIÓN DE EROSIÓN		
Volumen retenido Tinas Ciegas	416.0000	Toneladas
Volumen rescatado	4,027.53	Toneladas
Volumen a mitigar	152.37248	Toneladas
Diferencia	4,291.1575	Toneladas
MITIGACIÓN DE LA INFILTRACIÓN		
Volumen de retención e infiltración	20,655.480	m ³
Volumen de infiltración en el área de CUSTF	7,074.821	
Volumen a mitigar	2,594.101	m ³
Diferencia	25,136.200	m ³

SUPERFICIE DE REUBICACIÓN Y PARA EL CALCULO DE MITIGACIÓN		
Superficie:	4.0030	ha

Por lo expuesto en este punto, se encuentra acreditada la tercera hipótesis normativa que establece el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigan en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

CAPITULO VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo V del presente documento fueron identificados y evaluados los impactos ambientales que potencialmente puede causar el proyecto sobre el Sistema Ambiental (**SA**) o Microcuenca Hidrológico-Forestal y predios donde se pretenden ubicar las obras y actividades; en este sentido, las medidas propuestas en el presente capítulo corresponden a los impactos identificados.

Asimismo, tal y como se demostró en el Capítulo V antes referido, el proyecto puede ocasionar potencialmente impactos ambientales significativos, razón por la cual las medidas propuestas atienden a las acciones que el promovente pretende implementar para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como para prevenir y mitigar dichos impactos, 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 lo siguiente:

***“ARTICULO 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.**”*

En este sentido, se asume el hecho que una vez identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitan la prevención; mitigación o compensación de los mismos. Por lo tanto, bajo una perspectiva integral y ecosistémica se propone aplicar las siguientes acciones que, además

de atender en conjunto las medidas solicitadas por la normatividad, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente:

- a) Construir y operar un proyecto minero en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por ser una estrategia de desarrollo ambientalmente viable, responsable y sustentable.
- b) Implementar las medidas de manejo de impactos identificados en el presente DTU, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- c) Implementar las acciones que permitan dar atención y cumplimiento a los Términos y Condicionantes que la **SEMARNAT** resuelva en el caso de autorizarlo.
- d) Posibilitar la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes en el sitio donde pretenden aprovecharse los recursos, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en la **fracción II del artículo 44 del Reglamento de la LGEEPA** en la materia respecto a:

II. 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, y...

Las medidas de prevención; de mitigación o de compensación que se proponen en este capítulo, se entienden como aquellas acciones que tendrán que implementarse para minimizar o corregir los **Impactos Adversos**, siendo estas las que se describen a continuación:

No	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación						
1	Modificación del relieve	Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve en una superficie de 6-22-05.42 Ha, lo cual representa el 0.0754% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).	No existe ninguna medida mitigación o de compensación para este impacto ambiental, por lo tanto se mantendrá como un impacto residual.						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Predio (Obra)</th> <th>Superficie total (Ha)</th> <th>Superficie CUSTF (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presa seca de jales mineros</td> <td>6-22-05.42</td> <td>3-09-81.00</td> </tr> </tbody> </table>		Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)	Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00
Predio (Obra)		Superficie total (Ha)		Superficie CUSTF (Ha)					
Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00							

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
-----	----	-------------	--

2	Pérdida de Suelo	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de la capa orgánica de suelo que queda tras el desmonte, el suelo orgánico a perder y almacenar para su subsecuente uso es de 3098.10 m ³ , distribuído de la siguiente forma:	El suelo removido de las áreas a trabajar, sobre todo el suelo orgánico despalmado será almacenado temporalmente para ser posteriormente reutilizado en obras de nivelación, y sobre todo en las acciones de restauración y conservación de agua y suelos (Ver anexo 6).							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Superficie CUSTF (Ha)</th> <th>Grosos suelo organico</th> <th>Suelo a retirar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mineros</td> <td>3-09-81.00</td> <td>10 cm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>El impacto antes citado representa el 0.0375% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).</p>		Superficie CUSTF (Ha)	Grosos suelo organico	Suelo a retirar	mineros	3-09-81.00	10 cm	
	Superficie CUSTF (Ha)	Grosos suelo organico	Suelo a retirar							
mineros	3-09-81.00	10 cm								

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación															
3	Pérdida de Carbono	<p>Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de suelo en un área de 6-22-05.42 hectáreas (terrenos agrícolas y de sbc) lo anterior representa la eliminación del suelo organico en la superficie de CUSTF.</p> <p>La erosión hídrica, se evaluó el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, en donde, se estimó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPS) la pérdida potencial de suelo en tres escenarios, el primero con el estado actual en que se encuentra el sitio sin proyecto, y el segundo escenario, con el proyecto una vez realizado el desmonte (Sin considerar la obra) y el tercero con la restauración a fin de MITIGAR el aumento de la tasa de erosión a nivel sitio del proyecto.</p> <p>Los resultados obtenidos de la pérdida potencial de suelo, y que se detallaron en esta información del presente estudio, son los siguientes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">T Tipo de Vegetación</th> <th colspan="3">Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)</th> </tr> <tr> <th>Escenario 1</th> <th>Escenario 2</th> <th>Escenario 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Selva Baja Caducifolia</td> <td>1.016695</td> <td>153.4152</td> <td>152.3925</td> </tr> <tr> <td>TOTAL L (Ton/Totales)</td> <td>1.016695</td> <td>153.4152</td> <td>152.3925</td> </tr> </tbody> </table> <p>Realizando la pérdida de suelo (erosión), en las condiciones actuales, se presenta una pérdida de suelo de 1.016695 ton/año; realizando el CUSTF, se presenta una pérdida de suelo de 153.4152 ton/año, lo que equivale un aumento en la pérdida de suelo de 152.3925 ton/año.</p>	T Tipo de Vegetación	Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Selva Baja Caducifolia	1.016695	153.4152	152.3925	TOTAL L (Ton/Totales)	1.016695	153.4152	152.3925	El suelo removido de las áreas a trabajar, sobre todo el suelo orgánico despalmado será almacenado temporalmente para ser posteriormente reutilizado en obras de nivelación, y sobre todo en las acciones de restauración y conservación de agua y suelos (Ver anexo 6).
T Tipo de Vegetación	Erosión en el área de CUSTF (Ton/ha/año)																	
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3															
Selva Baja Caducifolia	1.016695	153.4152	152.3925															
TOTAL L (Ton/Totales)	1.016695	153.4152	152.3925															

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación																							
4	Contaminación del suelo	<p>Con las actividades de desmonte, despalme y otras necesarias del uso de maquinaria y equipo, puede darse el derrame accidental de hidrocarburos en el suelo, esto derivado de algún desperfecto mecánico que requiera de mantenimiento emergente.</p> <p>La contaminación del suelo con derivados del petróleo, se considera de gran magnitud y trascendencia.</p>	<p>La maquinaria y equipo que ingrese a las instalaciones recibirá mantenimiento preventivo y/o correctivo en talleres autorizados de la planta de beneficio, con la intención de garantizar que no existen fugas de aceite y/o combustibles.</p> <p>En las áreas de trabajo se dotará de charolas antiderrames, lonas y contenedores de residuos peligrosos, con la intención de prevenir cualquier problema de contaminación ante una descompostura accidental, que amerite de mantenimiento emergente in situ.</p>																							
No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación																							
5	Alteración del balance hídrico	<p>Tenemos que, de los 9,668.922 m³/año de infiltración que actual, una vez que se realice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estima una reducción a 7,074.821 m³/año, que representa el 26.40% del total de infiltración, esto quiere decir, que se reducirá la infiltración en a 9.68% que representa 2,594.101 m³/año, cantidad que debe de mitigarse.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Vegetación</th> <th rowspan="2">Precipitación (m³/año)</th> <th colspan="3">Agua que se infiltra en el CUSTF (m³/año)</th> </tr> <tr> <th>Escenario 1</th> <th>Escenario 2</th> <th>Escenario 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Selva baja caducifolia</td> <td>26,798.565</td> <td>9,668.922</td> <td>7,074.821</td> <td>2,594.101</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>(m³) 26,798.565</td> <td>9,668.922</td> <td>7,074.821</td> <td>2,594.101</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(%) 100.000</td> <td>36.08%</td> <td>26.40%</td> <td>9.68%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Aunado a la cantidad de agua que se dejará de infiltrar por el CUS, la totalidad de las 6-22-05.42 Ha que ocupará la presa seca de jales mineros, se impermeabilizará con liner, lo cual traerá también que la escasa agua pluvial que caiga no sea absorbida por el suelo</p>	Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Selva baja caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101	Total	(m³) 26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101		(%) 100.000	36.08%	26.40%	9.68%	<p>Para compensar este impacto ambiental, el proyecto considera el desarrollo de un programa de restauración y conservación de suelos y agua en un predio de 4-00-30 Ha, mismo sitio donde se construirán tinas ciegas y se reubicaran las especies rescatadas las cuales ascienden a 966 organismos de estrato arbóreo, 5330 arbustos y 6 herbáceas, los trabajos de resturación y conservación propuestos se realizarán dentro del mismo sistema ambiental, con ello se pretende compensar la pérdida de m³ por infiltración ocasionados con CUSTF propuesto en el presente DTU</p> <p>Ver programa de restauración y conservación de suelos y agua. Y programa rescate y reubicación de flora.</p>
Tipo de Vegetación	Precipitación (m ³ /año)	Agua que se infiltra en el CUSTF (m ³ /año)																								
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3																						
Selva baja caducifolia	26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101																						
Total	(m³) 26,798.565	9,668.922	7,074.821	2,594.101																						
	(%) 100.000	36.08%	26.40%	9.68%																						

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
-----	----	-------------	--

6	Contaminación del agua	<p>Con las actividades de desmonte, despalme y otras necesarias del uso de maquinaria y equipo, puede darse el derrame accidental de hidrocarburos en el suelo y alguna de las corrientes intermitentes de la zona, incluso puede darse la contación de algún acuífero. La contaminación puede la misma manera ocasionarse durante alguna actividad de mantenimiento emergente de maquinaria y equipo.</p>	<p>La maquinaria y equipo que ingrese a las instalaciones recibirá mantenimiento preventivo y/o correctivo oportuno, con la intención de garantizar que no existen fugas de aceite y/o combustibles. En las áreas de trabajo se dotará de charolas antiderrames, lonas y contenedores de residuos peligrosos, con la intención de prevenir cualquier problema de contaminación ante una descompostura accidental, que amerite de mantenimiento emergente in situ.</p> <p>Los jales a disponerse son secos lo que reduce tajantemente el riesgo de contaminación de acuíferos. La presa estará revestida de geomembrana.</p>
---	------------------------	--	---

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
-----	----	-------------	--

7	Pérdida de Cobertura Vegetal	<p>El desarrollo de las obras requieren del CUSTF en 3-09-81.00 Ha de Selva Baja Caducifolia (SBC), lo cual representa el 0.0375% del Sistema Ambiental (Microcuenca San José de Gracia).</p> <table border="1" data-bbox="427 352 1053 453"> <thead> <tr> <th data-bbox="427 352 643 401">Predio (Obra)</th> <th data-bbox="643 352 826 401">Superficie total (Ha)</th> <th data-bbox="826 352 1053 401">Superficie CUSTF (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="427 401 643 453">Presa seca de jales mineros</td> <td data-bbox="643 401 826 453">6-22-05.42</td> <td data-bbox="826 401 1053 453">3-09-81.00</td> </tr> </tbody> </table>	Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)	Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00	<p>Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por el CUSTF, aunado a esto se trabajará para compensar este impacto ambiental, el proyecto considera el desarrollo de un programa de restauración y conservación de suelos y agua en un predio de 4-00-30 Ha, mismo sitio donde se construirán tinas ciegas y se reubicaran las especies rescatadas las cuales ascienden a 966 organismos de estrato arbóreo, 5330 arbustos y 6 herbáceas, los trabajos de resturación y conservación propuestos se realizarán dentro del mismo sistema ambiental, con ello se pretende compensar la perdida de cobertura vegetal ocasionado con CUSTF propuesto en el presente DTU. Ver programa de restauración y conservación de suelos y agua. Y programa rescate y reubicación de flora. Ver en anexo 6, programa de reforestación.</p>
Predio (Obra)	Superficie total (Ha)	Superficie CUSTF (Ha)							
Presa seca de jales mineros	6-22-05.42	3-09-81.00							

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
-----	----	-------------	--

8	Pérdida de Ejemplares Vegetales	<p>Se removerán 7,457 individuos, de los cuales 1,509 serán maderables arbóreas, 75 serán no maderables arbóreas, 5,699 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 174 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos estimado es de 418,298 plantitas).</p> <table border="1" data-bbox="397 415 1052 569"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obra</th> <th colspan="4">Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha</th> </tr> <tr> <th>Ejemplares maderables arbóreas</th> <th>Ejemplares no maderables arbóreas</th> <th>Arbustos Maderables</th> <th>Arbustos No maderables</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyecto</td> <td>1,509</td> <td>75</td> <td>5,699</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">7,457</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lo cual se traduce en un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 79.489 m³rta, vegetación arbórea.</p>	Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha				Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables	Proyecto	1,509	75	5,699	174	TOTAL	7,457				<p>Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por el CUSTF, aunado a esto se trabajará para compensar este impacto ambiental, el proyecto considera el desarrollo de un programa de restauración y conservación de suelos y agua en un predio de 4-00-30 Ha, mismo sitio donde se construirán tinas ciegas y se reubicaran las especies rescatadas las cuales ascienden a 966 organismos de estrato arbóreo, 5330 arbustos y 6 herbáceas, los trabajos de resturación y conservación propuestos se realizarán dentro del mismo sistema ambiental, con ello se pretende compensar la perdida de cobertura vegetal ocasionado con CUSTF propuesto en el presente DTU. Ver programa de restauración y conservación de suelos y agua. Y programa rescate y reubicación de flora.Ver en anexo 6, programa de reforestación.</p>
Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha																					
	Ejemplares maderables arbóreas	Ejemplares no maderables arbóreas	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables																		
Proyecto	1,509	75	5,699	174																		
TOTAL	7,457																					

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
-----	----	-------------	--

9	Pérdida de Carbono Vegetal	Las 3.0981 hectáreas de vegetación que será afectada (selva baja caducifolia), se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores de los bosques, se tendría un estimado de captura de 200 ton de carbono por hectárea, se presupondría que habría un decremento ligeramente mayor a las 619.62 ton , cifra que representaría el 0.06% de lo que captura la vegetación de selva baja caducifolia del Sistema Ambiental (1,041,399.46 ton).	Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por el CUSTF, aunado a esto se trabajará para compensar este impacto ambiental, el proyecto considera el desarrollo de un programa de restauración y conservación de suelos y agua en un predio de 4-00-30 Ha, mismo sitio donde se construirán tinas ciegas y se reubicaran las especies rescatadas las cuales ascienden a 966 organismos de estrato arbóreo, 5330 arbustos y 6 herbáceas. Con respecto a la madera obtenida del desmonte, los postes serán donados a los ejidatarios del lugar y las ramas y raíces serán troceadas y picadas para producir composta que pueden ser utilizadas en la reforestación.
No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
10	Pérdida de Hábitat (reducción)	<p>El desarrollo de las obras implica como reiteradas ocasiones se ha mencionado la eliminación de 3-09-81.00 Ha de selva baja caducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en esa misma proporción.</p> <p>El impacto antes citado representa una reducción del 0.0375% de la superficie del hábitat terrestre en la microcuenca San Jose de Gracia, Sistema Ambiental establecido para el proyecto.</p>	<p>Las actividades que se pretenden efectuar para compensar y mitigar los impactos que se generen al hábitat de la fauna tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por CUSTF. • Se realizará programa de restaruación y conservación de suelos y agua en 4-00-30 Ha. • Programa de rescate y reubicación de 6302 organismos florísticos encontrados en los sitios de desmonte. • Programa de rescate y traslocación de fauna silvestre, con ello se pretende repoblar otros hábitat, evitando con ello que las especies de lento o nulo desplazamiento perezcan con las actividades de desmonte.
No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación

11	Pérdida de Biodiversidad (a nivel organismos)	<p>Para la construcción de las obras se Se removerán 7,457 individuos, de los cuales 1,509 serán maderables arbóreas, 75 serán no maderables arbóreas, 5,699 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 174 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos estimado es de 418,298 plantitas).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obra</th> <th colspan="4">Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha</th> </tr> <tr> <th>Ejemplares maderables arbóreos</th> <th>Ejemplares no maderables arbóreos</th> <th>Arbustos Maderables</th> <th>Arbustos No maderables</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyecto</td> <td style="text-align: center;">1,509</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">5,699</td> <td style="text-align: center;">174</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">7,457</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lo cual se traduce en un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 79.489 m³rta, vegetación arbórea.</p>	Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha				Ejemplares maderables arbóreos	Ejemplares no maderables arbóreos	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables	Proyecto	1,509	75	5,699	174	TOTAL	7,457				<p>Las actividades que se pretenden efectuar para compensar y mitigar los impactos que se generen al hábitat de la fauna tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por CUSTF. • Se realizará programa de restaruación y conservación de suelos y agua en 4-00-30 Ha. • Programa de rescate y reubicación de 6302 organismos florísticos encontrados en los sitios de desmonte. • Programa de rescate y traslocación de fauna silvestre, con ello se pretende repoblar otros hábitat, evitando con ello que las especies de lento o nulo desplazamiento perezcan con las actividades de desmonte.
Obra	Número de ejemplares a remover en 3.0981 ha																					
	Ejemplares maderables arbóreos	Ejemplares no maderables arbóreos	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables																		
Proyecto	1,509	75	5,699	174																		
TOTAL	7,457																					

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
12	Alteración de la visibilidad	El desarrollo de las obras implica como reiteradas ocasiones se ha mencionado la eliminación de 3-09-81.00 Ha de selva baja caducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en esa misma proporción. El impacto antes citado representa una reducción del 0.0375% de la superficie del hábitat terrestre en la microcuenca San Jose de Gracia, Sistema Ambiental establecido para el proyecto.	La maquinaria y equipo recibirá mantenimiento preventivo previo a su ingreso a las áreas de trabajo, una buena carburación disminuye la cantidad y concentración de gases de combustión. En lo que respecta a las polvaderas, se humedecerán los frentes de trabajo con el riego de agua que distribuirán los camiones pipa.

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
13	Moficación del paisaje natural	El desmonte y desarrollo de las obras propuestas generará la modificación permanente del paisaje natural en una superficie de 3-09-81.00 Ha, lo cual representa el 0.0375% del Sistema Ambiental, representado por la Microcuenca San Jose de Gracia, otros impactosm ambientales harán sinergia como los son los cúmulos de jales en la presa, la presencia constante de maquinaria y equipo así como la generación de tolveneras.	Aun cuando se trabajará en restaurar, la presa seca de jalesse mantendrá en operaciones, motivo por el cual el impacto se considera residual.

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
14	Generación de empleos	Con retiro de infraestructura en caso de darse el abandono, ocasionará que los empleos directos e indirectos proyectados con el desarrollo de las obras no se den, aunado a que si cesa la construcción de la presa, significaría que las obras mineras en operación desde hace años también terminaría, esto ocasionaría que la generación de empleos y derrama económica en la zona se terminaría, todo en perjuicio de los pobladores de la zona serrana.	Se trabajará en la obtención de la totalidad de las autorizaciones y/o permisos, para evitar que las obras y actividades sean suspendidas y/o abandonadas por ilegalidad. Se realizará una adecuada selección de contratistas, mismos que serán capacitados para que el proyecto sea realizado cuidando cada una de las medidas de mitigación, prevención, y compensación propuestas.

No.	IA	Descripción	Medida de Mitigación o de Compensación
15	Derrama económica	Con retiro de infraestructura en caso de darse el abandono, se dejará de ejercer la inversión estimada de 6,000,000.00 (seis millones de pesos oo/100 mn), de la misma manera en caso de no desarrollarse el proyecto puede tenerse el riesgo que las operaciones de Dynaresource se vieran afectadas, lo cual pueda traer serias consecuencias económicas para el promovente y los pobladores de la zona.	Se trabajará en la obtención de la totalidad de las autorizaciones y/o permisos, para evitar que las obras y actividades sean suspendidas y/o abandonadas por ilegalidad. Se realizará una adecuada selección de contratistas, mismos que serán capacitados para que el proyecto sea realizado cuidando cada una de las medidas de mitigación, prevención, y compensación propuestas.

VII.2. Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SA**, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el **SA**.

La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, no permitirán que los factores puedan volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto si generará 2 impactos residuales, representados estos por la **modificación del relieve** y la modificación del paisaje en una superficie de 3.09-81.00 hectáreas, lo cual representa el 0.0375% del sistema ambiental del proyecto (8244.3745ha), que aún con la adecuada aplicación de las medidas de mitigación y compensación que se describen a detalle en este capítulo, los impactos ambientales que afectan a la morfología del suelo y al paisaje solo podrá recuperarse al 100% al realizarse el abandono del proyecto y la restauración de los sitios de ubicación de las obras.

VII.3.- INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De conformidad con lo establecido en los artículos 131 y 35, penúltimo párrafo, de la LGEEPA y 51, fracciones II y IV, de su REIA, a fin de garantizar que ante la ocurrencia de daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, la empresa promotora lleve a cabo las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental propuestas en el presente estudio, se debe presentar de manera previa a la ejecución de las obras y actividades una propuesta de garantía para análisis y validación de la autoridad.

En este sentido, se presenta enseguida una estimación de los costos de implementación de las estrategias de prevención y mitigación ambiental establecidos para el proyecto, así como el análisis de diferentes opciones financieras que permitan garantizar la aplicación de las estrategias de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidos para el proyecto.

Las opciones de garantías financieras existentes incluyen seguros, fianzas, fideicomisos, fondos, cartas de crédito y el aval, mismas que enseguida se describen brevemente:

Seguros: El contrato de seguro es el medio por el cual el asegurador se obliga, mediante el cobro de una prima, a resarcir un daño o a pagar una suma de dinero al verificarse la eventualidad prevista en el contrato. El contrato de seguro puede tener por objeto toda clase de riesgos si existe interés asegurable, salvo prohibición expresa de la ley.

El contratante o tomador del seguro, que puede coincidir o no con el asegurado, por su parte, se obliga a efectuar el pago de esa prima, a cambio de la cobertura otorgada por el asegurador, la cual le evita afrontar un perjuicio económico mayor, en caso de que el siniestro se produzca.

El contrato de seguro es consensual; los derechos y obligaciones recíprocos de asegurador y tomador, empiezan desde que se ha celebrado la convención, aún antes de emitirse la póliza o documento que refleja datos y condiciones del contrato de seguro. Al realizar un contrato de seguro, se intenta obtener una protección económica de bienes o personas que pudieran en un futuro sufrir daños.

Por interés asegurable se entiende la relación lícita de valor económico sobre un bien.

Cuando esta relación se halla amenazada por un riesgo, es un interés asegurable. En general se pueden asegurar todas las cosas corporales (coches, viviendas, negocios, etc.) e incorpóras (perjuicios económicos, paralización de actividad, etc.), además se puede asegurar la vida y el patrimonio.

Para que la cosa sea susceptible de ser asegurada debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe tratarse de una cosa corporal o incorpóras.
- La cosa debe existir al tiempo del contrato, o al menos al tiempo en que empiecen a correr los riesgos o daños.
- La cosa debe ser tasable en dinero.
- La cosa debe ser objeto de una estipulación lícita.
- La cosa debe estar expuesta a perderse por el riesgo que corre el asegurado.

A contrario sensu, no se pueden asegurar:

- Los riesgos especulativos (precepto básico: "La indemnización no constituye ganancia").
- Los objetos del comercio ilícitos.
- Las cosas en donde no existe un interés asegurable.

Lo imposible no origina riesgo. Debe ser incierto, porque si necesariamente va a ocurrir, nadie asumiría la obligación de repararlo. Sin riesgo no puede haber seguro, porque al faltar la posibilidad de que se produzca el evento dañoso, ni podrá existir daño ni cabrá pensar en indemnización alguna.

El riesgo presenta ciertas características que son las siguientes, es incierto y aleatorio, posible, concreto, lícito, fortuito y de contenido económico.

En el contrato de seguro el asegurador no puede asumir el riesgo de una manera abstracta, sino que este deber ser debidamente individualizado, ya que no todos los riesgos son asegurables, es por ello que se deben limitarse e individualizarse, dentro de la relación contractual.

Fianzas: en sentido estricto, la fianza consiste en una garantía personal, en virtud de la cual se asegura el cumplimiento de una deuda u obligación mediante la existencia de un fiador. El fiador es una tercera persona, ajena a la deuda, que garantiza su cumplimiento, comprometiéndose a cumplir él lo que el deudor

no haya cumplido por sí mismo (deudor subsidiario). Otro uso común del término "fianza" en el ámbito jurídico es el de entrega de una cantidad de dinero como garantía de ciertas obligaciones. Sin embargo, a pesar del nombre, la fianza monetaria no es tal, sino que se trata de un caso de prenda irregular, al tratarse de una garantía real y no personal.

En el Derecho civil, el fiador y el deudor son dos personas diferentes, ligados mediante una figura que posee una fisonomía contractual: contrato de fianza. La relación entre el acreedor y el fiador pasa a través del deudor.

En el Derecho contractual: la fianza garantiza el cumplimiento de las obligaciones derivadas de un contrato. Por ejemplo, es habitual la constitución una fianza monetaria en caso de arrendamiento de inmuebles para garantizar el cumplimiento del pago de las rentas de arriendo, así como la devolución en buen estado del bien arrendado.

En el caso de incumplimiento de la obligación garantizada, dependerá del caso concreto para establecer qué ocurre con la fianza. Por ejemplo, en Derecho contractual lo habitual es que el acreedor utilice la fianza para resarcirse de los daños y perjuicios ocasionados. Sin embargo, en Derecho procesal penal una posible fuga del acusado provoca la pérdida absoluta de dinero dado como fianza, sin necesidad de evaluar gastos o daños.

Fideicomiso: es un contrato o convenio en virtud del cual una persona, llamada fideicomitente o también fiduciante, transmite bienes, cantidades de dinero o derechos, presentes o futuros, de su propiedad a otra persona (una persona natural, llamada fiduciaria), para que ésta administre o invierta los bienes en beneficio propio o en beneficio de un tercero, llamado fideicomisario. Cabe señalar que, al momento de la creación del fideicomiso, ninguna de las partes es propietaria del bien objeto del fideicomiso.

El fideicomiso es, por tanto, un contrato por el cual una persona destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria en todas las empresas.

Fondos: esta figura financiera requiere de una aportación inicial de recursos, los cuales deben provenir de varias fuentes. Los fondos de garantía se establecen para alcanzar metas comunes de los participantes del fondo y tienen por objeto garantizar la inversión (o el objeto del fondo) en caso de que el actor directamente responsable de quiebre o no sea capaz de solventar la cantidad asegurada.

En materia ambiental no existen fondos en México. En materia forestal opera el Fondo Forestal Mexicano que recibe aportaciones de las personas físicas o morales que llevan a cabo el cambio de uso de suelo de los terrenos forestales y su finalidad es propiciar el aprovechamiento forestal sustentable del país.

Carta de crédito: o crédito documentario es un instrumento de pago independiente del contrato que dio origen a la relación entre las partes negociantes; mediante esta figura se busca garantizar la disponibilidad de recursos financieros para atender una obligación, como puede ser la de remediar, reparar o recuperar daños ocasionados al medio ambiente.

Un crédito es toda operación por la que un banco, obrando por cuenta y orden de un cliente, se obliga a:

- pagarle a un tercero.
- aceptar y pagar o descontar letras de cambio.
- autorizar a otro banco a pagar, aceptar o descontar dichas letras.

Las obligaciones del banco pueden estar supeditadas a la entrega de documentos de índole comercial (conocimiento de embarque, factura comercial), aduanero (certificado de origen) o técnico (certificado de calidad), y pueden variar según las instrucciones de quien ordene la apertura de dicho crédito.

Aval: como su nombre lo indica este tipo de garantía refiere a que un tercero responda en caso de incumplimiento del responsable directo, por la reparación, remediación o recuperación de daños o por los bienes garantizados.

Considerando las características de los diferentes instrumentos de garantía expuestos, se considera que la FIANZA sería el instrumento financiero más adecuado para asegurar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental por parte de la Empresa. Dicha fianza tendría como beneficiario a la SEMARNAT, la cual en caso de incumplimiento de la promovente la haría efectiva hasta por el monto de la garantía establecida.

Para este caso particular, se excluye la contratación de un seguro ya que lo que se pretende asegurar es el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en el presente documento técnico.

Adicionalmente, no existe un riesgo que asegurar ya que las actividades que se ejecutarán no son consideradas riesgosas por la legislación ambiental y, en todo caso, sería muy complejo determinar el interés asegurable, ya que se trata de recursos bióticos y abióticos compuestos de bienes tanto tangibles como intangibles.

Las otras figuras financieras valoradas tienen poca aplicabilidad práctica ya que su operación resulta compleja o no existen las figuras jurídicas, en materia ambiental, que permitan su instrumentación.

VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN CASO DE NO CONTINUAR CON EL PROYECTO.

VII.4.1 Restauración ecológica.

La Restauración Ecológica es el campo de estudio que provee las bases científicas y metodológicas que fundamentan la práctica de la Ecología de la Restauración. Es una disciplina multidimensional que abarca tanto las ciencias naturales y las ciencias sociales para buscar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y sistemas de producción. Esto implica restaurar la integridad ecológica de los ecosistemas (composición de especies, estructura y función).

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”. 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.

Las acciones en materia de restauración son aplicables a áreas grandes o pequeñas dependiendo de la capacidad de recursos de que se disponga para llevar a cabo esta actividad y de sus objetivos. Inicialmente se propuso para desarrollarse dentro de reservas naturales o áreas con cierto grado de protección, pero actualmente se excede este ámbito. El valor de la restauración está en función de los objetivos para cada caso, que clarifiquen y den solidez a cada una de las acciones propuestas, desde una perspectiva práctica-científica, donde se identifique claramente la aceptación social, la capacidad técnica, la disponibilidad económica y la identificación de limitantes (Jiménez et al. 2002).

Por lo anterior, los proyectos de restauración deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinaria e integral que incluya el estudio del desarrollo de las especies de flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez (fisiológica y reproductiva), estudios de suelo, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, integración de la fauna terrestre, recuperación de cuencas, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre muchos otros aspectos, (Sol et al. 2001).

VII.4.2 Determinación de la inversión para las actividades de restauración en el escenario de realizar el cambio de uso del suelo.

Ante la necesidad de crear el escenario para propiciar la restauración ecológica para restablecer esta área una vez realizado el cambio de uso del suelo, se enumeran una serie de actividades y sus respectivos costos, de tal forma que se pueda llevar una superficie igual a la afectada a una condición similar a la que actualmente se presenta.

Los objetivos son los siguientes:

- Proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica.
- Aumentar la infiltración hídrica.

- Incrementar el suelo.
- Captación de carbono
- Generar madera.
- Favorecer la retención del suelo
- Favorecer la recarga de los mantos freáticos.
- Favorecer la belleza escénica.

Se plantea la metodología empleada que se describe a continuación:

El monto total aproximado en caso que se quiera llevar esta área una vez realizado el cambio de uso de suelo a la condición similar a la que actualmente se presenta, es de aproximadamente **\$ 3,526,770.37 (Son tres millones, quinientos veintiseis mil, setecientos setenta pesos 37/100 M.N.), para llegar a restaurar los daños ocasionados por el desmonte de 3.0981 Ha**, y dándole seguimiento por los 5 años para asegurar el establecimiento de la misma, distribuido en los conceptos que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla VII.2.- Desglose de los costos totales del proyecto.

CONCEPTO	MONTO (Pesos)
Medida de Restauración	2,938,975.30
Imprevistos 20%	587,795.06
TOTAL	3,526,770.37

Se presenta la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, como medidas compensatorias para la restauración del área donde se pretende construir el proyecto en mención. Por su parte, para las actividades propuestas para mitigar otros impactos ambientales que se deriven por las actividades del proyecto, se calculará en su apartado de acuerdo a la magnitud durante las diferentes etapas.

Se considera una superficie para cambio de uso de suelo de 3.0981 ha, por lo tanto, se considera la misma superficie de restauración una vez concluido el proyecto, por lo tanto, para el costo de la fianza se tomarán las medidas de mitigación y la restauración de dicha área.

Como medida de mitigación se contempla el rescate del Top Soil, para minimizar la pérdida de suelo por la erosión hídrica y eólica, el costo por esta actividad se tomará como parte de la restauración planteada para este estudio, donde dicha área para depositar el top soil, será la superficie para reforestación.

Se plantea realizar el cambio de uso de suelo de 3.0981 ha, por lo tanto, para recuperar y depositar en un área específica el suelo con un movimiento de 3,098.1 m³ de suelo orgánico. Si un tractor D6 acarrea 150 m³/hora, se requieren 21.00 horas para completar el acarreo del suelo orgánico, si cada hora tiene un costo de \$3,291.65 pesos, dando un costo estimado de esta actividad de \$ 69,124.65 pesos.

Para la distribución se requiere la carga y el acarreo de camión de volteo de 7 metros cúbicos, se requieren 443 camiones, si se contempla un costo por camión de 650.00 pesos, más el llenado de cada camión con un costo de \$100.00 por camión, entonces daría un total de esta actividad de \$ 332,250.00

VII.4.2.1.- Realización de obras de Conservación de Suelo y Agua.

Se requeriría realizar obras de conservación de suelo y agua, en caso de tener que realizar la restauración del área, se propone hacer, **TINAS CIEGAS** a manera conservar el suelo. Las terrazas individuales se realizaría en cada una de las plantas reforestadas. Son terraplenes de forma circular, trazados a curvas a nivel, deben ser de 1 metro de diámetro por 0.10 centímetros de profundidad, y en mayores se estable una media luna de 50 cm de radio, el bordo resultado de la excavación debe estar bien conformado y dispuesto aguas abajo para aumentar la retención de azolves, que permitirá captan la escorrentía y conservan la humedad para los árboles.

Tabla VII.3.- Costo del flete del vivero al albergue temporal

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Terraza Individual	Terraza	180	2324	418,243.50
			Total:	418,243.50

Representando un costo por la elaboración de la cantidad total de las terrazas de **\$ 418,243.50**.

VII.4.2.2.-Transporte de planta

Durante el traslado de la planta al vivero temporal, se debe realizar una selección del material para utilizar únicamente plantas cuyas condiciones físicas, fisiológicas y genéticas hagan más probable su supervivencia y sano crecimiento. En este proceso se debe considerar: dimensiones, sanidad, tronco vigoroso, follaje sano, raíces abundantes y bien distribuidas, con una sola yema terminal. Los individuos que no cumplan estas condiciones deben ser rechazados.

MEDIO DE TRANSPORTE DEL VIVERO AL ALBERGUE TEMPORAL.

Se recomienda realizar el transporte de la planta en camiones rabones con 3 estibas, esto permitirá llevar mayor cantidad de 7000 plantas sin que sufran un estrés adicional.

Tabla VII.4.- Costo del flete del vivero al albergue temporal

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Renta de camión	Flete	7,500	1	7,500.00
			Total:	7,500.00

MEDIO DE TRANSPORTE DEL VIVERO TEMPORAL AL DESTINO FINAL

Se utilizará vehículo pick up o doble rodado, donde la planta en bolsa de plástico se dispone en cajas, las cuales se recomienda se coloquen en pisos que previamente se habrán de acondicionar en el vehículo, de otra forma si la planta se transporta a granel ocurrirá un elevado daño y mortalidad, producida por rupturas del tallo, aplastamiento de la planta, pérdida del sustrato, etc. No se debe mover planta tomándola del follaje, sino del cepellón. Las cajas se utilizan durante toda la fase del transporte.

Tabla VII.5.- Flete local.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Renta camioneta doble rodado	Flete	600	4	1,200.00
700 plantas por flete			Total:	1,200.00

Representando un costo por la renta de camioneta doble rodado de **\$ 1,200.00**.

VII.4.2.3.- Reforestación

Una parte muy importante de la reforestación es recordar que el envase de plástico o bolsa se debe retirar, así como aquellas raíces que sobresalen de la bolsa. De preferencia se debe hacer un corte de unos 2 centímetros hacia arriba en la base de la bolsa, con una navaja o con una charrasca.

Tabla VII.6.- Costo de reforestación por ha.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Reforestación	Jornal	250	13	3,250.00
136 plantas /persona se requieren 6 jornales/ha			Total:	3,250.00

Representando un costo por la reforestación en las 3.0981 ha de **\$ 10,068.83**.

Para reforestar las 3.0981 ha, se requiere la compra 2,324 plantas (750 plantas/ha) y el mantenimiento de la planta rescatada.

Tabla VII.7.- Costo de la planta

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo total \$
Árboles	planta	25	2,324	58,089.38
			Total:	58,089.38

Esto representando un costo por la compra de planta de **\$ 58,089.38**.

Cuando las evaluaciones muestren que menos del 70% de los individuos han sobrevivido, es conveniente restituir los especímenes muertos; por el contrario y si después de 2 años se tiene más del 70% de sobrevivencia, se considera que el programa ha tenido éxito.

MEDIDAS CORRECTIVAS EN CASO DE SOBREVIVENCIA MENOR AL 70%

Manejo técnico y traslado desde el albergue temporal, hasta el sitio de plantación definitivo, para la reposición de arbolado o especies plantadas muertas.

Mantenimiento a la reforestación:

Las actividades de mantenimiento son relevantes para dar mayores posibilidades de éxito y sobrevivencia a las plantas, y consiste en realizar la supervisión y un adecuado mantenimiento de las mismas.

Las acciones en el mantenimiento que se emplearán son las siguientes:

- Inspecciones periódicas a fin de detectar signos y síntomas de plagas y enfermedades verificando el establecimiento de los ejemplares.
- Eliminar las hierbas que pudieran interferir o competir con el crecimiento de los individuos reforestados.
- Mantener la protección del sitio con material local (ramas, troncos, alambre de púa, etc.) en el perímetro del sitio, para proteger el sitio y evitar daños mecánicos por animales domésticos o ganado vacuno.

Acondicionamiento de la planta previo al trasplante definitivo.

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de reforestación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas.

Tabla VII.8.- Costo de mantenimiento de planta en vivero temporal.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Mantenimiento en albergue	Jornal	1000	60	60,000.00
			Total:	60,000.00

Para el mantenimiento en el albergue temporal el monto asciende a \$ 60,000.00.

VII.4.2.4.- Preparación del terreno.- Deshierbe.

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. El deshierbe manual podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machetes, o retirarla manualmente.

Los tres primeros años el deshierbe debe ser constante, dado que la planta no tolera competencia, los bejucos y enredaderas pueden causar serios daños si no se combaten con oportunidad.

Tabla VII.9.- Costo de mantenimiento por ha.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Deshierbe	Jornal	350	3	1,150.00
Reforestación	Jornal	350	7	2,450.00
			Total:	3,600.00

Entonces representaría un costo para mantenimiento en las **3.0981 ha de \$ 11,153.16.**

VII.4.2.5.-Indicadores de desempeño y éxito para evaluar la eficiencia del programa de restauración.

Justificación y definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de los mismos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de reforestación.

Los indicadores son instrumentos centrales en la administración moderna, toda vez que permiten adelantar procesos de seguimiento y evaluación. Es en este caso la representación cuantitativa que sirve para medir el cambio de una o varias variables, comparadas con otras. Sirve para valorar el resultado medido y para estimar el logro de objetivos, de políticas, programas y proyectos.

Los indicadores permiten efectuar seguimiento a las metas presupuestas, acciones, políticas, y actividades para continuar, liquidar o repensar caminos a seguir. Por ello, la medición eficaz de éstos determinará, entre otros factores, el éxito o no de las metas propuestas.

El seguimiento es la recolección y análisis continuo de información útil para tomar decisiones durante la implementación de una política, programa o proyecto, con esta base es una comparación entre los resultados esperados y el estado de avance de los mismos. La evaluación es una valoración exhaustiva y sistemática de una intervención y de sus efectos (positivos o negativos, esperados o no) para determinar su relevancia, eficiencia, efectividad, impacto o sostenibilidad.

En este caso, para llevar a cabo exitosamente la tarea de reforestación planteada se requiere un **Sistema de Monitoreo y seguimiento al Plan de reforestación.** Donde permitirá de forma puntual llevar a cabo los informes semestrales.

En lo técnico, se tiene que realizar el levantamiento y calificación previa del sitio a reforestar, una vez establecida la plantación su seguimiento y verificación se efectuará mínimamente cada mes por 5 años, antes de que se establezcan las lluvias.

Posteriormente, se implementará el programa de monitoreo consistente en delimitación de áreas de mayor y menor crecimiento sobre todo el proyecto para tomar correcciones de crecimiento hasta el segundo año de edad, tiempo en que se plantea el programa con monitoreo asistido físicamente de manera continua. Toda la información biométrica se procesará en una base de datos, donde se estimara crecimiento real y proyectado.

El control y la determinación de las tasas de supervivencia pueden ser tan complejos y detallados como se requiera; sin embargo, hay actividades básicas como los reportes de campo y fotografías que en todos los casos deben complementarse.

Tabla VII.10.- Costo supervisión.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Supervisión	Año	230,000	5	1,150,000.00
			Total:	1,150,000.00

Como medida de protección de la reforestación y evitar el pastoreo dentro de las zonas reforestadas, se tiene que cercar, por lo que el costo sería de \$17,359.93.

Se requiere realizar el levantamiento y calificación, así como el programa de monitoreo, para tomar correcciones de crecimiento hasta el quinto año de edad, por lo que se requiere la cantidad de \$ 600,000.00 para los próximos 5 años después de establecida la reforestación.

Tabla VII.11. Actividades que se relación con la restauración.

Actividad o Acción	Acción del proyecto	Incidencia	Acción de la contratista	Medida propuesta
Adquisición de planta	Seleccionar el vivero apropiado.	Adquirir planta con un vigor alto.	Producir la planta en cantidad y calidad.	Contar con la planta en la fecha indicada.
Vivero Temporal	Seleccionar un área de aproximadamente 1500 m ² .	Sitio cercano a las áreas a reforestar.	Acondicionar el área para recibir los ejemplares a reforestar.	Encontrar un lugar adecuado con sombra.
Acondicionamiento del área a Reforestar	Selección de áreas	Áreas que pudieran impactar positivamente	Acondicionar el área, obras de conservación de suelo	Cantidad suficiente de obras/ha y en condiciones adecuadas.
Reforestación	Traslado de plantas a sitios para reforestación	Inicialmente, área propuestas	Ejecutar la reforestación en las áreas propuestas	Cantidad de 750 planta/ha y que las especies a reforestar sean de la Selva Baja Espinosa.
Monitoreo de sitios reforestados	Inspecciones de campo	Inspecciones periódicas para detectar signos y síntomas de plagas y enfermedades	Tiempo transcurrido de reforestación	Intervalos inspecciones al sitio
			<2 meses	Semanal
			2 meses < 1 año	mensual
Manejo del sitio reforestado	Mantenimiento	Sitios reforestados	>1 año	Semestral
			Deshierbe, reposición de plantas	Aplicación manejo de reforestación

Para lograr los niveles apropiados de supervivencia y desarrollo de la reforestación, se requiere implementar las siguientes estrategias:

- Contar con la anuencia y disposición de los dueños y poseedores de los predios.
- Garantizar la asistencia técnica permanente.
- Asignar la planta, los insumos y los apoyos en forma oportuna.
- Preparación y protección apropiada de la reforestación.
- Asegurar el mantenimiento y cultivo de la reforestación durante los primeros 2 años.
- Utilizar sólo especies nativas de las zonas forestales donde se ubiquen los predios.

- Establecer la reforestación durante el primer mes del periodo de lluvias.
- Empaquetar, transportar y manejar adecuadamente las plantas desde la salida del vivero y hasta el predio a reforestar.
- Seleccionar las especies propias del ecosistema.

También se debe hacer un buen control de desperdicios y materia orgánica seca, para disminuir la presencia de material combustible.

RESUMEN DE LOS CONCEPTOS DE INVERSIÓN

En el presente presupuesto, se realiza en términos de recabar la información en campo incluyendo los conceptos para cada una de las tareas a realizar, siendo que el mismo se tendrá que ajustar de acuerdo a la participación en los conceptos de maquinaria, vehículos, equipos, y acuerdos laborales (quedarse en monte), aun con la participación de la misma los costos se presentan de la siguiente manera:

Tabla VII.12.- Resumen conceptos de inversión.

Concepto	Superficie (ha)	Cantidad	Unidad de medida	Costo por unidad de medida	Monto (\$)
Acarreo del Suelo orgánico		21.00	horas	3,291.65	69,124.65
Distribución de Suelo		443	camiones	650.00	287,950.00
Llenado de camiones		443	llenado	100.00	44,300.00
Adquisición de planta	----	2,324	Plantas	25.00	58,089.38
Flete inicial de planta	----	1.0	Flete	7,500.00	7,500.00
Flete local	----	4	Flete	600.00	2,400.00
Deshierbe		3.0981	Ha	630.00	1,951.80
Carga	---	4	Flete	300	1,200.00
Mantenimiento albergue		60	Día	1000	60,000.00
Terraza Individual	3.0981	2324	Terraza	180	418,243.50
Reforestación inicial	3.0981	3.0981	Ha	3,250.00	10,068.83
Cercado del área reforestada		915	metro	18.9726	17,359.93
Adquisición de planta para Mantenimiento (1 año)		697	Planta	25.00	17,426.81
Flete de planta para Mantenimiento.	---	1	Flete	7,500.00	7,500.00
Deshierbe y Reforestación del Mantenimiento	3.0981	3.0981	Ha	3,600.00	11,153.16
Mantenimiento de las Terrazas		2324	Terraza	30.00	69,707.25
Manejo de personal mantenimiento	----	60	Día	1,750.00	105,000.00
Deshierbe de la reforestación		5	año	120,000.00	600,000.00
Manejo de personal mantenimiento		5	año	230,000.00	1,150,000.00
SUBTOTAL:					2,938,975.30
IMPREVISTOS:					587,795.06
TOTAL:					3,526,770.37

Se requieren \$ 3,526,770.37 (Son tres millones, quinientos veintiseis mil, setecientos setenta pesos 37/100 M.N.), para llegar a restaurar los daños ocasionados por el desmonte de 3.0981 Ha, y dándole seguimiento por los 5 años para asegurar el establecimiento de la misma.

CAPITULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En esta sección se realiza un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluye al proyecto con sus medidas de mitigación.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

ESCENARIO SIN PROYECTO
<p>La no realización del proyecto implica el riesgo del cese de operaciones y por ende cierre de las instalaciones mineras de Dynaresource, los habitantes de los poblados aledaños a las obras del proyecto mantendrán limitados sus ingresos económicos, especialmente aquellos que no cuentan con educación básica, lo que puede inducir su incorporación a las actividades ilícitas que se desarrollan en la región.</p>
<p>Es factible que los predios agrícolas que se pretenden utilizar en el proyecto, continúen usándose para el desarrollo agropecuario de temporal, que es una actividad con bajo rendimiento económico y que se realiza principalmente con fines de subsistencia. Cabe recordar que la actividad agrícola lleva implícito el uso de productos químicos, los cuales deterioran la calidad del suelo.</p>
<p>La presencia de ganado, generaría además, el aumento de la población de especies predatoras como leones americanos; tigrillos; gatos montes y coyotes, lo que ocasionaría que los ganaderos instrumentaran intensas acciones de cacería para proteger a su ganado, poniendo en riesgo a la fauna silvestre.</p>
<p>Las minas y planta de beneficio se mantendrían abandonadas.</p>
<p>No hay corrientes hidrológicas permanentes que se encuentren cercanas a los predios del proyecto,</p>
<p>Los habitantes de los poblados aledaños a los polígonos del proyecto, se abastecen de agua entubada extraída de pozos comunitarios. Al respecto se vislumbra que no se presentarán cambios sustanciales en el crecimiento de la demanda del vital líquido, dado que los poblados mencionados no tienen un alto potencial de crecimiento demográfico.</p>
<p>En la región del proyecto se mantiene una clara visibilidad del paisaje porque no hay industrias con chimeneas ni tráfico intenso, además el viento genera una continua remoción de las masas de aire, lo que mantiene limpia la atmósfera en la zona de estudio.</p>
<p>Existen caminos de terracería con acceso a todos los terrenos agrícolas de la región, los cuales continuarán siendo utilizados por los pobladores para transportar sus insumos y productos agrícolas.</p>
<p>El paisaje se encuentra impactado por la apertura de tierras a la producción agrícola y se considera que la superficie de dichos terrenos se ampliará para hacer más redituable la actividad agropecuaria.</p>

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

A continuación se presenta el segundo escenario futuro bajo el supuesto del estado del ambiente con la ejecución del proyecto y sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

ESCENARIO CON PROYECTO
<p>El proyecto pretende tener una vigencia de ejecución de 20 años, tiempo durante el cual se continuará con la oferta de bienes y servicios, así como la contratación de mano de obra, de los cuales el 90% serán habitantes de los poblados aledaños, principalmente del poblado de San Jose de Gracia.</p>

Además se generará una inversión fija de 6'000,00.00 (Seis millones de pesos 00/100 m.n.), las cuales beneficiarán a los poblados aledaños, así como a la cabaecera municipal, que es a donde la población serrana baja para adquirir bienes y servicios,

Dicha derrama económica incluye el pago de estudios, de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; así como la adquisición de alimentos; insumos; materiales; combustibles; pago de talleres de servicio electromecánico; refacciones; maquinaria; equipo y papelería, entre otras.

Las obras y actividades del proyecto se pretenden realizar en un predio 6-22-05.42 Ha, de los cuales 3-09-81.00 Ha requieren de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, dicha superficie representa el 0.0375% de la superficie de selva baja caducifolia existente en la microcuenca (8244.3745 Ha).

Esto implica la pérdida de 7457 organismos, maderables y no maderables, y la totalidad de los servicios ambientales que dicha presta al ecosistema.

Se puede alterar la visibilidad en un radio de 100 metros a la redonda, por los gases y polvaderas que genera el movimiento de tierras en los predios.

Se generarán emisiones a la atmósfera por la maquinaria fija y móvil, así como por los vehículos de transporte de material.

Es posible que durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se pueda causar la muerte de animales por atropellamiento.

Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el paisaje natural en una superficie de 3-09-81 hectáreas, que representan el 0.0375% del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

A continuación se presenta el tercer escenario futuro bajo el supuesto del estado del Ambiente con la ejecución del proyecto y la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales.

ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1. Se efectuará el pago al fondo forestal mexicano, como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales. Aunado a lo anterior también se realizará la reubicación de especies de flora, se realizarán acciones de programa de restauración y conservación de suelos y aguas.
2. Además se realizará el rescate y reubicación de 966 arboles, 5330 arbustos y 6 herbáceos.
3. No se perderán el suelo y el carbono que este contiene, ya que el suelo removido de las áreas de construcción será utilizado en la nivelación de los mismos terrenos de ejecución de obras.
4. No existe ninguna medida de mitigación o de compensación para el impacto ambiental al relieve del suelo, por lo tanto se mantendrá como un impacto residual hasta la conclusión de la vigencia del proyecto, fecha a partir de la cual se realizará la restauración del relieve.
5. No se observarán descargas de aguas residuales que contaminen el suelo o las aguas nacionales, ya que diariamente se realizará la recirculación del 100% del agua al proceso de

beneficio, con lo cual se evitarán consumos innecesarios y además no se generarán aguas residuales. Cabe señalar que la presa de jales estará cubierta con un liner que evitará infiltraciones al subsuelo y también tendrá una fosa de captación de agua pluvial, los jales dispuestos serán secos.

6. No se visualizarán nubes de polvo en el aire, ya que la maquinaria del área de trituración tendrá trampas de polvo hechas a base de telas humedecidas, las cuales minimizarán su dispersión a la atmósfera.
7. En lo referente a las polvaredas que se generen de los acarrees y disposición de jales secos, se efectuarán riegos de agua con camiones cisterna para humedecer el material y además los vehículos que transporten materiales estarán cubiertos con lonas, para evitar la dispersión de polvos.
8. Se realizará diariamente la recirculación de agua proveniente del filtrado al proceso en un 100%, para evitar consumos innecesarios y además para no generar aguas residuales.
9. Se observarán letrinas móviles en los frentes de trabajo, a efecto que los trabajadores realicen en ellas sus necesidades fisiológicas, para ello se tiene proyectado instalar 1 letrina móvil por cada 10 trabajadores.

También serán vistos en los frentes de trabajo contenedores perfectamente bien identificados para disposición temporal de basura común y residuos peligrosos generados de manera emergente. Los residuos sólidos serán enviados al relleno sanitario del municipio de Sinaloa, y los residuos peligrosos serán dispuestos en un almacén temporal que tiene instalado en planta de beneficio la empresa promovete. Estos últimos residuos serán entregados a una empresa autorizada por la **SEMARNAT**, a efecto de que los transporte y los recicle, reúse o les dé el destino final que corresponda.

No será vista la contaminación del suelo o del agua por la disposición de jales secos, ya que estos residuos mineros no poseen ninguna característica de peligrosidad, ya que el proceso generador de los mismos no se utilizan reactivos químicos que se encuentren listados en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el D.O.F. el 28 de marzo de 1990, ni al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el D.O.F. el 4 de mayo de 1992. Aunado a lo anterior en la presa de jales se colocará un material plástico (liner) de larga duración, el cual evitará cualquier posible la infiltración.

Es importante citar que para evitar el desbordamiento de la presa de jales y dar cumplimiento a lo establecido en la **NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales**, se efectuó un análisis pluviométrico para un período de retorno de 100 años y con ello determinar la capacidad de la fosa de recirculación. Dicho estudio se efectuó con el uso del **software AX**, desarrollado por el **Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)**, con base en los datos de precipitación de la estación pluviométrica "Siqueros", los cuales fueron proporcionados por el personal de la **CONAGUA** y que comprenden el período anual de 1981 al 2010.

10. No se observarán animales muertos por atropellamiento, ya que Los vehículos se trasladarán a velocidades menores de 20 km por hora y en caso de encontrar a un ejemplar de lento o nulo desplazamiento sobre los caminos de terracería existentes, se efectuará su rescate y reubicación inmediata en terrenos forestales aledaños, verificando si alguno de dichos organismos están listados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, a los cuales se les aplicarán las medidas necesarias para su protección.

La traslocación de la fauna se realizó en terrenos cercanos que cuentan con vegetación de

selva baja caducifolia, que permitirán la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los ejemplares, cuya ubicación ya fue descrita

11. No se observarán columnas de humo, ya que se dará mantenimiento preventivo y correctivo, a los vehículos y la maquinaria móvil y fija, usando los aceites; filtros y escapes adecuados, a efecto que los niveles de emisiones no rebasen los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas.

VIII.4. Pronóstico ambiental

Del presente estudio se puede concluir que:

En materia de minería:

- A. La región en la cual se pretende realizar el proyecto existe un potencial minero de alta importancia, y la presa promovente tiene años de realizar la explotación y beneficio sustentable de minerales en la zona.
- B. Los resultados CRIT de los jales evidencian la no peligrosidad de los mismos, y para hacer más viable su manejo se dispondrán previamente filtrados (secos), así se reduce el riesgo de derrames de materiales en la zona.
- C. El proyecto tendrá una vigencia aproximada de 20 años, en los cuales ya se desarrollarán actividades de explotación y beneficio de mineral.
- D. Se pretende continuar con trabajos responsables de explotación y beneficio minero, pues la zona cuenta aun con buena disponibilidad de minerales.

En materia del medio ambiente:

- E. El polígono del proyecto se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales; Sitios RAMSAR; Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves; Regiones Terrestres Prioritarias; Regiones Marinas Prioritarias y Programas de Desarrollo Urbano.
- F. Las obras y actividades del proyecto se pretenden realizar en un solo predio.
- G. Se efectuarán acciones de restauración y conservación de suelos y agua, donde se pretende mantener las condiciones ideales en el SA, así como la forestación de especies rescatadas (966 de estrato arbóreo, 5330 arbustivo y 6 de tipo herbáceo)
- H. Se efectuará el rescate y reubicación de la fauna de lento o nulo desplazamiento, que se encuentre en los caminos de acceso a los frentes de trabajo.
- I. Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve y el paisaje en una superficie de 6-22-05.42 ha, lo cual representa el 0.075% de la superficie del sistema ambiental del proyecto (8244.3745 Ha).

En materia Socioeconómica:

- J. El proyecto se localizará en un sitio en donde es difícil que otras actividades o sectores lleguen a generar fuentes de trabajo importantes.
- K. El proyecto pretende tener una vigencia de ejecución de 20 años, tiempo durante el cual requerirá la contratación permanente de mano de obra, de los cuales el 90% serán habitantes que se contratarán en los poblados aledaños.

- L. Además se generará una inversión fija de 6'000,00.00 (Seis millones de pesos 00/100 m.n.), las cuales beneficiarán a los poblados aledaños, así como a la cabecera municipal. Dicha derrama económica incluye el pago de estudios, de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; así como la adquisición de alimentos; insumos; materiales; combustibles; pago de talleres de servicio electromecánico; refacciones; maquinaria; equipo y papelería, entre otras.

El costo ambiental que implica este proyecto es bajo, debido a que el aprovechamiento de recursos naturales se realizará conforme a análisis de las características del entorno del proyecto, y las medidas de prevención y de mitigación garantizarán la calidad ambiental del SA, se concluye que este proyecto será ambientalmente viable y que el costo ambiental contra el beneficio a generar quedará saldado con creces.

VIII.5. Programa de manejo ambiental

La verificación ambiental del proyecto se contempla como la herramienta de control directo de los aspectos planificados y gestionados en las medidas anteriores, y se basa en los siguientes objetivos:

- a) Vigilar el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas por la **SEMARNAT**, así como la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y de compensación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto;
- b) Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos impactados por el proyecto.

Estrategias

El presente programa estará a cargo del Representante Legal de la empresa, quien designará a un responsable técnico para que realice el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen en el presente estudio, así como lo que se establezca en los Términos y Condicionantes de la resolución del trámite del proyecto.

Como parte de este trabajo, se efectuará la toma de fotografías de las obras y actividades que se ejecuten y recabarán las evidencias documentales de la empresa, en relación a la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación. El trabajo incluye la realización de las acciones de reforestación, así como de rescate y reubicación de la flora y fauna, tomando registros de la fecha; la hora y las coordenadas de ubicación; del nombre común y científico de las especies; estadio biológico; talla; estado de salud y en su caso el sexo cuando sea posible determinarlo para el caso de la fauna.

Para documentar el cumplimiento y/o incumplimiento verificado en cada supervisión, se efectuarán las anotaciones correspondientes en una bitácora, o registro de hojas de verificación o chequeo.

La promovente del presente proyecto contratará a un consultor ambiental, quien acudirá una vez por mes al sitio del proyecto, para verificar las anotaciones realizadas en la bitácora, o en las hojas de verificación o chequeo y recabar una copia de las evidencias documentales de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación. Después de ello elaborará un informe técnico derivado de cada visita, el cual será entregado al representante de la empresa promovente, en un lapso no mayor a tres días naturales posteriores a la visita de supervisión. En dicho informe se valorará el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales propuestas por la promovente y establecidas por la autoridad, sugiriendo en su caso, las acciones que deban ser ejecutadas para corregir los incumplimientos que se presenten. De igual forma, si llegaran a generarse impactos ambientales adicionales a los manifestados en el presente estudio, se efectuarán las recomendaciones pertinentes, a efecto de que la empresa aplique las medidas correspondientes y reportarlas a la autoridad ambiental.

La empresa a través del consultor ambiental, elaborará los informes técnicos con la periodicidad que se establezca en la resolución del trámite del proyecto, mismos que serán entregados a la SEMARNAT y a la PROFEPA, para su análisis y, en su caso, validación respectiva.

VII.6. Seguimiento y control

Se utilizarán indicadores de vigilancia ambiental a los cuales se les dará el seguimiento siguiente:

- Los residuos peligrosos que se generen en el sitio del proyecto serán almacenados temporalmente y entregados a una empresa autorizada para su recolección, transporte, reúso, reciclado o destino final

que corresponda. Lo anterior será evidenciado con los manifiestos de entrega de los residuos peligrosos.

- La maquinaria y vehículos recibirán su mantenimiento en talleres autorizados ubicados fuera del sitio del proyecto. Esta actividad será demostrada con facturas de mantenimiento.
- El sitio estará libre de derrames líquidos o dispersión de residuos sólidos. Se presentarán evidencias fotográficas.
- Se efectuará periódicamente el análisis de CRIT de los jales para corroborar que mantienen su no peligrosidad y se presentarán los resultados de un laboratorio certificado por la EMA.
- Se contará con depósitos para el manejo independiente de los residuos sólidos. Se presentarán evidencias fotográficas.
- Los residuos sólidos se colocarán en el sitio que autorice el H. Ayuntamiento Municipal de Sinaloa. Se presentarán evidencias fotográficas y en su caso se proporcionarán comprobantes de pagos municipales.
- Se contará con letrinas portátiles para servicio del personal de la empresa y de los visitantes. La propietaria de las letrinas se encargará de su limpieza y adecuada disposición de las aguas residuales. Se presentarán evidencias fotográficas y en su caso se proporcionarán constancias de pagos o contrato correspondiente.
- No habrá evidencias de defecación al aire libre por parte de los trabajadores y visitantes. Se presentarán evidencias fotográficas.
- Todas las obras e instalaciones contarán con señalizaciones claramente visibles. Se presentarán evidencias fotográficas.
- No habrá evidencias de contaminación al suelo con hidrocarburos u otros compuestos químicos. Se presentarán evidencias fotográficas.
- No se observarán plumas negras durante la emisión de gases a la atmósfera ni nubes de polvo en el aire. Se presentarán evidencias fotográficas.
- La generación de ruido, de polvo o tolvaneras y emisiones a la atmósfera, tendrá como límite lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.
- Se realizan las acciones propuestas para la restauración y conservación del suelo y agua, así como el rescate y reubicación de la flora y fauna se llevará a cabo de acuerdo a lo descrito en el presente estudio. Además se colocarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna del lugar.
- Se verificará que las ramas y raíces de las plantas removidas se utilicen para hacer composta. De todo lo anterior se presentarán las evidencias fotográficas correspondientes.
- El suelo removido de las áreas de construcción será utilizado en la nivelación de los terrenos dentro de los mismos polígonos de ejecución de obras. Dicho material servirá para restaurar el sitio del proyecto durante la etapa de abandono. Se presentarán evidencias fotográficas.

A continuación se proporciona el cronograma de cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación que se pretende cumplir:

CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN				
Concepto	AÑOS			
	1-5	6-10	11-15	16-20
Compra y colocación de letreros de protección a la flora y fauna				
Rescate y reubicación de flora y fauna				
Reforestación de plantas nativas				
Retiro de residuos sólidos en camión				
Colocación, limpieza y mantenimiento de letrinas y fosas septicas				
Almacenamiento temporal y retiro de residuos peligrosos				
Riego de caminos y frentes de trabajo con camión pipa tipo cisterna				
Mantenimiento de maquinaria y vehículos				
Análisis de CRIT de los jales				
Entrega de informes semestrales a la PROFEPA y la SEMARNAT				
Abandono del sitio				
Restauración del sitio				

CAPITULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO

IX.1 Presentación de la información.

Atentos al contenido del artículo 19 del Reglamento de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental*, se entregan cuatro ejemplares impresos del **Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular** de los cuales uno será utilizado

para consulta pública. Asimismo todo el estudio está grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio, mismo que está presentado en formato Word.

IX.1.1 Cartografía.

Se proporcionan de forma anexa los planos generales del proyecto; así como los planos de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, con dimensiones de 60 x 90 cm.

En los planos antes referidos se registra la ubicación de las obras del proyecto, se proporcionan los cuadros de construcción correspondientes en coordenadas UTM WGS84 y además se efectúa una detallada georeferenciación.

IX.1.2 Fotografías

Se adjunta una memoria fotográfica que describe brevemente los aspectos que se desean resaltar.

IX.1.3 Videos

No se proporcionan videos

IX.2 Otros anexos

Se adjunta la siguiente documentación legal

- ✓ Documentos para acreditar la personalidad del representante legal de la empresa.
- ✓ Copia del Acta de ASAMBLEA del Ejido, en la cual se Acuerda y Autoriza por la Contratación de Arredamiento con el Promovente.
- ✓ Documentación de los prestados de servicios ambientales y forestales.
- ✓ Planos del proyecto, y planos temáticos prediales y del sistema ambiental
- ✓ Memorias de calculo y catalogo de fauna
- ✓ Programa de restauración y conservación de suelos y agua, programa de rescate y reubicación de flora, y programa de rescate y traslocación de fauna

IX.2.1 Memorias

Se aportan también de forma anexa los resultados de los muestreos de vegetación, las matrices y hojas de cálculo.

IX.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Alcance: (Scoping): fase siguiente al Sondeo (*screening*) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies amensales: en una relación entre dos especies, aquella que se inhibe mientras la otra no se afecta.

Especies comensales: se trata de aquellas especies que se benefician a costa de otra sin causarle ningún daño ni afectar a esta.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Homeostasis: es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- ✓ La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- ✓ La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- ✓ La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede auto depurar un río o un lago).

Impactos independientes: efecto en el ambiente que resulta de la ocurrencia de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, en los cuales no existe adición de impactos que generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o de aquellos que actualmente los están generando.

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

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.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles.

Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Sistema ambiental: Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Sondeo (Screening): Fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: Es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

IX.4 BIBLIOGRAFÍA

2021. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma 21 de octubre de 2021.
2021. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma 26 de abril de 2021.
2021. Ley General de Vida Silvestre. 20 de mayo de 2021.
2020. Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. 09 de diciembre de 2020.
2011. Ley de Aguas Nacionales con reformas y adiciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación de fecha 20 de junio de 2011.
2010. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección. Publicada en el D.O.F. de fecha 30 de diciembre del 2010.
2009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Área de Importancia para la Conservación de las Aves.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Regiones Hidrológicas Prioritarias.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Regiones Marinas Prioritarias.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Regiones Terrestres Prioritarias.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2009. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. ANP de competencia federal, estatal y municipal.
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>
2009. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sitios RAMSAR.
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>
2009. INEGI. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zihuatanejo Guerrero.
2008. Kenn Kaufman. "Guía de Campo a las Aves de Norteamérica". Houghton Mifflin Company.

2007. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Plan Nacional de Desarrollo. 2007–2012. http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.paot.org.mx/centro/gaceta/2008/febrero2008/Programa_semarnat_2008.pdf
2007. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. de fecha 06 de marzo del 2007.
2007. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de septiembre del 2007.
2006. SEMARNAT. Acuerdo por el que se Expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación de fecha 15 de diciembre del 2006.
2006. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Publicada en el D.O.F. de fecha 23 de junio del 2006.
2006. Presidencia de la República. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 29 de noviembre de 2006.
2006. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Ley General de Vida Silvestre, publicada en el D.O.F. de fecha 26 de junio del 2006.
2006. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, publicado en el D.O.F. de fecha 30 de noviembre del 2006.
2005. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el D.O.F. de fecha 21 de febrero de 2005.
2005. SSA. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con respecto a Material Particulado. Publicada en el D.O.F. de fecha 26 de septiembre del 2005.
2003. Guzmán, U., Arias, S., Dávila, P. “Catálogo de cactáceas mexicanas”. UNAM., CONABIO. México, D.F.
2003. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el D.O.F. de fecha 25 de Febrero de 2003.
2002. Gómez Orea, D., Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
2002. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el diez y siete de abril de dos mil dos.

2000. Marcelo Aranda. "Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México". Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.
2000. Sergio Ticul Álvarez-Castañeda, James L. Patton. "Mamíferos del noroeste de México". Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Talleres Gráficos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California, Sur.
2000. Presidencia de la República. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicada en el D.O.F. de fecha 30 de mayo del 2000.
1998. Banco Mundial. Environmental Assessment of Mining Projects. Actualización Número 22.
1998. Pennington, T.D., Sarukhán. "Árboles tropicales de México". UNAM. Fondo de Cultura Económica., México, DF.
1996. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el D.O.F. de fecha 11 de diciembre de 1996.
1995. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de enero de 1995.
1995. Conesa Fernández.-Vitora, V., Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
1994. Martínez, M. "Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas". Fondo de Cultura Económica., México, DF.
1993. Patricio Robles Gil, Gerardo Ceballos y Fulvio Eccardi. "Diversidad de fauna mexicana". Cementos de México, S.A. Editorial Toppan Printing, Co. Japón.
1991. Banco Mundial. Evaluación ambiental, políticas, procedimientos y problemas Intersectoriales. Vol. I. Trabajo técnico. Vol 139. Washington, D.C.
(www.medioambiente.gov.ar/aplicaciones).
1990. M.V.Z. Ma. de los Ángeles Roa Riol y M.V.Z. Luis Palazuelos Platas. "Memorias del VIII simposio sobre fauna silvestre". Universidad Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
1990. Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990.
1990. Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, Segundo listado de actividades altamente riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992
1988. Presidencia de la República. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988.
1979. Gustavo Casas Andreu, Clarence J. Mocooy. Anfibios y reptiles de México. Impresora Eureka, S.A.
1978. Rzedowski, J. "Vegetación de México.