



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 Datos generales del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360.

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec, en la región de la Sierra Norte, en el distrito Mixe en el estado de Oaxaca (Figura 1.1).

1.1.3 Duración del proyecto

La ejecución de las actividades y trabajos que comprenden las diferentes etapas del proyecto, se efectuarán en un periodo de 18 meses.

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Caminos y Aeropistas de Oaxaca (CAO).

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

CAO890527DY3

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[REDACTED]
[REDACTED]

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Centro Administrativo del Poder Ejecutivo y Judicial “General Porfirio Díaz Mori, Soldado de la Patria”, Edificio: Ricardo Flores Magón, Av. Gerardo Pandal Graff. No. 01, Reyes Mantecón, San Bartolo Coyotepec, Centro, Oaxaca. C.P. 71257

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

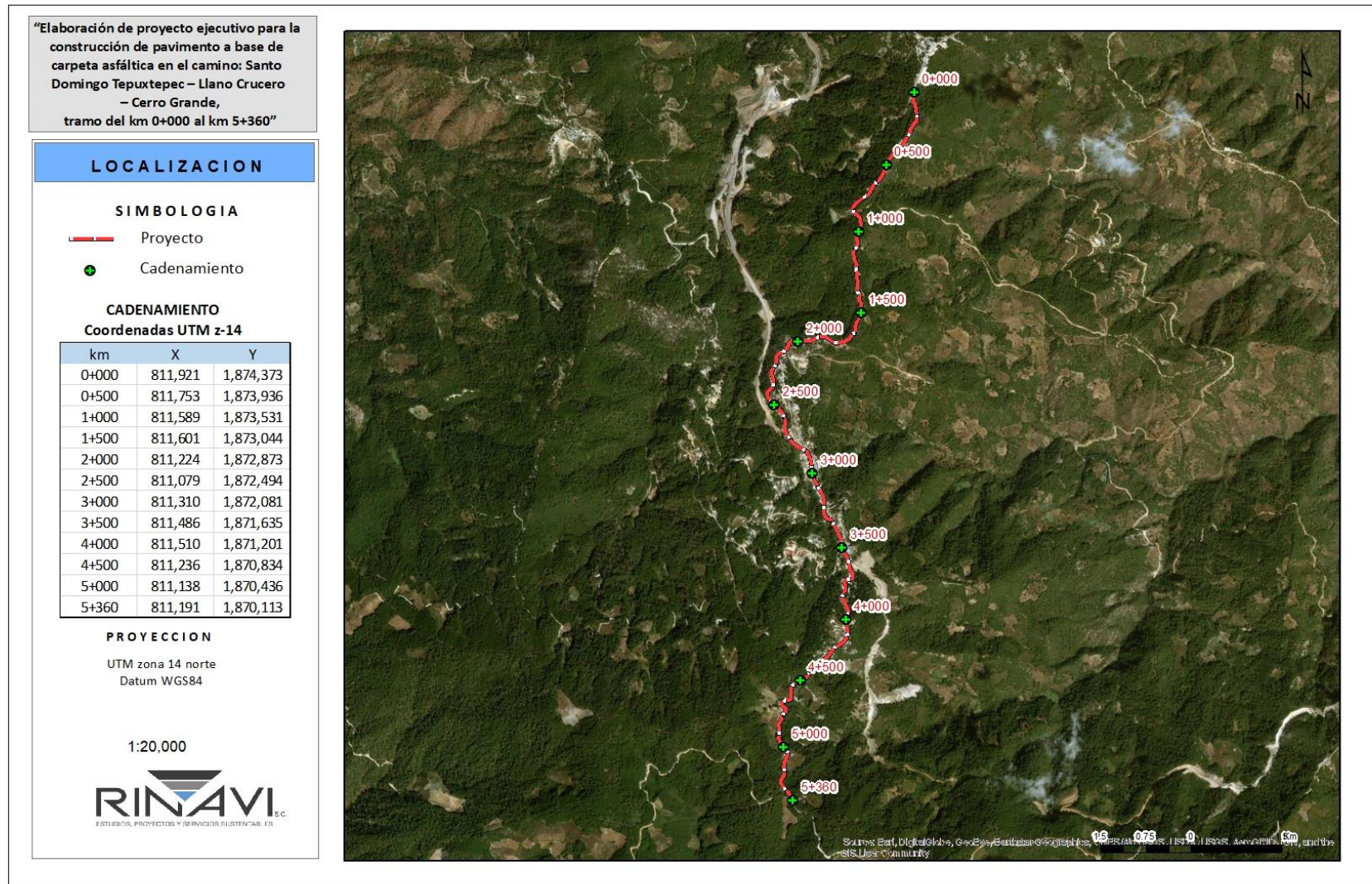


Figura 1.1 Mapa de localización del proyecto.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

2.1 Información general del proyecto

El proyecto **“Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360”** se ubica en la región Sierra Norte del Estado de Oaxaca, en el distrito Mixe. La base del proyecto ejecutivo de una carretera, así como el emblema y representación de todos los estudios, trabajos y proyectos de este gran proyecto de inversión, es el plano con el proyecto en planta de una carretera.

La planta de un proyecto ejecutivo es la representación gráfica en un plano horizontal, de la superficie de la tierra, sobre la que se dibuja la traza del eje del proyecto. Es una vista desde arriba del trazo de la carretera sobre el terreno natural. Esta representación de la superficie de la tierra es la que se ha obtenido a través de todos los estudios topográficos y fotogramétricos realizados, y en ella se observan con detalle todos los accidentes topográficos.

La planta de la carretera que representa el alineamiento horizontal definitivo es el resultado de un largo proceso que se ha estado desarrollando desde que se realizó y que se ha ido elaborando paso a paso, con la finalidad de obtener el trazo que mejor satisfaga las demandas del proyecto.

Debe recordarse que el planteamiento de la demanda fue establecido, ya sea por medio del monitoreo del tránsito en la zona, por planes de desarrollo regional, por planeación de nuevas zonas de desarrollo, por incremento del producto regional, por planes de integración nacional, etc. Una vez planteada la demanda de un servicio, se hizo un estudio de ingeniería de tránsito en el que se obtuvo con todo

detalle el volumen de tránsito al que debería darse el servicio, las mejoras que deberían obtenerse respecto a otras opciones de viaje sin el proyecto de una nueva carretera y, sobre todo, los beneficios que se obtendrían al construir una nueva carretera.

El alineamiento vertical se refiere al perfil topográfico de la carretera. Es una vista de perfil, en la que se pueden visualizar las subidas, bajadas, tramos planos, etc., con lo que se aprecia el desplazamiento del trazo en relación con el terreno natural, observándose si el camino va sobre un terraplén o por un corte, si la pendiente es muy fuerte, si la distancia de subida con pendiente fuerte es grande, si los terraplenes son altos, etc.

Cuando se diseñó el trazo definitivo en el plano obtenido de las fotos aéreas, se hizo un diseño del alineamiento vertical; sin embargo, no se contaba con el estudio geotécnico definitivo que determina las inclinaciones de los taludes y el tipo de material que se obtendría de las excavaciones; toda esta información se manejó de manera preliminar. Ahora que ya se ha implantado en campo el trazo definitivo y que se tiene la topografía con detalle obtenida de un levantamiento topográfico, y que se tiene además el estudio geotécnico definitivo, se debe revisar y ajustar el diseño. Es decir, ahora se debe hacer el diseño definitivo y elaborar el proyecto ejecutivo.

Debe recordarse que el diseño geométrico está regido por una velocidad de proyecto que fue determinada en base a la demanda del servicio. El diseño del alineamiento vertical consiste en el ajuste del perfil de la carretera para lograr que, por un lado, las subidas y bajadas no sean muy pronunciadas, que los cortes y los terraplenes no sean muy altos, y que al igual que en el alineamiento horizontal se tenga una circulación cómoda, fluida y segura, dentro de los límites de velocidad del proyecto carretero.

La solución o diseño final del alineamiento vertical, implica diseñar en conjunto las secciones transversales constructivas y el cálculo de volumen de masas o movimiento de tierras, que antiguamente se conocía como cálculo de “curvamasa”.

El diseño del alineamiento vertical consiste en ir ubicando en el perfil del terreno natural la línea conocida como subrasante, logrando todos los objetivos y consideraciones ya señalados. La línea subrasante representa una línea sobre el eje de la carretera, ubicada en la parte inferior del pavimento o, igualmente, en la parte superior de los terraplenes y a lo largo de toda la carretera.

Cada subrasante tiene diferentes secciones transversales de construcción y tiene diferentes volúmenes de tierras en cortes y en terraplenes. Para cada uno de los tanteos realizados, es necesario obtener las secciones transversales y la volumetría correspondientes a la rasante revisada. Diseñar la rasante definitiva, o del proyecto ejecutivo, implica la obtención en consecuencia de las secciones transversales de construcción y los volúmenes de materiales que se deben excavar, transportar, y compactar para formar terraplenes.

También se tienen los volúmenes de terraplenes que hay que formar con material acarreado de los bancos señalados en el estudio geotécnico, y en general todo el estudio de movimiento de tierras que se representa mediante el llamado diagrama de masas. Este diagrama es una representación gráfica de los volúmenes que se moverán, y acarrearán, indicando los sitios donde excavará y se colocará el material, ya sea de excavación de los propios cortes de la carretera o de los bancos de materiales para terracerías.

El diseño del alineamiento vertical, es decir, de la rasante definitiva, es el que determina las alturas de los cortes y los volúmenes de excavación en los diferentes materiales; las distancias de transporte (acarreos) de los diferentes materiales y los volúmenes de materiales que se necesita compactar para formar terraplenes. Estos conceptos de obra constituyen una parte fundamental del costo de la carretera.

El proyecto ejecutivo para la construcción de terracerías está formado principalmente por este plano en kilómetros, solo complementado con los planos de las secciones de construcción que se presentan por separado, y por los documentos de los procedimientos de construcción. El proyecto ejecutivo para la construcción de toda la carretera se complementa con los planos y documentos para cada una de las estructuras adicionales, como reportes de cálculos y obras de drenaje menor.

El diseño del alineamiento vertical se presenta en el plano en kilómetros junto con el alineamiento horizontal, y también en los planos de las secciones transversales de construcción. En el perfil que se dibuja en el plano en kilómetros, se incluyen los diagramas de masas, donde se indica por ejemplo que el material obtenido de los cortes efectuados entre los puntos delimitados por ciertos kilometrajes deberá transportarse para formar terraplenes ubicados entre otros kilometrajes. Con estas indicaciones se deben elaborar los programas de construcción y de movimientos de maquinaria. También junto con los diagramas de masas se indica la ubicación y principales características de los bancos de materiales para complementar terracerías y formar las capas superiores de la terracería conocidas como capa subrasante y capa subyacente.

En la parte inferior del plano del perfil se indican los niveles del terreno natural y de la subrasante a cada veinte metros, cuya diferencia es la altura de los cortes o terraplenes en cada punto transversales de construcción. Las secciones representan una vista de un corte transversal de la carretera en la que puede verse el ancho de la calzada y los taludes de los cortes o terraplenes con sus inclinaciones correspondientes de acuerdo con los datos proporcionados por la geotecnia. Estas secciones transversales son un dato indispensable para la construcción, pues en ellas se encuentran los niveles que se deben alcanzar en campo en todo el ancho de la corona del camino y en los taludes de terraplenes y cortes hasta alcanzar el terreno natural.

2.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El camino en estudio se desarrolla en terreno montañoso, la geometría del alineamiento horizontal no se encuentra bien definida y está constituida por tangentes cortas y curvas horizontales con grados de curvatura de hasta 60°. Actualmente el camino tiene una combinación de pendientes suaves y fuertes llegando al 12% en una longitud de hasta 160 metros, la corona se encuentra a nivel de terracerías, con un ancho promedio de 4 metros, con aplicación de revestimiento por periodos para su conservación, a lo largo del camino se observan taludes estables con una inclinación de ½:1 y alturas que llegan hasta los 6 metros, en algunas secciones se tienen afloramientos de mantos rocosos con taludes de ¼:1 con alturas de 10 metros.

De acuerdo al Transito Diario Promedio Anual (TDPA) para el horizonte de proyecto las carreteras se clasifican en tipo “A”, “B”, “C”, “D” y “E”. Las normas geométricas de las carreteras varían debido a las características topográficas del terreno que atraviesen. El camino actual se modernizará a un camino tipo “E” pavimentado, tendrá un tránsito diario promedio anual de 100 a 500 vehículos por día, un ancho de corona de 7 metros, un ancho de calzada de 7 metros, una pendiente máxima de 12%, una pendiente gobernadora del 9%, un grado máximo de curva de 60° y una velocidad de proyecto de 30 kilómetros por hora.

Tabla 2.1 Características del camino tipo “E” pavimentado

Características	Tipo “E” pavimentado
Transito Diario Promedio Anual (TDAP)	De 100 a 500 veh/día
Terreno	Montañoso
Velocidad de proyecto	30 km/hr
Grado máximo de curvatura	60°
Pendiente gobernadora	9%
Pendiente máxima	12%
Ancho de calzada	7.0 m
Ancho de corona	7.0 m
Ancho de acotamiento	0.00 m
Bombeo	2%
Sobre elevación máxima	10%

Oaxaca es un estado que sustenta una gran biodiversidad fisiográfica, climática, florística y faunística, razones por las que se le ha considerado un estado megadiverso; Oaxaca cuenta con 8431 especies de plantas vasculares, 1431 especies de vertebrados y más de 3000 invertebrados; del total 702 especies de plantas y 128 de vertebrados son endémicos.

Si bien Oaxaca es un estado rico en biodiversidad, lo es también en cultura, sin embargo, el estado también tiene los índices de marginación altos, mismos que expresan la dificultad de impulsar su desarrollo y beneficios. En base a la definición y mediciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), la marginación se asocia a cuatro factores fundamentales; el acceso a los servicios básicos, las condiciones de vivienda, los ingresos laborales y la educación, por lo cual si no se atiende estos factores el grado de marginación puede agudizarse, reflejándose en un contexto de dispersión poblacional, que dificultará el desarrollo de las actividades económicas así como la provisión de infraestructura y servicios básicos.

Es clara la basta biodiversidad de Oaxaca y lo importante de su cuidado, pero también lo es las necesidades que presentan sus comunidades con altos índices de marginación, por ello la administración actual propone la ejecución de proyectos que fundan los principios básicos del cuidado a la naturaleza; basado en estos principios las dependencia estatales efectúan un análisis más detallado de los anteproyectos, proyectos ejecutivos y proyectos definitivos, para la realización de infraestructura básica y vías de comunicación.

Tomando en consideración la nueva visión sobre el desarrollo y lo importante que es el cuidar los recursos naturales, el proyecto en cuestión fue minuciosamente evaluado, con apego a efectuar el trazo carretero con la mejor ruta no sólo para un tránsito seguro, sino que tomando en consideración la menor afectación al ecosistema, proponiendo la mínima cantidad de cortes y movimientos de tierra, así como en nulo derribo de organismos arbóreos, cabe señalar que la modernización y ampliación se efectuará sobre un camino previamente existente, evitando con esto

la apertura de nuevos espacios para la realización de la obra. Con estas nuevas prácticas se minimizan los impactos adversos al ambiente y se incrementa el impacto benéfico de la modernización y ampliación del camino, como consecuencia se solucionan las necesidades en vías de comunicación para la región y se amplía la calidad de vida de los pobladores.

2.1.3 Ubicación física

El proyecto denominado **“Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360”**, consistirá en la ampliación y modernización de la carretera Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, el proyecto se ubica geográficamente en el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec, en la región Sierra Norte, perteneciente al distrito Mixe. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del trazo lineal que forman el camino.

Tabla 2.2 Coordenadas del trazo carretero.

Km	X	Y	Zona	Datum
0+000	811921.347	1874372.75	14N	WGS84
0+020	811921.675	1874352.75	14N	WGS84
0+040	811919.391	1874332.89	14N	WGS84
0+060	811919.307	1874312.94	14N	WGS84
0+080	811923.391	1874293.38	14N	WGS84
0+100	811928.006	1874273.92	14N	WGS84
0+120	811932.620	1874254.46	14N	WGS84
0+140	811937.235	1874235.00	14N	WGS84
0+160	811940.431	1874215.36	14N	WGS84
0+180	811932.495	1874197.34	14N	WGS84
0+200	811920.814	1874181.11	14N	WGS84
0+220	811909.133	1874164.87	14N	WGS84
0+240	811898.494	1874147.96	14N	WGS84
0+260	811890.246	1874129.75	14N	WGS84
0+280	811882.200	1874111.44	14N	WGS84
0+300	811874.114	1874093.15	14N	WGS84
0+320	811864.380	1874075.69	14N	WGS84
0+340	811852.828	1874059.37	14N	WGS84
0+360	811841.155	1874043.13	14N	WGS84
0+380	811827.695	1874028.38	14N	WGS84
0+400	811811.939	1874016.07	14N	WGS84
0+420	811796.948	1874002.89	14N	WGS84

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

0+440	811784.992	1873986.88	14N	WGS84
0+460	811773.537	1873970.49	14N	WGS84
0+480	811762.239	1873953.99	14N	WGS84
0+500	811753.278	1873936.13	14N	WGS84
0+520	811746.452	1873917.34	14N	WGS84
0+540	811739.682	1873898.52	14N	WGS84
0+560	811732.467	1873879.87	14N	WGS84
0+580	811722.942	1873862.30	14N	WGS84
0+600	811711.064	1873846.23	14N	WGS84
0+620	811697.072	1873831.96	14N	WGS84
0+640	811682.775	1873818.00	14N	WGS84
0+660	811670.958	1873801.90	14N	WGS84
0+680	811662.107	1873783.99	14N	WGS84
0+700	811652.899	1873766.29	14N	WGS84
0+720	811639.709	1873751.32	14N	WGS84
0+740	811623.521	1873739.61	14N	WGS84
0+760	811606.856	1873728.55	14N	WGS84
0+780	811590.192	1873717.49	14N	WGS84
0+800	811573.620	1873706.30	14N	WGS84
0+820	811560.934	1873691.03	14N	WGS84
0+840	811554.070	1873672.33	14N	WGS84
0+860	811558.354	1873653.20	14N	WGS84
0+880	811572.311	1873638.96	14N	WGS84
0+900	811586.929	1873625.31	14N	WGS84
0+920	811596.761	1873608.19	14N	WGS84
0+940	811600.451	1873588.54	14N	WGS84
0+960	811600.615	1873568.58	14N	WGS84
0+980	811596.624	1873549.02	14N	WGS84
1+000	811588.692	1873530.69	14N	WGS84
1+020	811579.385	1873512.99	14N	WGS84
1+040	811575.648	1873493.57	14N	WGS84
1+060	811580.066	1873474.10	14N	WGS84
1+080	811579.401	1873454.28	14N	WGS84
1+100	811570.186	1873436.71	14N	WGS84
1+120	811559.711	1873419.77	14N	WGS84
1+140	811556.614	1873400.16	14N	WGS84
1+160	811560.579	1873380.60	14N	WGS84
1+180	811564.494	1873360.99	14N	WGS84
1+200	811566.664	1873341.11	14N	WGS84
1+220	811568.626	1873321.21	14N	WGS84
1+240	811570.588	1873301.31	14N	WGS84
1+260	811572.550	1873281.40	14N	WGS84
1+280	811574.512	1873261.50	14N	WGS84
1+300	811576.474	1873241.60	14N	WGS84
1+320	811578.436	1873221.69	14N	WGS84
1+340	811580.398	1873201.79	14N	WGS84
1+360	811582.512	1873181.90	14N	WGS84
1+380	811585.812	1873162.18	14N	WGS84
1+400	811589.736	1873142.57	14N	WGS84
1+420	811593.660	1873122.96	14N	WGS84
1+440	811596.857	1873103.22	14N	WGS84
1+460	811599.468	1873083.39	14N	WGS84
1+480	811602.071	1873063.56	14N	WGS84
1+500	811600.869	1873043.70	14N	WGS84

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+520	811593.355	1873025.22	14N	WGS84
1+540	811584.538	1873007.27	14N	WGS84
1+560	811575.928	1872989.22	14N	WGS84
1+580	811569.910	1872970.18	14N	WGS84
1+600	811565.585	1872950.65	14N	WGS84
1+620	811561.073	1872931.17	14N	WGS84
1+640	811551.981	1872913.47	14N	WGS84
1+660	811538.456	1872898.75	14N	WGS84
1+680	811524.174	1872884.78	14N	WGS84
1+700	811506.504	1872875.63	14N	WGS84
1+720	811487.134	1872870.66	14N	WGS84
1+740	811467.739	1872865.78	14N	WGS84
1+760	811448.097	1872862.96	14N	WGS84
1+780	811430.258	1872871.47	14N	WGS84
1+800	811413.726	1872882.73	14N	WGS84
1+820	811396.997	1872893.67	14N	WGS84
1+840	811378.175	1872900.19	14N	WGS84
1+860	811358.261	1872900.57	14N	WGS84
1+880	811339.197	1872894.79	14N	WGS84
1+900	811321.015	1872886.46	14N	WGS84
1+920	811302.833	1872878.13	14N	WGS84
1+940	811283.789	1872872.33	14N	WGS84
1+960	811263.903	1872873.27	14N	WGS84
1+980	811243.990	1872874.69	14N	WGS84
2+000	811224.110	1872872.57	14N	WGS84
2+020	811204.202	1872870.91	14N	WGS84
2+040	811184.295	1872872.01	14N	WGS84
2+060	811168.341	1872861.02	14N	WGS84
2+080	811162.052	1872842.09	14N	WGS84
2+100	811151.707	1872825.10	14N	WGS84
2+120	811136.172	1872812.66	14N	WGS84
2+140	811117.639	1872805.20	14N	WGS84
2+160	811100.854	1872794.80	14N	WGS84
2+180	811092.621	1872776.89	14N	WGS84
2+200	811092.871	1872756.92	14N	WGS84
2+220	811089.275	1872737.35	14N	WGS84
2+240	811079.203	1872720.18	14N	WGS84
2+260	811067.141	1872704.29	14N	WGS84
2+280	811062.073	1872685.12	14N	WGS84
2+300	811065.432	1872665.51	14N	WGS84
2+320	811070.752	1872646.23	14N	WGS84
2+340	811075.193	1872626.77	14N	WGS84
2+360	811072.042	1872607.19	14N	WGS84
2+380	811060.628	1872590.97	14N	WGS84
2+400	811045.470	1872577.93	14N	WGS84
2+420	811037.386	1872560.08	14N	WGS84
2+440	811042.619	1872541.18	14N	WGS84
2+460	811053.214	1872524.22	14N	WGS84
2+480	811064.820	1872507.96	14N	WGS84
2+500	811079.040	1872493.93	14N	WGS84
2+520	811094.668	1872481.45	14N	WGS84
2+540	811109.005	1872467.58	14N	WGS84
2+560	811120.196	1872451.01	14N	WGS84
2+580	811131.014	1872434.20	14N	WGS84

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

2+600	811138.215	1872415.61	14N	WGS84
2+620	811140.590	1872395.77	14N	WGS84
2+640	811142.140	1872375.83	14N	WGS84
2+660	811143.691	1872355.89	14N	WGS84
2+680	811145.584	1872335.99	14N	WGS84
2+700	811152.627	1872317.38	14N	WGS84
2+720	811163.159	1872300.38	14N	WGS84
2+740	811173.699	1872283.38	14N	WGS84
2+760	811185.663	1872267.40	14N	WGS84
2+780	811200.677	1872254.24	14N	WGS84
2+800	811217.774	1872243.88	14N	WGS84
2+820	811235.069	1872233.84	14N	WGS84
2+840	811252.364	1872223.79	14N	WGS84
2+860	811268.784	1872212.46	14N	WGS84
2+880	811281.567	1872197.16	14N	WGS84
2+900	811289.639	1872178.93	14N	WGS84
2+920	811293.847	1872159.39	14N	WGS84
2+940	811297.855	1872139.79	14N	WGS84
2+960	811301.864	1872120.20	14N	WGS84
2+980	811305.873	1872100.60	14N	WGS84
3+000	811309.881	1872081.01	14N	WGS84
3+020	811314.134	1872061.47	14N	WGS84
3+040	811320.622	1872042.57	14N	WGS84
3+060	811328.317	1872024.11	14N	WGS84
3+080	811337.171	1872006.19	14N	WGS84
3+100	811347.966	1871989.36	14N	WGS84
3+120	811358.210	1871972.20	14N	WGS84
3+140	811366.129	1871953.84	14N	WGS84
3+160	811373.341	1871935.19	14N	WGS84
3+180	811378.877	1871915.99	14N	WGS84
3+200	811381.687	1871896.20	14N	WGS84
3+220	811381.716	1871876.22	14N	WGS84
3+240	811379.988	1871856.29	14N	WGS84
3+260	811380.338	1871836.37	14N	WGS84
3+280	811386.795	1871817.53	14N	WGS84
3+300	811402.315	1871805.63	14N	WGS84
3+320	811421.164	1871799.24	14N	WGS84
3+340	811433.344	1871783.79	14N	WGS84
3+360	811442.084	1871765.80	14N	WGS84
3+380	811450.824	1871747.81	14N	WGS84
3+400	811459.564	1871729.82	14N	WGS84
3+420	811468.264	1871711.81	14N	WGS84
3+440	811475.647	1871693.23	14N	WGS84
3+460	811481.595	1871674.14	14N	WGS84
3+480	811487.065	1871654.92	14N	WGS84
3+500	811486.415	1871635.01	14N	WGS84
3+520	811488.057	1871615.37	14N	WGS84
3+540	811500.176	1871599.62	14N	WGS84
3+560	811512.812	1871584.18	14N	WGS84
3+580	811520.276	1871565.69	14N	WGS84
3+600	811525.486	1871546.39	14N	WGS84
3+620	811529.887	1871526.88	14N	WGS84
3+640	811534.508	1871507.42	14N	WGS84
3+660	811540.861	1871488.46	14N	WGS84

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

3+680	811548.127	1871469.83	14N	WGS84
3+700	811549.633	1871450.56	14N	WGS84
3+720	811534.236	1871439.26	14N	WGS84
3+740	811514.280	1871438.14	14N	WGS84
3+760	811500.005	1871425.45	14N	WGS84
3+780	811502.081	1871405.94	14N	WGS84
3+800	811505.923	1871386.41	14N	WGS84
3+820	811500.518	1871367.39	14N	WGS84
3+840	811490.437	1871350.13	14N	WGS84
3+860	811489.713	1871330.55	14N	WGS84
3+880	811497.726	1871312.23	14N	WGS84
3+900	811505.896	1871293.97	14N	WGS84
3+920	811514.066	1871275.72	14N	WGS84
3+940	811522.221	1871257.46	14N	WGS84
3+960	811524.784	1871237.85	14N	WGS84
3+980	811518.090	1871219.10	14N	WGS84
4+000	811510.476	1871200.64	14N	WGS84
4+020	811508.557	1871180.83	14N	WGS84
4+040	811513.355	1871161.49	14N	WGS84
4+060	811519.320	1871142.43	14N	WGS84
4+080	811520.889	1871122.54	14N	WGS84
4+100	811517.600	1871102.86	14N	WGS84
4+120	811509.648	1871084.57	14N	WGS84
4+140	811497.506	1871068.74	14N	WGS84
4+160	811482.461	1871055.59	14N	WGS84
4+180	811465.459	1871045.10	14N	WGS84
4+200	811447.721	1871035.86	14N	WGS84
4+220	811431.880	1871023.90	14N	WGS84
4+240	811420.869	1871007.23	14N	WGS84
4+260	811409.678	1870990.66	14N	WGS84
4+280	811396.856	1870975.32	14N	WGS84
4+300	811382.507	1870961.40	14N	WGS84
4+320	811367.561	1870948.11	14N	WGS84
4+340	811352.615	1870934.82	14N	WGS84
4+360	811337.570	1870921.65	14N	WGS84
4+380	811319.985	1870912.28	14N	WGS84
4+400	811301.944	1870903.77	14N	WGS84
4+420	811289.393	1870888.50	14N	WGS84
4+440	811281.878	1870869.96	14N	WGS84
4+460	811270.951	1870853.39	14N	WGS84
4+480	811254.273	1870842.58	14N	WGS84
4+500	811236.086	1870834.26	14N	WGS84
4+520	811217.898	1870825.94	14N	WGS84
4+540	811200.176	1870816.76	14N	WGS84
4+560	811186.937	1870801.97	14N	WGS84
4+580	811180.861	1870783.06	14N	WGS84
4+600	811180.975	1870763.08	14N	WGS84
4+620	811181.469	1870743.08	14N	WGS84
4+640	811177.087	1870724.06	14N	WGS84
4+660	811160.075	1870714.68	14N	WGS84
4+680	811140.374	1870711.24	14N	WGS84
4+700	811125.461	1870699.30	14N	WGS84
4+720	811128.336	1870680.42	14N	WGS84
4+740	811144.856	1870669.57	14N	WGS84

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

4+760	811149.889	1870651.15	14N	WGS84
4+780	811136.886	1870636.75	14N	WGS84
4+800	811126.633	1870620.05	14N	WGS84
4+820	811121.606	1870600.81	14N	WGS84
4+840	811111.074	1870583.81	14N	WGS84
4+860	811105.705	1870564.89	14N	WGS84
4+880	811109.602	1870545.30	14N	WGS84
4+900	811109.168	1870525.40	14N	WGS84
4+920	811106.106	1870505.64	14N	WGS84
4+940	811104.965	1870485.81	14N	WGS84
4+960	811115.225	1870469.03	14N	WGS84
4+980	811127.808	1870453.55	14N	WGS84
5+000	811137.573	1870436.10	14N	WGS84
5+020	811148.759	1870419.54	14N	WGS84
5+040	811158.687	1870402.39	14N	WGS84
5+060	811156.619	1870382.86	14N	WGS84
5+080	811149.587	1870364.13	14N	WGS84
5+100	811142.661	1870345.37	14N	WGS84
5+120	811138.572	1870325.83	14N	WGS84
5+140	811138.635	1870305.87	14N	WGS84
5+160	811140.847	1870285.99	14N	WGS84
5+180	811138.344	1870266.38	14N	WGS84
5+200	811127.377	1870249.73	14N	WGS84
5+220	811120.198	1870231.31	14N	WGS84
5+240	811123.194	1870211.77	14N	WGS84
5+260	811134.409	1870195.27	14N	WGS84
5+280	811146.523	1870179.36	14N	WGS84
5+300	811158.638	1870163.45	14N	WGS84
5+320	811170.620	1870147.43	14N	WGS84
5+340	811181.186	1870130.46	14N	WGS84
5+360	811190.563	1870112.80	14N	WGS84

El municipio de Santo Domingo Tepuxtepec se localiza en la región Sierra Norte en el distrito Mixe del estado de Oaxaca, este colinda al norte con Tamazulapam del Espíritu Santo, San Pedro y San Pablo Ayutla, al noroeste con San Pedro Yaneri; al sur con San Pedro Quiatoni y con San Juan del Rio. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 99 kilómetros.

2.1.4 Inversión requerida

El pago de los estudios diversos en la elaboración del proyecto ejecutivo y la proyección en la inversión para la ampliación y modernización del camino se efectuó con recursos federales, en la tabla siguiente se muestran los montos por partida.

Tabla 2.3 Presupuesto, resumen por partida.

Descripción	Importes
Terracerías	\$6,279,914.55
Estructuras y obras de drenaje	\$1,649,516.96
Pavimento	\$14,744,878.94
Obras complementarias	\$1,599,724.86
Señalamiento	\$1,844,055.27
Subtotal	\$26,118,090.27
I.V.A.	\$4,178,894.49
Total	\$30,296,985.07

2.1.5 Accesibilidad al área

Al municipio de Santo Domingo Tepuxtepec se puede acceder a través de la carretera federal 190 Tehuantepec - Oaxaca hasta llegar al crucero con la carretera Internacional para acceder a la localidad de San Pablo Villa de Mitla, en el crucero se ingresa a la autopista 179 Oaxaca – Istmo siguiendo la autopista se pasara por las localidades de San Lorenzo Albarradas, San Bartolo Albarradas y Santa María Albarradas para posteriormente seguir en dirección noreste hasta llegar a la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec. Saliendo de la iglesia de Santo Domingo Tepuxtepec en dirección suroeste a 6.8 km se llega a la comunidad de Santa Cruz Llano Crucero, sobre este camino a una distancia de 3.8 km de la parroquia de Santo Domingo Tepuxtepec se encuentra el origen del trazo carretero correspondiente a este proyecto.

2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El uso actual del suelo en la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec y en particular en el área de implementación del proyecto, está destinado al desarrollo urbano y la construcción de infraestructura para brindarle los servicios básicos a la población de la localidad, además se desarrolla la agricultura de temporal, se cultiva maíz para autoconsumo, se aprovechan productos maderables, se dedican a la crianza de toros, borregos y aves para autoconsumo o para obtener ingresos familiares, y

extracción escasa de arena en el río. Otro aspecto importante que presenta el área de desarrollo del proyecto es la existencia de la autopista 179 Oaxaca – Istmo.

2.1.7. Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

El trazo del camino a modernizar actualmente corresponde a uno de tipo “E”, en algunos tramos de este se encuentran condiciones particulares, como áreas de cultivo y sembrado de postes de electricidad. El área cuenta con los servicios básicos requeridos, como agua entubada, electricidad y drenaje, según el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) el municipio posee los siguientes servicios mostrados en la tabla 2.4.



Tabla 2.4 Servicios básicos, Santo Domingo Tepuxtepec

Tipo de servicio	Umero de viviendas particulares habitadas	Porcentaje
Dispone de excusado o sanitario.	1,087	93.87
Disponen de drenaje	58	5.01
No dispone de drenaje.	1,093	94.39
No se especifica disponibilidad de drenaje.	7	0.60
Dispone de agua entubada de la red pública.	995	85.92
No dispone de agua entubada de la red pública.	159	13.73
No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública.	4	0.35
Dispone de energía eléctrica.	946	81.69
No dispone de energía eléctrica.	194	16.75
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica.	18	1.55
Dispone de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.	38	3.28

2.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

Se trata de un proyecto lineal, de 5360 m de longitud, el camino existente corresponde a uno de tipo “E”, el proyecto tiene como objetivo su modernización a un camino de tipo “E” a nivel de pavimento, el cual tendrá un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 a 500 vehículos veh/día, un ancho de corona de 7 metros, un ancho de calzada de 7 metros, una pendiente máxima del 12%, una pendiente gobernadora del 9%, un grado máximo de curva de 60° y una velocidad de proyecto de 30 kilómetros por hora.

Tabla 2.5. Clasificación del aforo vehicular del proyecto

Tipo de vehículo	Descripción
 <p>A2 Automovil 3.00</p>	Automóvil
 <p>A'2 Camion ligero, hasta 3 ton 3.90</p>	Camión ligero

En función de los resultados de calidad obtenidos de los materiales existentes en la capa de rodamiento (terreno natural) y de los bancos de material propuestos para la pavimentación, así como del tránsito vehicular calculado y del diseño para determinar el pavimento requerido, se concluye que, para la pavimentación de este tramo, deberán realizarse los siguientes trabajos:

- Construcción de terracerías; en zonas de corte se abrirá caja hasta un nivel inferior en la capa subrasante, depositando el material producto de la excavación en los lugares que indique el proyecto, la superficie descubierta se escarificará en un espesor de 20 cm y se compactará al 90% mínimo de su peso específico seco máximo (AAHSTO estándar).
- Subrasante; en el terraplén, sobre las terracerías niveladas y compactadas, se construirá la capa subrasante con material proveniente del corte, en un espesor de 30 cm compactado al 100% de su peso específico seco máximo.

- Base hidráulica; sobre la capa subrasante terminada se construirá la capa de base hidráulica de 20 cm de espesor, compactada con un agregado pétreo al 100% de su peso específico seco máximo.
- Riego de impregnación; sobre la base hidráulica barrida y limpia, se aplicará una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento a razón de 2 litros por metro cuadrado, el riego de impregnación será protegido con arena, dejándolo reposar por 24 horas.
- Riego de liga para carpeta asfáltica; sobre la base impregnada y limpia, se aplicará con una petrolizadora una emulsión asfáltica de tipo catiónica de rompimiento rápido, en una proporción de 0.8 l/m².
- Carpeta asfáltica; en una planta estacionaria se fabricará el concreto asfáltico, este se aplicará sobre el riego de liga a una temperatura de 130 a 150° C, en capas de 5 cm de espesor compactados al 95%.
- Construcción de las obras de drenaje requeridas (alcantarillas de losa, cunetas revestidas, lavaderos en los lugares o subtramos que se recomienden en el proyecto).

2.2.1 Programa de trabajo

Tabla 2.6 Grafica de Gantt programa calendarizado de trabajo

Etapa	Actividad	Meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparación del sitio	Desmante	■																	
	Despalme	■																	
	Instalaciones provisionales	■																	
Construcción	Operación de maquinaria y equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Cortes			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Nivelación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Extracción y acarreo de materiales			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Formación y compactación de terraplenes			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Formación de la capa subrasante			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Almacenamiento temporal de materiales			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Excavación para estructuras y obras complementarias			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Obras de drenaje menor			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Construcción de base			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Pavimentos			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Manejo adecuado de residuos sólidos no pétreos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Manejo adecuado de aguas residuales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Planta de asfalto			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Señalización			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Marcas en el pavimento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Operación y mantenimiento	Tránsito vehicular	Etapa que será evaluada al término de la construcción																	
	Mantenimiento	Proceso programado a realizarse de forma periódica o según se requiera																	

2.2.2 Representación gráfica regional

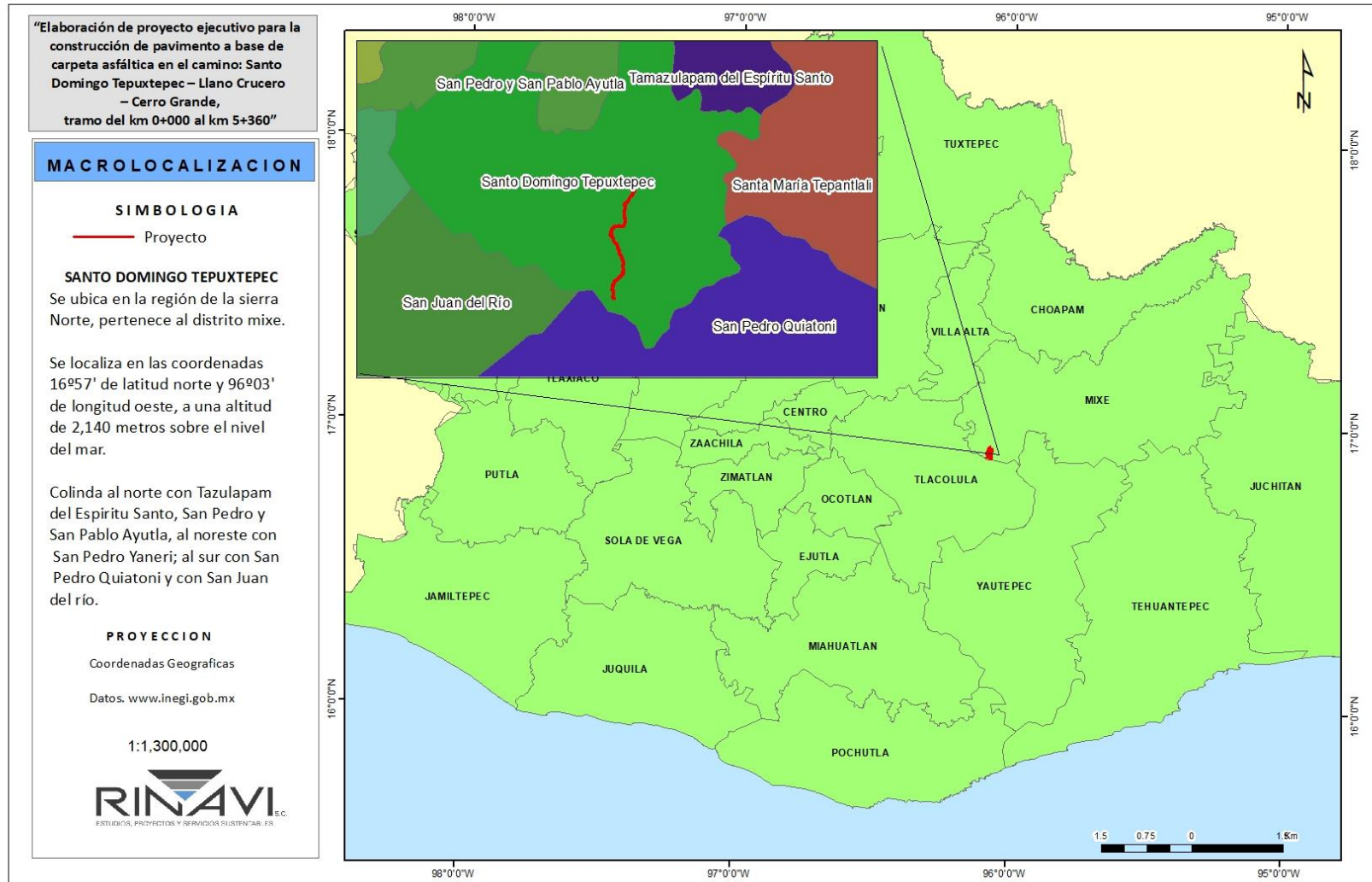


Figura 2.2 Mapa regional.

2.2.3 Representación gráfica local

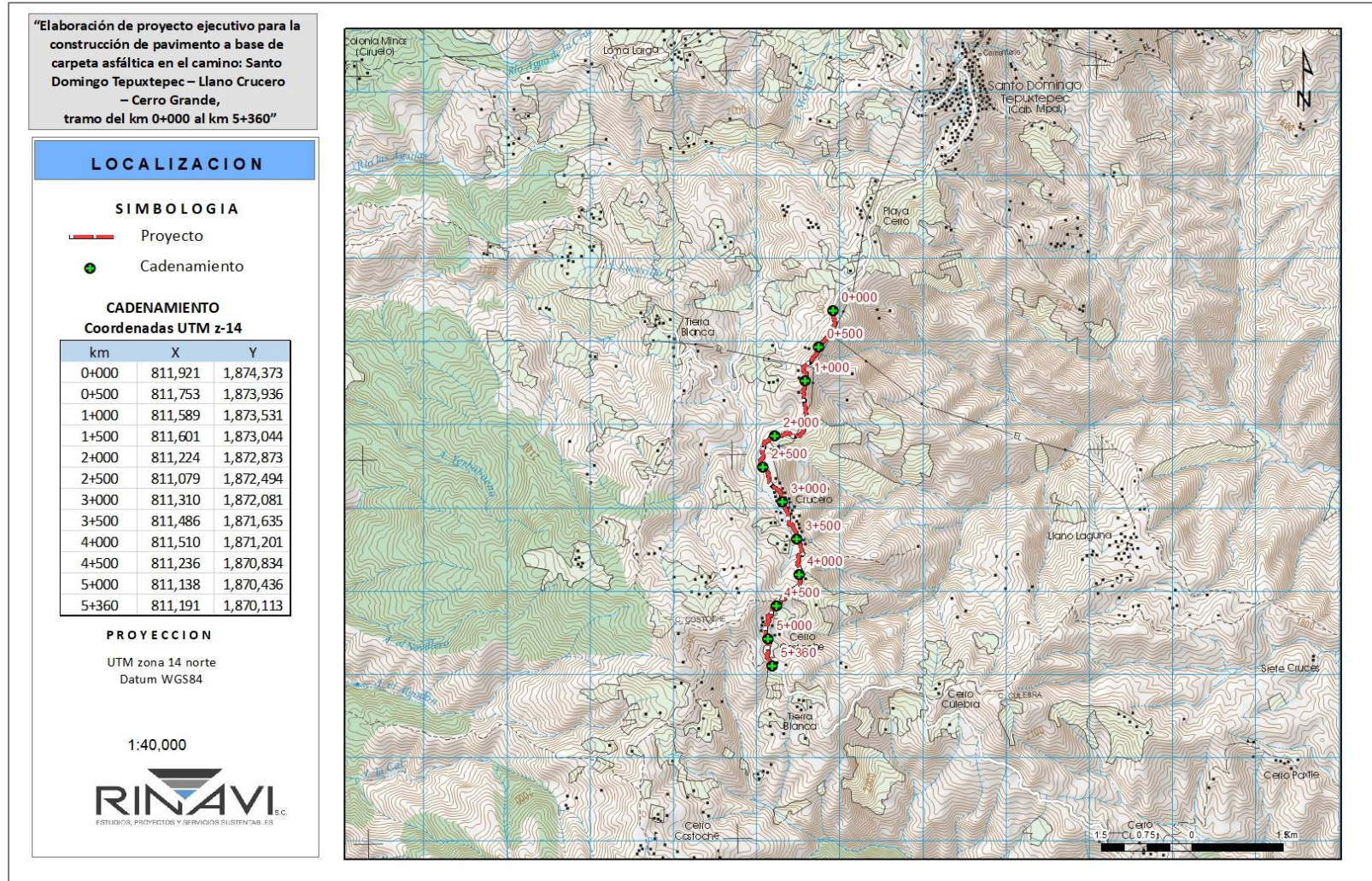


Figura 2.3 Mapa local.

2.2.4 Etapa de preparación del sitio

Previo a los trabajos de construcción de las terracerías, se efectuará el desmonte en las áreas que limitan los ceros de las secciones de construcción a lo largo de todo el camino. Además, se prevén instalaciones provisionales que optimizarán los procesos y brindarán servicios extras a los trabajadores que participen en la obra.

a) Desmonte

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad, el desmonte comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, consiste en cortar y retirar la maleza, hierba o residuos de siembras.
- Desenraice, significa sacar los troncos o tocones con o sin raíces dependiendo de las características de este y dependiendo de la ubicación.
- Limpia y disposición final, es el retiro del producto del desmonte al banco de desperdicios.

El desmonte se ejecutará a mano o con maquinaria hasta 10 m después de la línea de ceros de los cortes y terraplenes, el equipo utilizado para el desmonte se mantendrá en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado; el transporte y almacenamiento de los residuos del desmonte se cargarán y transportaran al banco de desperdicios, en vehículos con caja cerrada y protegidos con una lona, para impedir la contaminación

del entorno, estos residuos por ningún motivo se deben mezclar con residuos no orgánicos.

El trabajo de desmonte se realizará asegurando que los organismos vegetales que se encuentren fuera de las zonas destinadas a la construcción no sean dañados. El área destinada para esta actividad será de 5.30 hectárea donde se cortará y retirará la maleza en los márgenes del camino correspondiente al derecho de vía.

b) Despalme

Consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para las actividades posteriores. Se efectuará el despalme en las zonas de corte, para el desplante de los terraplenes aprovechando el material en el lugar donde lo indique la supervisión. Para esta actividad se reporta un volumen geométrico de cortes de 3182 m³ de material extraído.

c) Instalaciones provisionales

Consideramos instalaciones provisionales, aquellas que es necesario disponer para poder llevar acabo, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos encargados, y una vez que hayan sido realizados, sea posible retirarlas.

Es importante resaltar, que hay que tener en cuenta las ordenanzas que son preceptivas en una obra de la naturaleza de la que se presenta. No obstante, estas instalaciones dependiendo de los diversos tipos y fases de las obras, serán objeto de modificaciones y adecuaciones con el fin de adaptar a ellas ciertas normas con objeto de obtener resultados positivos frente a la prevención de accidentes.

Definida la actuación a seguir en la obra, se establecerán las instalaciones que son necesarias para el desarrollo de actividades, unas como sistema y apoyo a los

trabajos a realizar y otras necesarias para la salud e higiene de los trabajadores; estas instalaciones son:

- Vallado
- Servicios higiénicos (renta de letrinas portátiles)
- Locales de almacenaje o alojamiento
- Primeros auxilios
- Señalización

La ubicación de las instalaciones de higiene dependerá de la zona en la que se encuentre la mayor actividad de la obra y la disposición de los residuos generados correrá a cargo de una empresa contratada para brindar este servicio.

2.2.5 Etapa de construcción

Posterior a la preparación del sitio, esta etapa comprende la realización de actividades necesarias para el acondicionamiento del área del proyecto y la ejecución de trabajos necesarios para la construcción de los componentes que conforman el camino como; terracerías, subrasante, base hidráulica, carpeta asfáltica y obras de drenaje, entre otros.

a) Operación de maquinaria y equipo

Es la fase del proceso constructivo en el que para el óptimo avance de la obra se requiere de equipo para abastecimiento energético y suministro de agua. Los equipos por funcionar son bombas de agua que están directamente conectadas a pipas rentadas para el propósito y una planta de electricidad portátil, que utiliza como combustible gasolina.

La operación de maquinaria pesada se resume en la ejecución de trabajos realizados con la ayuda de máquinas de alto tonelaje fabricadas para obras

industriales tales como construcción de caminos, la maquinaria utilizada serán retroexcavadoras, compactadoras y en su caso tractores de oruga, esta maquinaria es indispensable por la dimensión del camino a construir y los cortes a realizar, las obras serán:

- Movimiento de tierras
- Compactación de materiales (suelo)
- Izaje y manipulación de cargas
- Preparación de materiales
- Transporte de materiales
- Mediciones y ensayos

Cabe señalar que la maquinaria utilizada y por utilizar es impulsada por diésel, sin embargo, su combustible y lubricantes a utilizar no serán manipulados en la obra, estarán a cargo de empresas contratadas y especializadas en el área, llámense talleres mecánicos y de lubricación y gasolineras. Se contará además con vehículos de tipo volteo para el transporte de materiales.

b) Cortes

Los cortes son excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra. Considerando la naturaleza de esta actividad y su impacto directo al suelo, cobertura vegetal, hábitat, entre otros, los cortes serán supervisados y realizados de acuerdo con el avance del proyecto y siguiendo la ingeniería proyectada.

Se efectuarán cortes en el rebaje de corona o terraplenes existentes. Los materiales que se localizan a lo largo del eje producto de esta actividad se podrán utilizar en la conformación del cuerpo del terraplén o a su vez como material para la capa de revestimiento, analizándolos previamente para que cumplan con las

especificaciones que marca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S. C. T.). Los cortes serán realizados principalmente con maquinaria pesada, el volumen total de los cortes es de 32,976.m³ y se efectuara en los siguientes kilómetros o estaciones.

Tabla 2.7 Ubicación de los cortes y volúmenes extraídos

Estación	Volumen extraído	Estación	Volumen extraído
0+000.00		2+780.00	98
0+014.30	53	2+788.48	35
0+020.00	13	2+800.00	43
0+030.34	39	2+820.00	76
0+038.64	54	2+840.00	94
0+040.00	10	2+845.04	27
0+060.00	161	2+860.00	62
0+069.40	77	2+880.00	55
0+080.00	80	2+900.00	53
0+100.00	163	2+905.41	14
0+120.00	180	2+920.00	43
0+140.00	149	2+940.00	98
0+150.94	57	2+960.00	108
0+160.00	35	2+980.00	79
0+175.48	47	3+000.00	76
0+180.00	13	3+011.53	53
0+200.00	66	3+020.00	32
0+220.00	38	3+039.19	48
0+223.13	1	3+040.00	2
0+240.00	19	3+060.00	66
0+247.16	11	3+060.84	3
0+260.00	16	3+080.00	103
0+280.00	39	3+087.26	49
0+296.42	43	3+100.00	86
0+300.00	13	3+104.63	31
0+320.00	205	3+120.00	119
0+326.34	96	3+134.57	121
0+340.00	154	3+140.00	42
0+358.82	128	3+157.16	87
0+360.00	7	3+160.00	7
0+380.00	122	3+180.00	30
0+387.37	53	3+200.00	32
0+400.00	113	3+220.00	67
0+404.62	42	3+222.79	13
0+420.00	104	3+240.00	75
0+430.15	56	3+244.45	18
0+440.00	51	3+260.00	90
0+460.00	145	3+267.96	48
0+473.42	136	3+273.78	28
0+480.00	72	3+280.00	29
0+500.00	195	3+300.00	79
0+503.74	30	3+300.89	3
0+520.00	126	3+310.98	30

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

0+540.00	77	3+316.73	18
0+548.29	0	3+320.00	14
0+560.00	0	3+335.71	76
0+580.00	26	3+340.00	20
0+600.00	46	3+360.00	94
0+618.36	56	3+380.00	104
0+620.00	7	3+400.00	114
0+626.92	42	3+415.87	96
0+640.00	60	3+420.00	26
0+660.00	49	3+440.00	146
0+678.47	56	3+445.25	43
0+680.00	7	3+460.00	126
0+682.36	11	3+473.89	113
0+700.00	79	3+480.00	40
0+720.00	118	3+492.19	69
0+731.50	84	3+500.00	41
0+740.00	62	3+504.45	21
0+760.00	127	3+520.00	99
0+780.00	103	3+530.51	72
0+796.07	107	3+540.00	50
0+800.00	36	3+548.14	43
0+820.00	171	3+560.00	79
0+824.46	24	3+573.52	78
0+832.51	32	3+578.40	15
0+840.00	49	3+580.00	4
0+860.00	125	3+600.00	41
0+867.18	23	3+602.09	4
0+880.00	20	3+620.00	23
0+899.31	42	3+630.52	8
0+900.00	3	3+640.00	7
0+920.00	109	3+659.24	12
0+921.35	8	3+660.00	0
0+931.27	37	3+680.00	31
0+935.00	9	3+684.99	17
0+940.00	18	3+700.00	65
0+960.00	156	3+720.00	44
0+980.00	270	3+721.30	0
0+997.11	302	3+736.91	7
1+000.00	47	3+740.00	5
1+018.73	235	3+760.00	164
1+020.00	16	3+771.35	114
1+040.00	220	3+780.00	45
1+047.33	82	3+788.97	40
1+056.90	162	3+798.22	41
1+060.00	67	3+800.00	7
1+080.00	399	3+820.00	112
1+097.20	187	3+820.33	2
1+100.00	12	3+835.38	125
1+106.42	19	3+840.00	48
1+120.00	25	3+860.00	209
1+140.00	23	3+863.11	28
1+149.09	15	3+880.00	90
1+160.00	27	3+900.00	40
1+161.25	3	3+920.00	41

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+180.00	52	3+938.89	46
1+188.92	28	3+940.00	3
1+200.00	36	3+960.00	88
1+220.00	55	3+971.19	72
1+240.00	40	3+980.00	71
1+260.00	37	3+991.19	122
1+280.00	65	4+000.00	127
1+300.00	95	4+020.00	316
1+320.00	64	4+035.40	188
1+340.00	20	4+040.00	40
1+350.63	16	4+048.07	63
1+360.00	22	4+060.00	81
1+379.07	57	4+080.00	109
1+380.00	3	4+100.00	100
1+400.00	99	4+120.00	109
1+419.36	124	4+140.00	119
1+420.00	5	4+143.90	27
1+438.44	129	4+147.70	28
1+440.00	11	4+160.00	107
1+460.00	114	4+178.24	172
1+479.04	80	4+180.00	16
1+480.00	3	4+200.00	172
1+500.00	74	4+202.87	24
1+512.70	49	4+220.00	181
1+520.00	28	4+226.17	68
1+540.00	64	4+240.00	115
1+552.75	34	4+244.35	34
1+560.00	28	4+260.00	228
1+580.00	77	4+280.00	348
1+580.09	0	4+298.20	195
1+600.00	41	4+300.00	12
1+615.30	29	4+320.00	201
1+620.00	16	4+340.00	137
1+640.00	129	4+350.43	34
1+646.42	56	4+355.81	40
1+660.00	117	4+360.00	45
1+670.98	78	4+375.14	191
1+680.00	46	4+380.00	61
1+700.00	79	4+391.14	158
1+703.24	12	4+400.00	147
1+720.00	76	4+420.00	347
1+740.00	112	4+421.62	28
1+749.05	47	4+440.00	318
1+760.00	42	4+440.49	9
1+773.24	50	4+460.00	333
1+780.00	35	4+476.70	216
1+800.00	131	4+480.00	36
1+813.17	81	4+500.00	314
1+820.00	35	4+520.00	295
1+840.00	108	4+530.33	82
1+860.00	121	4+540.00	82
1+878.57	83	4+560.00	240
1+880.00	3	4+580.00	283
1+900.00	44	4+586.03	62

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+920.00	56	4+600.00	71
1+922.46	8	4+620.00	73
1+940.00	74	4+624.81	15
1+957.17	72	4+640.00	50
1+959.94	10	4+657.41	77
1+960.00	0	4+660.00	13
1+980.00	68	4+680.00	277
1+988.82	30	4+680.42	10
2+000.00	40	4+700.00	291
2+008.09	30	4+704.56	19
2+020.00	44	4+720.00	148
2+029.33	33	4+730.38	169
2+033.13	16	4+731.82	21
2+040.00	36	4+740.00	109
2+060.00	110	4+760.00	286
2+066.18	33	4+775.07	134
2+073.66	38	4+775.81	2
2+080.00	26	4+780.00	11
2+100.00	80	4+788.50	14
2+120.00	89	4+800.00	31
2+128.60	36	4+802.12	9
2+140.00	50	4+805.20	13
2+143.39	18	4+820.00	90
2+160.00	132	4+824.55	34
2+180.00	193	4+840.00	99
2+185.95	48	4+840.78	5
2+197.17	67	4+857.50	68
2+200.00	13	4+860.00	11
2+220.00	76	4+866.51	33
2+239.68	92	4+874.73	39
2+240.00	2	4+880.00	39
2+250.55	64	4+897.39	171
2+260.00	63	4+900.00	28
2+280.00	156	4+920.00	237
2+293.26	92	4+929.49	129
2+300.00	33	4+940.00	133
2+320.00	117	4+956.03	158
2+331.10	74	4+960.00	39
2+340.00	64	4+963.92	46
2+360.00	162	4+980.00	265
2+380.00	128	4+983.09	56
2+381.19	5	4+997.02	202
2+397.33	120	5+000.00	36
2+400.00	30	5+016.73	175
2+420.00	239	5+020.00	28
2+438.17	165	5+028.35	82
2+440.00	12	5+040.00	141
2+460.00	115	5+057.06	161
2+463.19	17	5+060.00	18
2+480.00	86	5+080.00	110
2+500.00	89	5+095.39	72
2+502.11	8	5+100.00	20
2+520.00	56	5+120.00	85
2+523.44	6	5+140.00	88

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

2+525.20	4	5+140.29	1
2+540.00	43	5+160.00	129
2+546.15	23	5+160.94	7
2+560.00	64	5+180.00	164
2+574.87	74	5+189.86	72
2+580.00	27	5+199.50	49
2+600.00	119	5+200.00	2
2+610.91	61	5+220.00	96
2+620.00	39	5+240.00	207
2+640.00	74	5+249.04	117
2+660.00	93	5+260.00	82
2+673.72	81	5+280.00	97
2+680.00	42	5+300.00	118
2+700.00	129	5+312.08	73
2+701.07	7	5+320.00	36
2+720.00	99	5+340.00	65
2+740.00	101	5+343.44	8
2+741.72	10	5+360.00	55
2+760.00	99		

c) Nivelación

Esta etapa representa la ejecución de todas las obras de explanación necesarias para la correcta nivelación de las áreas destinadas a la construcción, la excavación de préstamos cuando estos sean necesarios, la evacuación de materiales inadecuados que se encuentran en las áreas sobre las cuales se van a construir. El detalle de nivelación del eje definitivo y su kilometraje se muestra en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Datos del reporte de nivelación del eje definitivo

Estación	Elevación	Estación	Elevación
BN 0-1	2239.295	BN 3-1	2225.124
0+000.00	2239.665	PL	2223.547
0+014.30	2239.724	PL	2224.179
0+020.00	2239.860	PL	2224.057
0+030.34	2240.659	PL	2222.472
PL	2240.772	PL	2223.688
0+038.64	2241.459	BN 2-2	2225.088
0+040.00	2241.584	BN 3-1	2225.127
0+060.00	2243.725	3+157.16	2225.104
PL	2243.274	3+160.00	2225.316
0+069.40	2244.745	PL	2225.231
0+080.00	2245.951	PL	2225.977
PL	2246.354	3+180.00	2227.355
0+100.00	2248.313	PL	2227.879
PL	2249.087	3+200.00	2229.804
0+120.00	2250.518	PL	2229.575
0+140.00	2252.323	3+220.00	2232.144

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

PL	2252.120	3+222.79	2232.474
0+150.94	2253.245	PL	2232.130
0+160.00	2254.088	3+240.00	2234.477
PL	2255.450	PL	2233.211
0+175.48	2255.718	3+244.45	2234.940
0+180.00	2256.264	PL	2235.894
0+200.00	2258.383	3+260.00	2236.646
PL	2257.823	3+267.96	2237.530
PL	2260.342	3+273.78	2238.170
0+220.00	2260.314	PL	2236.812
0+223.13	2260.624	3+280.00	2238.794
0+240.00	2261.959	PL	2239.175
0+247.16	2262.190	3+300.00	2240.563
0+260.00	2262.213	3+300.89	2240.637
PL	2260.914	3+310.98	2241.691
0+280.00	2262.621	PL	2241.087
0+296.42	2263.402	3+316.73	2242.365
0+300.00	2263.634	3+320.00	2242.790
0+320.00	2264.471	PL	2243.089
PL	2263.421	3+335.71	2244.338
0+326.34	2264.690	3+340.00	2244.770
0+340.00	2265.075	PL	2245.235
0+358.82	2265.498	3+360.00	2246.770
0+360.00	2265.511	PL	2246.060
PL	2265.019	3+380.00	2248.825
0+380.00	2265.956	PL	2248.161
0+387.37	2266.143	PL	2250.365
0+400.00	2266.578	3+400.00	2250.889
0+404.62	2266.780	3+415.87	2252.552
0+420.00	2267.249	PL	2252.672
PL	2267.150	3+420.00	2252.983
PL	2269.009	3+440.00	2255.144
0+430.15	2267.537	3+445.25	2255.673
0+440.00	2267.778	PL	2254.979
0+460.00	2268.549	3+460.00	2257.232
0+473.42	2269.266	PL	2255.620
0+480.00	2269.566	3+473.89	2258.716
BN 0-2	2269.110	PL	2258.552
CHECK		3+480.00	2259.285
BN 0-2	2269.110	PL	2259.176
PL	2266.028	BN 3-2	2257.790
PL	2265.670	CHECK	
PL	2263.113	BN 3-2	2257.790
PL	2261.219	PL	2254.416
PL	2258.280	PL	2253.113
PL	2256.389	PL	2250.357
PL	2252.760	PL	2249.101
PL	2250.834	PL	2245.787
PL	2249.241	PL	2244.968
PL	2247.398	PL	2243.106
PL	2246.995	PL	2242.602
PL	2244.309	PL	2239.805
PL	2242.957	PL	2236.948
PL	2242.359	PL	2234.101

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

PL	2241.208	PL	2232.527
BN 0-1	2239.287	PL	2230.163
BN 0-2	2269.114	PL	2227.511
PL	2267.984	BN 3-1	2225.119
0+500.00	2270.116	BN 3-2	2257.794
0+503.74	2270.215	PL	2256.728
0+520.00	2270.502	PL	2257.727
0+540.00	2271.318	PL	2258.561
PL	2270.081	3+492.19	2260.979
0+548.29	2271.945	PL	2260.092
PL	2271.618	3+500.00	2262.012
0+560.00	2273.088	3+504.45	2262.598
0+580.00	2275.117	PL	2262.145
PL	2273.815	PL	2263.792
0+600.00	2275.992	3+520.00	2264.678
0+618.36	2276.171	3+530.51	2265.890
0+620.00	2276.166	PL	2265.991
0+626.92	2276.090	3+540.00	2266.779
PL	2274.946	3+548.14	2267.392
0+640.00	2275.333	3+560.00	2267.817
0+660.00	2274.072	3+573.52	2268.315
PL	2273.944	3+578.40	2268.463
0+678.47	2272.718	PL	2266.859
0+680.00	2272.576	3+580.00	2268.511
0+682.36	2272.388	3+600.00	2269.450
PL	2271.212	PL	2268.930
0+700.00	2270.611	PL	2270.757
PL	2268.862	3+602.09	2269.590
0+720.00	2268.605	3+620.00	2270.768
0+731.50	2267.449	3+630.52	2271.686
PL	2267.751	3+640.00	2272.815
0+740.00	2266.328	PL	2272.369
PL	2266.860	PL	2272.886
PL	2263.777	3+659.24	2275.087
0+760.00	2263.316	PL	2274.872
PL	2261.860	3+660.00	2275.172
0+780.00	2260.604	3+680.00	2277.432
PL	2260.651	3+684.99	2278.013
0+796.07	2258.556	PL	2276.643
0+800.00	2258.050	PL	2278.604
PL	2258.767	3+700.00	2279.669
PL	2257.417	PL	2280.159
0+820.00	2255.662	3+720.00	2282.035
0+824.46	2255.271	3+721.30	2282.205
PL	2256.946	PL	2282.178
0+832.51	2254.452	3+736.91	2284.463
0+840.00	2253.782	3+740.00	2284.910
PL	2253.550	PL	2284.817
PL	2252.603	PL	2285.615
0+860.00	2251.363	3+760.00	2287.835
PL	2252.900	PL	2287.068
0+867.18	2250.496	3+771.35	2288.917
PL	2249.819	PL	2289.106
0+880.00	2248.976	3+780.00	2289.629

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

0+899.31	2247.815	3+788.97	2290.501
0+900.00	2247.780	PL	2290.964
0+920.00	2247.191	3+798.22	2291.467
0+921.35	2247.151	3+800.00	2291.672
PL	2248.576	PL	2292.249
0+931.27	2247.014	PL	2293.089
0+935.00	2246.966	3+820.00	2294.138
0+940.00	2247.009	3+820.33	2294.177
0+960.00	2247.002	PL	2293.743
0+980.00	2246.479	3+835.38	2296.292
0+997.11	2246.016	3+840.00	2296.872
1+000.00	2245.983	PL	2295.454
PL	2246.151	PL	2296.985
1+018.73	2245.535	3+860.00	2299.067
1+020.00	2245.517	3+863.11	2299.437
1+040.00	2245.167	PL	2299.393
1+047.33	2245.123	3+880.00	2301.651
1+056.90	2245.021	PL	2302.333
1+060.00	2244.899	3+900.00	2304.289
PL	2247.091	PL	2304.804
1+080.00	2243.763	PL	2305.354
PL	2246.177	3+920.00	2307.286
PL	2244.684	PL	2307.217
1+097.20	2242.240	PL	2308.446
1+100.00	2241.948	3+938.89	2309.943
PL	2242.565	3+940.00	2310.090
1+106.42	2241.117	PL	2310.501
PL	2242.615	3+960.00	2313.254
PL	2245.500	PL	2312.870
BN 1-1	2247.290	3+971.19	2314.976
CHECK		PL	2313.911
BN 1-1	2247.290	3+980.00	2316.448
PL	2249.838	PL	2315.253
PL	2253.239	3+991.19	2318.349
PL	2255.503	PL	2317.959
PL	2256.486	4+000.00	2319.601
PL	2259.683	PL	2320.172
PL	2262.607	PL	2323.341
PL	2263.496	PL	2326.651
PL	2265.071	BN 4-1	2329.313
PL	2267.770	CHECK	
BN 0-2	2269.104	BN 4-1	2329.313
BN 1-1	2247.295	PL	2328.021
PL	2244.991	PL	2326.060
PL	2243.751	PL	2323.609
PL	2240.622	PL	2322.634
1+120.00	2239.657	PL	2321.311
1+140.00	2237.637	PL	2318.941
PL	2238.019	PL	2316.514
1+149.09	2236.843	PL	2314.321
1+160.00	2235.795	PL	2312.774
1+161.25	2235.686	PL	2309.399
PL	2236.477	PL	2307.966
1+180.00	2234.238	PL	2306.246

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+188.92	2233.681	PL	2303.879
1+200.00	2233.021	PL	2303.291
PL	2233.311	PL	2301.306
1+220.00	2232.067	PL	2299.513
1+240.00	2231.056	PL	2297.839
1+260.00	2230.138	PL	2295.845
PL	2231.365	PL	2293.921
1+280.00	2229.628	PL	2292.364
PL	2231.667	PL	2291.060
1+300.00	2229.344	PL	2289.412
PL	2231.926	PL	2285.824
PL	2230.165	PL	2283.763
1+320.00	2229.050	PL	2283.182
1+340.00	2229.511	PL	2281.748
1+350.63	2229.961	PL	2279.811
1+360.00	2230.583	PL	2278.455
PL	2230.360	PL	2276.934
1+379.07	2232.242	PL	2274.024
1+380.00	2232.334	PL	2272.183
1+400.00	2234.025	PL	2268.489
PL	2232.854	PL	2266.122
1+419.36	2235.247	PL	2264.515
1+420.00	2235.273	PL	2263.434
PL	2235.281	PL	2262.587
1+438.44	2235.703	PL	2260.877
1+440.00	2235.699	PL	2259.978
1+460.00	2235.112	BN 3-2	2257.798
PL	2235.271	BN 4-1	2329.311
1+479.04	2234.055	PL	2329.708
1+480.00	2234.009	PL	2327.774
BN 1-2	2234.012	PL	2325.304
CHECK		PL	2322.968
BN 1-2	2234.012	4+020.00	2322.135
PL	2235.688	PL	2322.328
PL	2236.358	4+035.40	2323.466
PL	2238.916	4+040.00	2323.843
PL	2241.028	4+048.07	2324.558
PL	2244.153	PL	2324.628
PL	2246.051	4+060.00	2325.695
BN 1-1	2247.289	PL	2325.359
BN 1-2	2234.015	4+080.00	2327.613
1+500.00	2233.110	PL	2328.155
PL	2234.389	4+100.00	2329.950
1+512.70	2232.632	PL	2329.624
PL	2234.336	4+120.00	2332.360
1+520.00	2232.294	PL	2331.532
PL	2233.884	PL	2334.525
PL	2232.293	4+140.00	2334.950
1+540.00	2230.827	4+143.90	2335.488
PL	2230.697	4+147.70	2336.000
1+552.75	2229.645	PL	2335.953
1+560.00	2228.877	4+160.00	2337.537
PL	2229.166	PL	2338.196
1+580.00	2226.350	4+178.24	2339.550

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+580.09	2226.342	4+180.00	2339.747
PL	2227.127	PL	2339.112
1+600.00	2224.075	4+200.00	2341.838
PL	2225.800	4+202.87	2342.115
1+615.30	2223.167	PL	2341.227
1+620.00	2223.014	4+220.00	2343.663
1+640.00	2222.538	PL	2342.405
PL	2224.118	4+226.17	2344.069
1+646.42	2222.405	PL	2343.306
1+660.00	2222.149	PL	2345.337
1+670.98	2221.907	4+240.00	2345.109
1+680.00	2221.764	4+244.35	2345.445
1+700.00	2221.676	4+260.00	2346.572
1+703.24	2221.732	4+280.00	2347.192
PL	2224.113	4+298.20	2347.391
1+720.00	2222.043	4+300.00	2347.400
PL	2224.354	4+320.00	2347.300
1+740.00	2222.176	4+340.00	2347.264
1+749.05	2222.287	4+350.43	2347.320
1+760.00	2222.047	4+355.81	2347.438
1+773.24	2222.477	4+360.00	2347.532
1+780.00	2222.823	4+375.14	2348.056
1+800.00	2223.437	4+380.00	2348.230
1+813.17	2223.283	4+391.14	2348.737
1+820.00	2223.097	4+400.00	2349.091
1+840.00	2222.311	PL	2348.440
1+860.00	2220.914	4+420.00	2349.962
PL	2222.510	4+421.62	2350.031
PL	2221.297	4+440.00	2350.632
1+878.57	2219.147	PL	2350.462
1+880.00	2219.030	4+440.49	2350.649
1+900.00	2218.258	4+460.00	2351.552
1+920.00	2217.826	4+476.70	2352.815
PL	2220.844	4+480.00	2353.068
1+922.46	2217.779	PL	2353.343
PL	2221.906	4+500.00	2354.534
PL	2218.609	4+520.00	2356.434
1+940.00	2217.284	PL	2355.622
1+957.17	2216.659	4+530.33	2357.623
1+959.94	2216.539	4+540.00	2358.859
1+960.00	2216.537	PL	2358.793
1+980.00	2215.346	4+560.00	2360.473
PL	2215.469	4+580.00	2361.973
1+988.82	2214.725	4+586.03	2362.372
BN 2-1	2217.069	PL	2362.123
CHECK		PL	2363.738
BN 2-1	2217.069	PL	2366.200
PL	2219.678	PL	2367.664
PL	2223.290	PL	2370.963
PL	2224.984	BN 4-2	2373.628
PL	2225.382	CHECK	
PL	2228.987	BN 4-2	2373.628
PL	2229.761	PL	2370.099
PL	2231.619	PL	2368.242

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

BN 1-2	2234.013	PL	2367.904
BN 2-1	2217.070	PL	2365.081
2+000.00	2213.809	PL	2362.674
PL	2215.567	PL	2360.105
PL	2214.216	PL	2358.065
2+008.09	2213.087	PL	2355.905
2+020.00	2212.027	PL	2352.777
PL	2212.073	PL	2352.330
2+029.33	2211.253	PL	2350.221
2+033.13	2210.952	PL	2347.922
2+040.00	2210.445	PL	2345.522
PL	2210.029	PL	2343.142
2+060.00	2208.286	PL	2342.844
2+066.18	2207.512	PL	2342.134
PL	2207.551	PL	2339.884
2+073.66	2206.507	PL	2337.469
2+080.00	2205.703	PL	2336.270
PL	2205.059	PL	2334.469
2+100.00	2204.502	PL	2332.669
2+120.00	2204.776	PL	2329.593
PL	2205.261	BN 4-1	2329.301
2+128.60	2205.154	BN 4-2	2373.633
2+140.00	2206.009	PL	2371.576
2+143.39	2206.270	PL	2369.406
2+160.00	2207.107	PL	2366.102
2+180.00	2207.060	PL	2363.770
2+185.95	2206.955	4+600.00	2363.266
2+197.17	2206.708	PL	2363.593
2+200.00	2206.636	4+620.00	2364.644
2+220.00	2206.599	4+624.81	2364.871
2+239.68	2207.535	4+640.00	2366.355
2+240.00	2207.549	PL	2366.278
2+250.55	2208.200	PL	2368.212
2+260.00	2208.761	4+657.41	2368.261
PL	2208.641	4+660.00	2368.508
2+280.00	2209.516	4+680.00	2370.517
2+293.26	2209.834	4+680.42	2370.559
2+300.00	2209.996	PL	2370.552
2+320.00	2210.416	4+700.00	2371.958
PL	2210.886	4+704.56	2372.479
2+331.10	2210.780	4+720.00	2373.657
2+340.00	2211.039	4+730.38	2373.639
2+360.00	2211.414	4+731.82	2373.638
2+380.00	2211.396	4+740.00	2373.711
2+381.19	2211.389	4+760.00	2373.272
2+397.33	2211.462	4+775.07	2372.969
2+400.00	2211.459	4+775.81	2372.937
2+420.00	2211.334	4+780.00	2372.865
2+438.17	2211.311	4+788.50	2372.923
2+440.00	2211.279	4+800.00	2373.264
2+460.00	2211.252	4+802.12	2373.370
2+463.19	2211.288	4+805.20	2373.502
2+480.00	2211.164	PL	2373.336
2+500.00	2210.994	4+820.00	2374.158

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

2+502.11	2210.956	4+824.55	2374.380
2+520.00	2210.750	4+840.00	2375.019
2+523.44	2210.718	4+840.78	2375.046
2+525.20	2210.706	PL	2374.144
PL	2212.398	4+857.50	2375.498
PL	2215.442	4+860.00	2375.672
PL	2216.447	4+866.51	2376.048
PL	2218.443	4+874.73	2376.552
PL	2221.603	PL	2374.873
PL	2223.865	4+880.00	2376.969
BN 2-2	2225.096	4+897.39	2378.229
CHECK		PL	2378.198
BN 2-2	2225.096	4+900.00	2378.432
PL	2222.580	4+920.00	2380.280
PL	2221.883	PL	2379.202
PL	2220.387	4+929.49	2381.270
BN 2-1	2217.074	4+940.00	2382.440
BN 2-2	2225.094	PL	2381.896
PL	2224.278	4+956.03	2384.206
PL	2221.764	4+960.00	2384.669
PL	2219.645	4+963.92	2385.142
PL	2218.718	PL	2385.304
PL	2217.746	4+980.00	2386.616
PL	2215.982	4+983.09	2386.894
PL	2213.134	4+997.02	2387.712
PL	2211.377	5+000.00	2387.932
PL	2210.024	PL	2386.120
2+540.00	2210.467	5+016.73	2389.556
2+546.15	2210.603	PL	2388.814
2+560.00	2210.798	5+020.00	2389.874
2+574.87	2210.906	5+028.35	2390.695
2+580.00	2210.910	5+040.00	2391.615
2+600.00	2211.129	PL	2389.932
2+610.91	2211.364	5+057.06	2392.375
2+620.00	2211.664	PL	2392.718
2+640.00	2212.778	5+060.00	2392.430
PL	2212.911	5+080.00	2392.578
2+660.00	2214.016	5+095.39	2392.798
2+673.72	2214.595	5+100.00	2392.864
2+680.00	2214.821	5+120.00	2393.362
2+700.00	2215.173	5+140.00	2394.069
2+701.07	2215.177	5+140.29	2394.090
2+720.00	2215.530	5+160.00	2395.253
2+740.00	2215.830	5+160.94	2395.319
PL	2214.906	PL	2395.861
2+741.72	2215.858	5+180.00	2396.725
2+760.00	2216.164	5+189.86	2397.326
2+780.00	2216.182	5+199.50	2397.645
2+788.48	2216.239	5+200.00	2397.663
2+800.00	2216.242	5+220.00	2398.510
2+820.00	2216.371	PL	2398.168
2+840.00	2216.480	5+240.00	2399.069
2+845.04	2216.456	5+249.04	2399.246
2+860.00	2215.825	5+260.00	2399.521

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

2+880.00	2215.461	PL	2399.738
2+900.00	2215.424	5+280.00	2400.239
2+905.41	2215.469	5+300.00	2400.716
2+920.00	2215.915	5+312.08	2400.263
2+940.00	2217.019	5+320.00	2399.903
PL	2217.701	PL	2399.348
2+960.00	2217.641	5+340.00	2398.911
2+980.00	2218.086	5+343.44	2398.753
3+000.00	2218.811	5+360.00	2398.367
3+011.53	2218.961	PL	2397.780
3+020.00	2219.063	PL	2395.116
3+039.19	2219.284	PL	2392.816
3+040.00	2219.294	BN 5-1	2390.446
3+060.00	2219.730	CHECK	
3+060.84	2219.753	BN 5-1	2390.446
3+080.00	2220.303	PL	2387.252
3+087.26	2220.534	PL	2384.981
3+100.00	2220.982	PL	2382.830
3+104.63	2221.221	PL	2382.170
PL	2220.549	PL	2379.324
3+120.00	2222.272	PL	2376.614
3+134.57	2223.370	PL	2375.481
PL	2222.271	BN 4-2	2373.641
3+140.00	2223.787	BN 5-1	2390.442
BN 3-1	2225.124		
CHECK			

d) Extracción y acarreo de materiales

Remoción de los materiales producto de las excavaciones y cortes y su transporte para su posterior utilización en la formación de terraplenes o la capa de revestimiento. Esta actividad está enmarcada por lo anteriormente descrito en cuanto a la utilización de maquinaria pesada para la realización de la labor, con la ayuda de camiones tipo volteo.

El acarreo de los materiales extraídos deberá ser transportado en condiciones especiales para evitar generar impactos negativos a la calidad del aire, estas condiciones se presentan en las medidas de mitigación enmarcadas en el capítulo VI del presente documento.

e) Formación y compactación de terraplenes

Se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto, para ampliar la corona, cimentar estructuras y tender taludes. Los terraplenes que corresponden a este proyecto se ejecutarán conforme a los conceptos de trabajo que se relacionan a continuación:

- Compactación del terreno natural, en el área del desplante de los terraplenes, en la superficie de terraplenes existentes, en la cama de los cortes, tendido y compactado al 100% de su P.V.S.M.
- Formación y compactación de terraplenes existentes y sus cuñas de sobreancho compactadas al 95%.
- Mezclado, tendido y compactado de la capa subrasante formada con material seleccionado compactado al 100%.

Las zonas inestables que se detecten al compactarse el área descubierta, deberán corregirse adecuadamente. El volumen a utilizar para la conformación de los terraplenes será de 15,189 m³. El detalle de datos de la subrasante para la formación de terraplenes se muestra en la tabla 2.9.

Tabla 2.9. Datos el reporte de subrasante para la formación de terraplenes

Estación	Pendiente	Estación	Pendiente
0+000.00	1.513%	2+720.00	1.500%
0+010.00	1.513%	2+740.00	1.500%
0+014.30	1.513%	2+741.72	1.500%
0+020.00	1.513%	2+750.00	1.500%
0+030.00	11.000%	2+760.00	1.500%
0+030.34	11.000%	2+770.00	0.500%

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

0+038.64	11.000%	2+780.00	0.500%
0+040.00	11.000%	2+788.48	0.500%
0+050.00	11.000%	2+790.00	0.500%
0+060.00	11.000%	2+800.00	0.500%
0+069.40	11.000%	2+820.00	0.500%
0+080.00	11.000%	2+840.00	-2.600%
0+100.00	11.000%	2+845.04	-2.600%
0+120.00	11.000%	2+860.00	-2.600%
0+140.00	10.500%	2+865.00	-2.600%
0+150.94	10.500%	2+880.00	-2.600%
0+160.00	10.500%	2+895.00	4.000%
0+175.48	10.500%	2+900.00	4.000%
0+180.00	10.500%	2+905.41	4.000%
0+200.00	10.500%	2+920.00	4.000%
0+210.00	10.500%	2+925.00	4.000%
0+220.00	10.500%	2+940.00	4.000%
0+223.13	10.500%	2+960.00	2.500%
0+230.00	2.700%	2+980.00	2.500%
0+240.00	2.700%	3+000.00	2.500%
0+247.16	2.700%	3+011.53	2.500%
0+250.00	2.700%	3+020.00	1.500%
0+260.00	2.700%	3+039.19	1.500%
0+280.00	2.700%	3+040.00	1.500%
0+296.42	2.700%	3+060.00	1.500%
0+300.00	2.700%	3+060.84	1.500%
0+320.00	2.700%	3+075.00	1.500%
0+326.34	2.700%	3+080.00	1.500%
0+340.00	2.700%	3+087.26	1.500%
0+358.82	2.700%	3+100.00	1.500%
0+360.00	2.700%	3+104.63	1.500%
0+380.00	2.700%	3+115.00	11.000%
0+387.37	2.700%	3+120.00	11.000%
0+400.00	2.600%	3+134.57	11.000%
0+404.62	2.600%	3+140.00	11.000%
0+420.00	2.600%	3+155.00	11.000%
0+430.15	2.600%	3+157.16	11.000%
0+440.00	2.600%	3+160.00	11.000%
0+460.00	4.286%	3+180.00	11.000%
0+473.42	4.286%	3+200.00	11.000%
0+480.00	4.286%	3+220.00	11.000%
0+500.00	4.286%	3+222.79	11.000%
0+503.74	4.286%	3+240.00	11.000%
0+510.00	4.286%	3+244.45	11.000%
0+520.00	4.286%	3+260.00	11.000%
0+530.00	8.500%	3+267.96	11.000%
0+540.00	8.500%	3+273.78	11.000%
0+548.29	8.500%	3+280.00	10.000%
0+550.00	8.500%	3+300.00	10.000%
0+560.00	8.500%	3+300.89	10.000%
0+570.00	8.500%	3+310.98	10.000%
0+580.00	8.500%	3+316.73	10.000%
0+600.00	8.500%	3+320.00	10.000%
0+618.36	8.500%	3+335.71	10.000%
0+620.00	-10.000%	3+340.00	10.000%

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

0+626.92	-10.000%	3+360.00	10.000%
0+640.00	-10.000%	3+380.00	10.000%
0+660.00	-10.000%	3+400.00	10.000%
0+670.00	-10.000%	3+415.87	10.000%
0+678.47	-10.000%	3+420.00	10.000%
0+680.00	-10.000%	3+440.00	10.000%
0+682.36	-10.000%	3+445.25	10.000%
0+700.00	-10.000%	3+450.00	10.000%
0+720.00	-12.800%	3+460.00	10.000%
0+731.50	-12.800%	3+470.00	13.900%
0+740.00	-12.800%	3+473.89	13.900%
0+760.00	-12.800%	3+480.00	13.900%
0+780.00	-12.800%	3+490.00	13.900%
0+796.07	-12.800%	3+492.19	13.900%
0+800.00	-12.800%	3+500.00	13.900%
0+820.00	-11.000%	3+504.45	13.900%
0+824.46	-11.000%	3+515.00	13.900%
0+832.51	-11.000%	3+520.00	13.900%
0+840.00	-11.000%	3+530.51	13.900%
0+860.00	-11.000%	3+535.00	4.300%
0+865.00	-11.000%	3+540.00	4.300%
0+867.18	-11.000%	3+548.14	4.300%
0+880.00	-11.000%	3+555.00	4.300%
0+895.00	-1.000%	3+560.00	4.300%
0+899.31	-1.000%	3+573.52	4.300%
0+900.00	-1.000%	3+578.40	4.300%
0+920.00	-1.000%	3+580.00	4.300%
0+921.35	-1.000%	3+585.00	4.300%
0+925.00	-1.000%	3+600.00	4.300%
0+931.27	-1.000%	3+602.09	4.300%
0+935.00	-1.000%	3+615.00	12.000%
0+940.00	-1.000%	3+620.00	12.000%
0+960.00	-3.077%	3+630.52	12.000%
0+980.00	-3.077%	3+640.00	12.000%
0+997.11	-3.077%	3+645.00	12.000%
1+000.00	-3.077%	3+659.24	12.000%
1+018.73	-3.077%	3+660.00	12.000%
1+020.00	-3.077%	3+680.00	12.000%
1+040.00	-3.077%	3+684.99	12.000%
1+047.33	-3.077%	3+700.00	12.000%
1+056.90	-3.077%	3+720.00	12.000%
1+060.00	-3.077%	3+721.30	12.000%
1+070.00	-3.077%	3+736.91	12.000%
1+080.00	-3.077%	3+740.00	12.000%
1+090.00	-10.000%	3+760.00	10.000%
1+097.20	-10.000%	3+771.35	10.000%
1+100.00	-10.000%	3+780.00	10.000%
1+106.42	-10.000%	3+788.97	10.000%
1+110.00	-10.000%	3+798.22	10.000%
1+120.00	-10.000%	3+800.00	10.000%
1+140.00	-10.000%	3+820.00	13.900%
1+149.09	-10.000%	3+820.33	13.900%
1+150.00	-10.000%	3+835.38	13.900%
1+160.00	-10.000%	3+840.00	13.900%

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+161.25	-10.000%	3+860.00	13.900%
1+180.00	-4.400%	3+863.11	13.900%
1+188.92	-4.400%	3+880.00	13.900%
1+200.00	-4.400%	3+900.00	13.900%
1+210.00	-4.400%	3+920.00	13.900%
1+220.00	-4.400%	3+938.89	13.900%
1+240.00	-4.400%	3+940.00	13.900%
1+260.00	-4.400%	3+960.00	13.900%
1+270.00	-4.400%	3+971.19	13.900%
1+280.00	-4.400%	3+980.00	13.900%
1+300.00	-4.400%	3+991.19	13.900%
1+320.00	8.000%	4+000.00	13.900%
1+340.00	8.000%	4+020.00	10.000%
1+350.63	8.000%	4+035.40	10.000%
1+360.00	8.000%	4+040.00	10.000%
1+370.00	8.000%	4+048.07	10.000%
1+379.07	8.000%	4+060.00	10.000%
1+380.00	8.000%	4+080.00	12.000%
1+400.00	8.000%	4+100.00	12.000%
1+419.36	8.000%	4+120.00	12.000%
1+420.00	8.000%	4+140.00	12.000%
1+430.00	-4.500%	4+143.90	12.000%
1+438.44	-4.500%	4+147.70	12.000%
1+440.00	-4.500%	4+160.00	12.000%
1+460.00	-4.500%	4+178.24	12.000%
1+479.04	-4.500%	4+180.00	12.000%
1+480.00	-4.500%	4+200.00	8.333%
1+500.00	-4.500%	4+202.87	8.333%
1+512.70	-4.500%	4+220.00	8.333%
1+520.00	-4.500%	4+226.17	8.333%
1+540.00	-12.500%	4+240.00	8.333%
1+552.75	-12.500%	4+244.35	8.333%
1+560.00	-12.500%	4+260.00	0.750%
1+570.00	-12.500%	4+280.00	0.750%
1+580.00	-12.500%	4+298.20	0.750%
1+580.09	-12.500%	4+300.00	0.750%
1+600.00	-12.500%	4+320.00	0.750%
1+615.30	-12.500%	4+340.00	0.750%
1+620.00	0.500%	4+345.00	0.750%
1+640.00	0.500%	4+350.43	0.750%
1+646.42	0.500%	4+355.81	0.750%
1+660.00	0.500%	4+360.00	0.750%
1+670.00	0.500%	4+365.00	4.000%
1+670.98	0.500%	4+375.14	4.000%
1+680.00	0.500%	4+380.00	4.000%
1+700.00	0.500%	4+385.00	4.000%
1+703.24	0.500%	4+391.14	4.000%
1+720.00	0.500%	4+400.00	4.000%
1+740.00	0.500%	4+420.00	4.000%
1+749.05	0.500%	4+421.62	4.000%
1+760.00	2.800%	4+440.00	4.000%
1+773.24	2.800%	4+440.49	4.000%
1+780.00	2.800%	4+460.00	4.000%
1+790.00	2.800%	4+470.00	9.500%

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

1+800.00	2.800%	4+476.70	9.500%
1+813.17	2.800%	4+480.00	9.500%
1+820.00	-7.900%	4+500.00	9.500%
1+840.00	-7.900%	4+520.00	9.500%
1+850.00	-7.900%	4+530.33	9.500%
1+860.00	-7.900%	4+540.00	9.500%
1+878.57	-7.900%	4+550.00	9.500%
1+880.00	-3.000%	4+560.00	9.500%
1+900.00	-3.000%	4+570.00	6.500%
1+920.00	-3.000%	4+580.00	6.500%
1+922.46	-3.000%	4+586.03	6.500%
1+940.00	-3.000%	4+590.00	6.500%
1+950.00	-3.000%	4+600.00	6.500%
1+957.17	-3.000%	4+610.00	6.500%
1+959.94	-3.000%	4+620.00	6.500%
1+960.00	-3.000%	4+624.81	6.500%
1+970.00	-8.500%	4+630.00	10.000%
1+980.00	-8.500%	4+640.00	10.000%
1+988.82	-8.500%	4+650.00	10.000%
1+990.00	-8.500%	4+657.41	10.000%
2+000.00	-8.500%	4+660.00	10.000%
2+008.09	-8.500%	4+680.00	10.000%
2+020.00	-8.500%	4+680.42	10.000%
2+029.33	-8.500%	4+690.00	10.000%
2+033.13	-8.500%	4+700.00	10.000%
2+040.00	-8.500%	4+704.56	10.000%
2+050.00	-13.800%	4+720.00	-2.100%
2+060.00	-13.800%	4+730.38	-2.100%
2+065.00	-13.800%	4+731.82	-2.100%
2+066.18	-13.800%	4+740.00	-2.100%
2+073.66	-13.800%	4+750.00	-2.100%
2+080.00	-13.800%	4+760.00	-2.100%
2+095.00	5.769%	4+775.07	-2.100%
2+100.00	5.769%	4+775.81	-2.100%
2+120.00	5.769%	4+780.00	-2.100%
2+125.00	5.769%	4+788.50	-2.100%
2+128.60	5.769%	4+790.00	4.300%
2+140.00	5.769%	4+800.00	4.300%
2+143.39	5.769%	4+802.12	4.300%
2+160.00	-1.250%	4+805.20	4.300%
2+180.00	-1.250%	4+820.00	4.300%
2+185.95	-1.250%	4+824.55	4.300%
2+197.17	-1.250%	4+840.00	4.300%
2+200.00	-1.250%	4+840.78	4.300%
2+220.00	5.500%	4+857.50	4.300%
2+239.68	5.500%	4+860.00	4.300%
2+240.00	5.500%	4+866.51	4.300%
2+250.55	5.500%	4+874.73	4.300%
2+255.00	5.500%	4+880.00	9.500%
2+260.00	5.500%	4+897.39	9.500%
2+275.00	1.877%	4+900.00	9.500%
2+280.00	1.877%	4+920.00	9.500%
2+293.26	1.877%	4+929.49	9.500%
2+295.00	1.877%	4+940.00	9.500%

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

2+300.00	1.877%	4+956.03	9.500%
2+320.00	1.877%	4+960.00	9.500%
2+331.10	1.877%	4+963.92	9.500%
2+340.00	1.877%	4+980.00	9.500%
2+360.00	1.877%	4+983.09	9.500%
2+370.00	1.877%	4+997.02	9.500%
2+380.00	1.877%	5+000.00	9.500%
2+381.19	1.877%	5+016.73	9.500%
2+390.00	-0.500%	5+020.00	9.500%
2+397.33	-0.500%	5+028.35	9.500%
2+400.00	-0.500%	5+040.00	2.000%
2+410.00	-0.500%	5+057.06	2.000%
2+420.00	-0.500%	5+060.00	2.000%
2+438.17	-0.500%	5+080.00	2.000%
2+440.00	-0.500%	5+095.39	2.000%
2+460.00	-0.500%	5+100.00	2.000%
2+463.19	-0.500%	5+110.00	2.000%
2+480.00	-0.500%	5+120.00	2.000%
2+500.00	-0.500%	5+130.00	6.000%
2+502.11	-0.500%	5+140.00	6.000%
2+520.00	-0.500%	5+140.29	6.000%
2+523.44	-0.500%	5+150.00	6.000%
2+525.20	-0.500%	5+160.00	6.000%
2+540.00	-0.500%	5+160.94	6.000%
2+546.15	-0.500%	5+180.00	6.000%
2+560.00	1.234%	5+189.86	6.000%
2+574.87	1.234%	5+199.50	6.000%
2+580.00	1.234%	5+200.00	3.000%
2+590.00	1.234%	5+220.00	3.000%
2+600.00	1.234%	5+240.00	3.000%
2+610.00	5.000%	5+249.04	3.000%
2+610.91	5.000%	5+260.00	3.000%
2+620.00	1.513%	5+280.00	3.000%
2+630.00	5.000%	5+300.00	-4.132%
2+640.00	5.000%	5+312.08	-4.132%
2+660.00	5.000%	5+320.00	-4.132%
2+673.72	5.000%	5+340.00	-4.132%
2+680.00	1.500%	5+343.44	-4.132%
2+700.00	1.500%	5+360.00	0.000%
2+701.07	1.500%		

f) Formación de la capa subrasante

Se refiere al mezclado, tendido y compactado de la capa subrasante, formado con material seleccionado y compactado al 100%, en un volumen de 8,395 m³.

g) Almacenamiento temporal de materiales

A lo largo del tramo del camino a construir se dispondrán de lugares destinados al almacenamiento temporal de los materiales extraídos por actividades previas como desmonte y cortes, dichos materiales serán dispuestos en lugares determinados mediante supervisión previa, cabe señalar que los sitios que se seleccionen no requerirán más que desmonte, no se realizarán cortes en ellos y se rehabilitarán con flora nativa una vez concluida la obra como se propone posteriormente y se recomienda en las medidas de mitigación.

Para la correcta disposición de los materiales se cuidará que estos lugares de disposición se encuentren en zonas con pendiente de hasta 5° y lejos de las corrientes de agua intermitentes que ocurren en el trayecto, esto obedece a que se debe de cuidar que la erosión hídrica sea la menor en el material que posteriormente se utilizará en la capa de revestimiento.

h) Excavación para estructuras y obras complementarias

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, cunetas y otras obras. Además, incluye la carga, transporte y descarga de todos los materiales excavados sobrantes en un volumen de 1,586.57 m³, de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos de la obra. Así como la construcción de cunetas, lavaderos y bordillos.

i) Obras de drenaje menor

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, y la facilidad de acceso de las comunidades beneficiadas por el proyecto.

Para las obras de drenaje menor se efectuará la excavación para estructuras y posteriormente el relleno, en total el movimiento de tierra derivado de estas actividades será de 2,185.30 m³, a continuación, se describen las obras de drenaje menor por estación, detallando los conceptos y cantidades de obra.

Tabla 2.10 Estación 0+935.00

Estación 0+935.00		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	9.7	m
Tramos de 1.22 m	8.0	pza
Concreto ciclope	18.6	m ³
Zampeado	0.7	m ³
Excavación clasificación (30 – 70 - 00)	146.8	m ³
Drena a la izquierda		

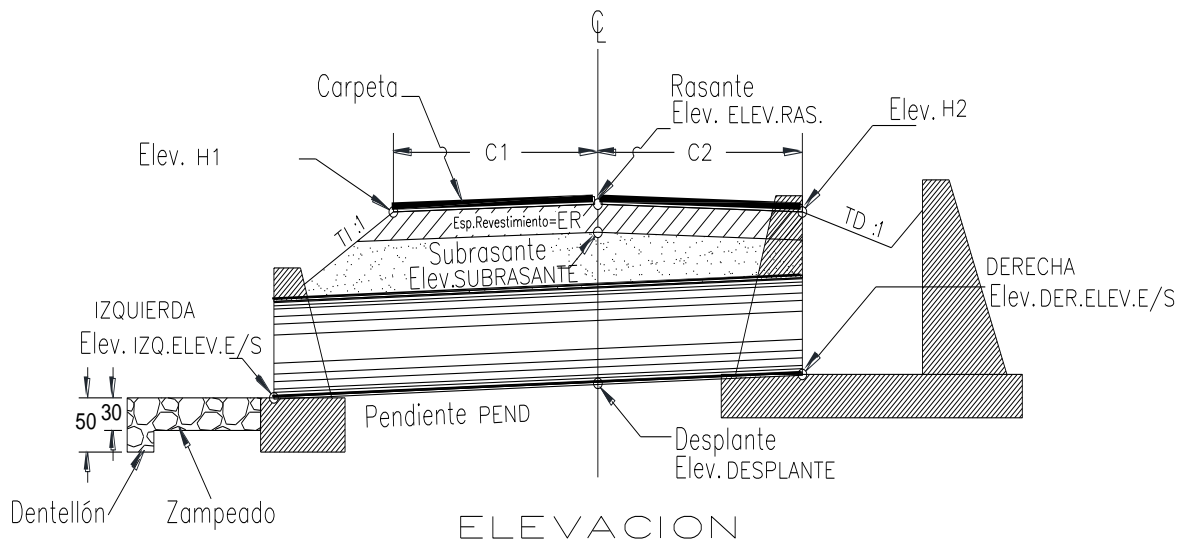


Figura 2.4 Planta estación 0+935.00

Tabla 2.11 Estación 2+220.00

Estación 2+220.00		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	9.7	m
Tramos de 1.22 m	8.0	pza.
Concreto ciclópeo	18.6	m ³
Zampeado	0.7	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	113.0	m ³
Drena a la derecha		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

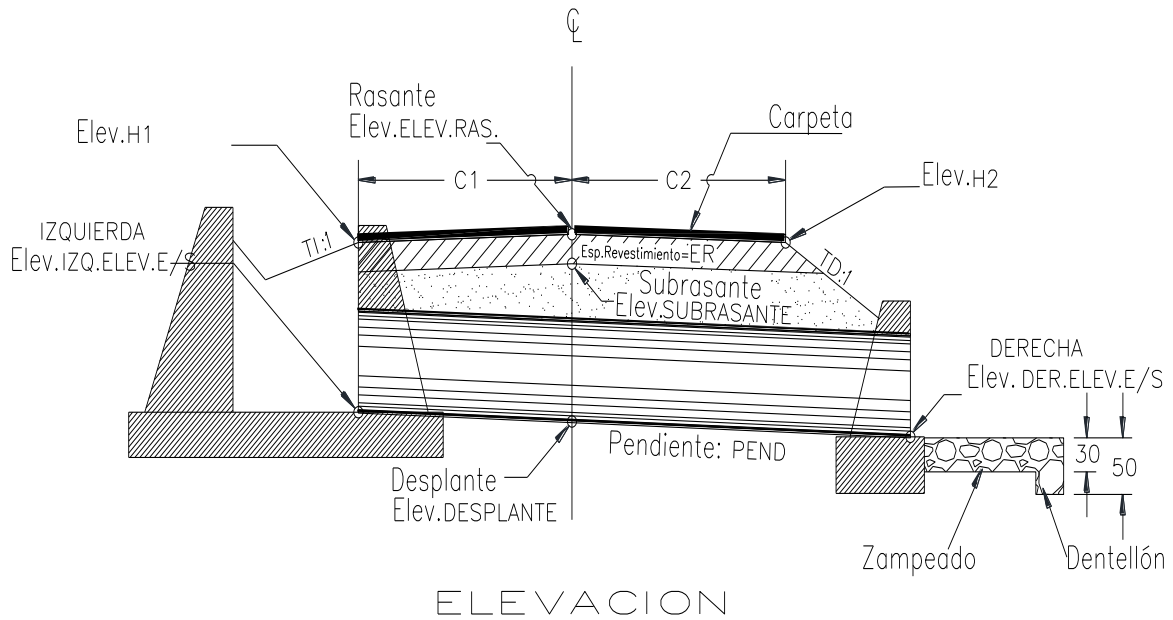


Figura 2.5 Planta estación 2+220.00

Tabla 2.12 Estación 2+525.20

Estación 2+525.20		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	14.6	m
Tramos de 1.22 m	12.0	pza.
Concreto ciclópeo	19.1	m ³
Zampeado	1.5	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	132.5	m ³
Drena a la derecha		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

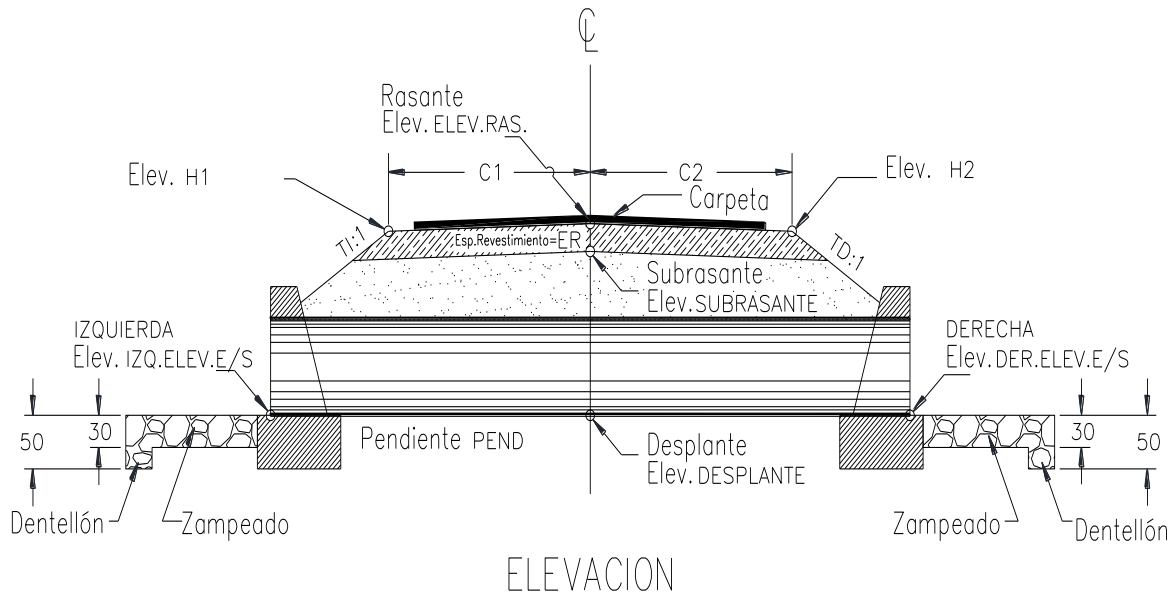


Figura 2.6 Planta estación 2+225.20

Tabla 2.13 Estación 3+316.73

Estación 3+316.73		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	15.8	m
Tramos de 1.22 m	13.0	pza.
Concreto ciclópeo	19.1	m ³
Zampeado	1.5	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	254.8	m ³
Drena a la derecha		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

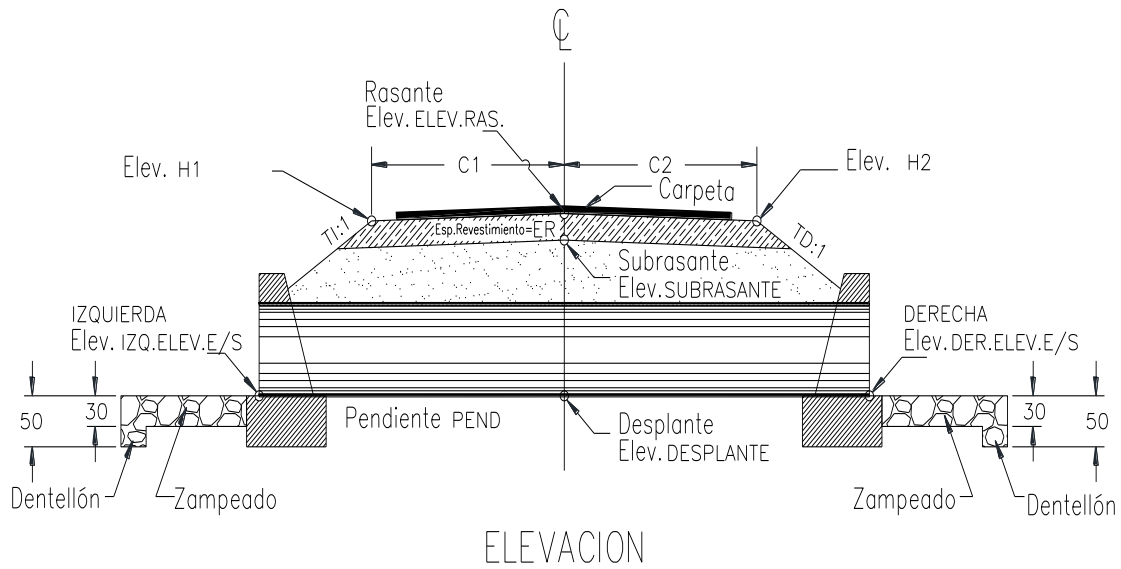


Figura 2.7 Planta estación 3+316.73

Tabla 2.14 Estación 3+798.22

Estación 3+798.22		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	9.7	m
Tramos de 1.22 m	8.0	pza.
Concreto ciclópeo	18.6	m ³
Zampeado	0.7	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	105.7	m ³
Drena a la derecha		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

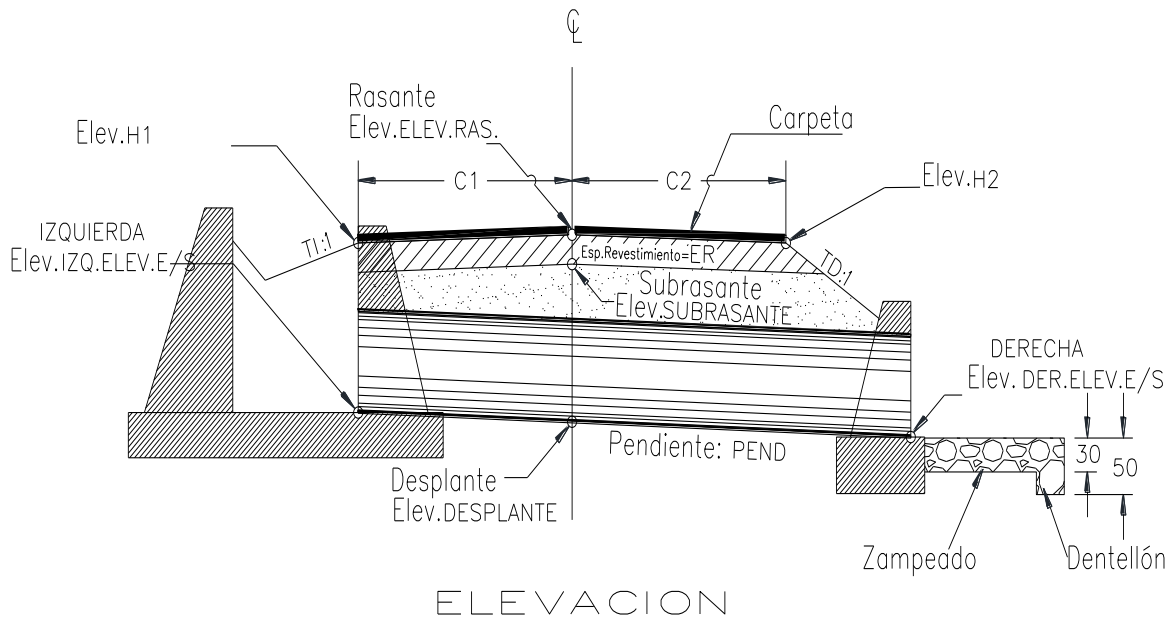


Figura 2.8 Planta estación 3+798.22

Tabla 2.15 Estación 3+880.00

Estación 3+880.00		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	9.7	m
Tramos de 1.22 m	8.0	pza.
Concreto ciclópeo	18.6	m ³
Zampeado	0.7	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	105.7	m ³
Drena a la derecha		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

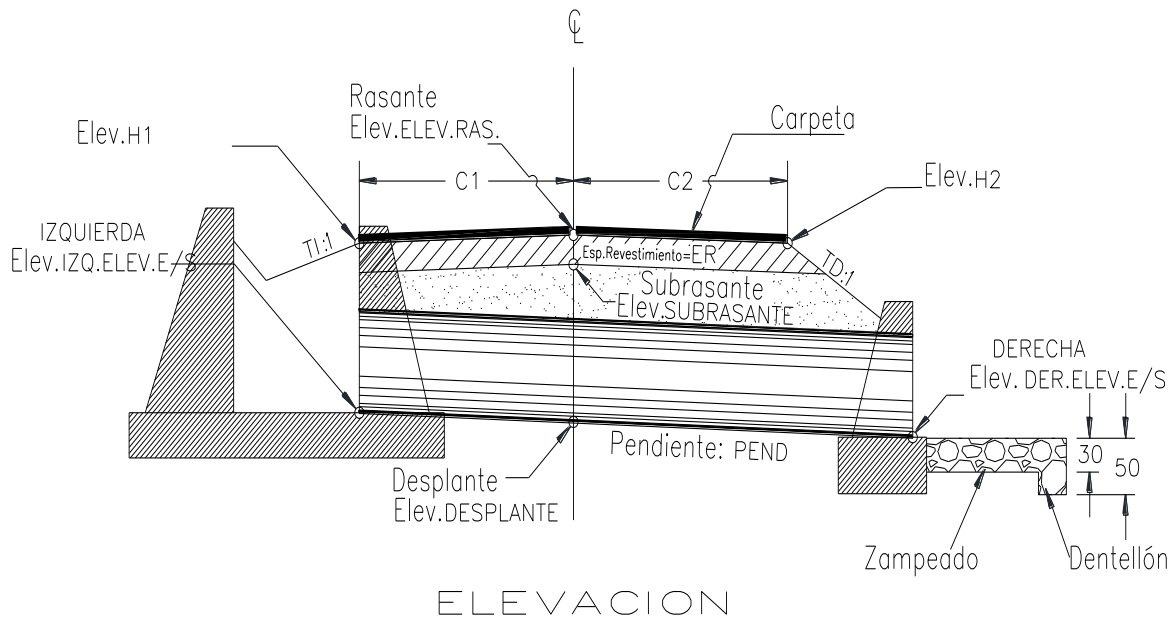


Figura 2.9 Planta estación 3+880.00

Tabla 2.16 Estación 4+350.43

Estación 4+350.43		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	11.0	m
Tramos de 1.22 m	9.0	pza.
Concreto ciclópeo	18.6	m ³
Zampeado	0.7	m ³
Excavación clasificación (20 – 80 - 00)	238.9	m ³
Drena a la izquierda		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

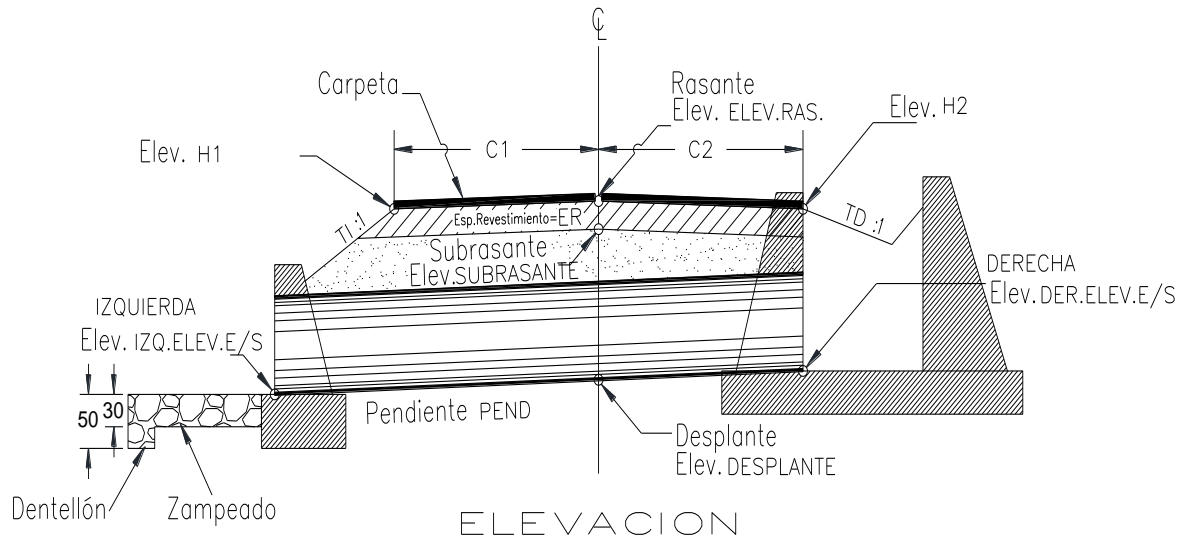


Figura 2.10 Planta estación 4+350.43

Tabla 2.17 Estación 4+704.56

Estación 4+704.56		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	12.2	m
Tramos de 1.22 m	10.0	pza.
Concreto ciclópeo	19.1	m ³
Zampeado	1.5	m ³
Excavación clasificación (20 – 80 - 00)	162.8	m ³
Drena a la izquierda		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

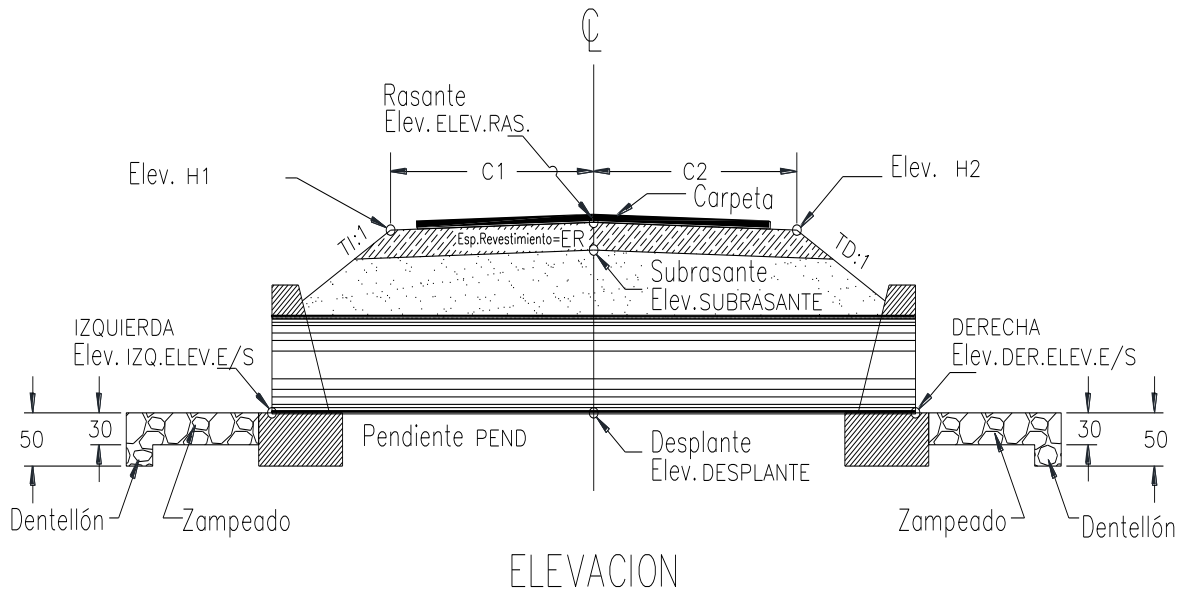


Figura 2.11 Planta estación 4+704.56

Tabla 2.18 Estación 4+788.50

Estación 4+788.50		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	11.0	m
Tramos de 1.22 m	9.0	pza.
Concreto ciclópeo	19.1	m ³
Zampeado	1.5	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	122.6	m ³
Drena a la izquierda		

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

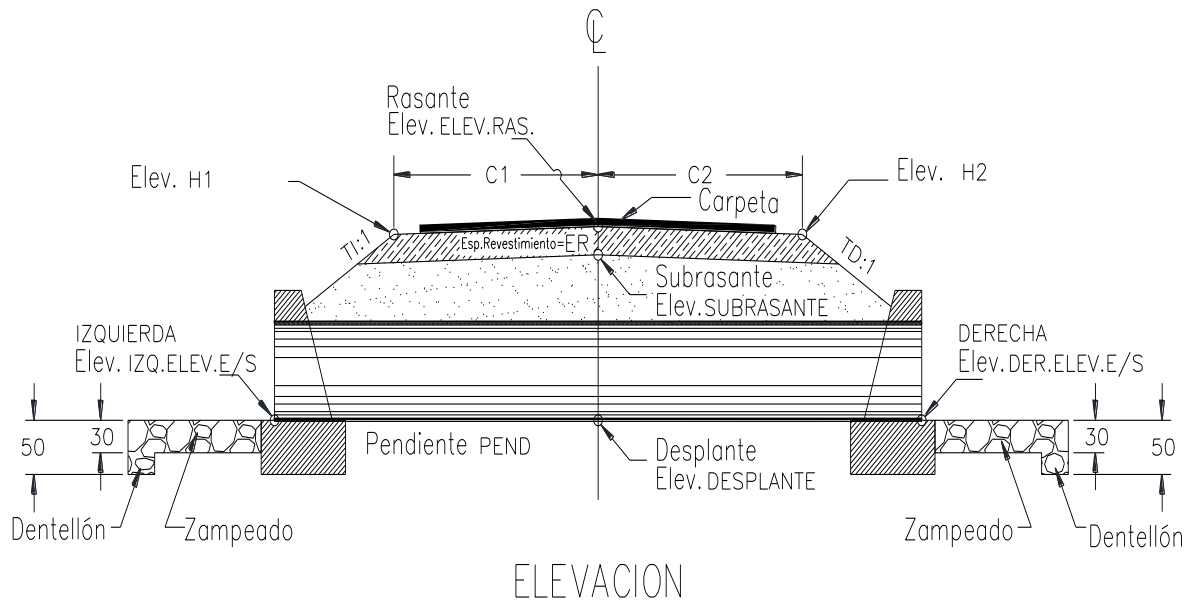


Figura 2.12 Planta estación 4+857.50

Tabla 2.19 Estación 4+788.50

Estación 4+857.50		
Concepto	Cantidad	Unidad
Tubo de 1.225 m de diámetro	13.4	m
Tramos de 1.22 m	11.0	pza.
Concreto ciclópeo	19.1	m ³
Zampeado	1.5	m ³
Excavación clasificación (40 – 60 - 00)	155.4	m ³
Drena a la izquierda		

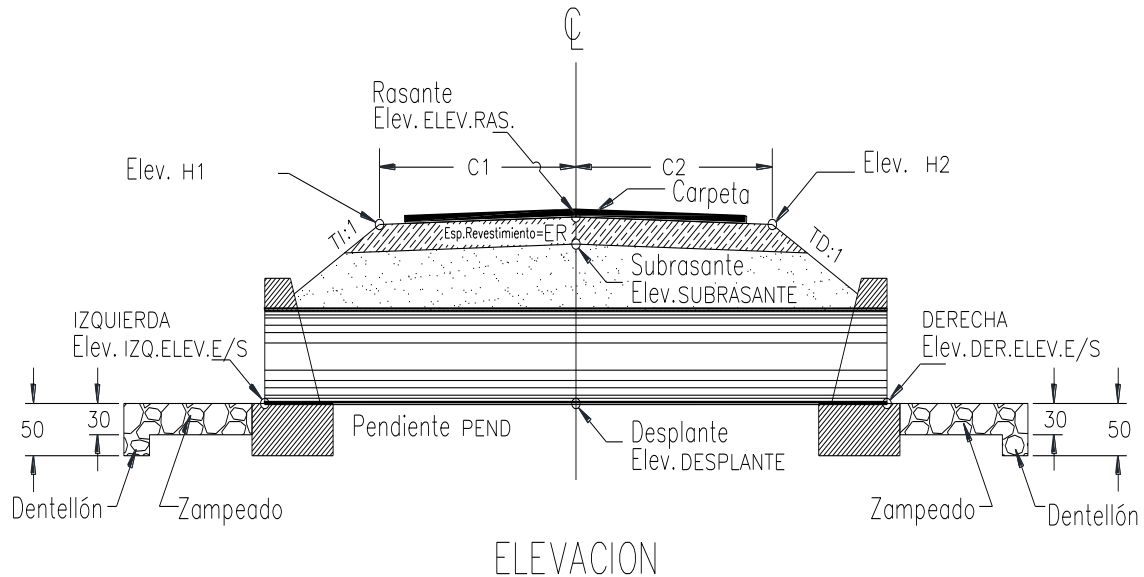


Figura 2.13 Planta estación 4+857.50

j) Construcción de base

Una vez perfilada y conformada la parte descubierta y teniendo los cortes perfilados adecuadamente conforme a lo previsto, se construirá en todo lo ancho y largo del camino, y utilizando los materiales recomendados anteriormente y que fueron determinados por laboratorio, se construirá una capa base de 20 cm de espesor, compactados al 100% de su peso volumétrico seco máximo determinado por el laboratorio.

En la siguiente se muestra el detalle de cortes y formación de terraplén con su respectiva capa de revestimiento formada por el producto de desmonte y cortes de 55 cm.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

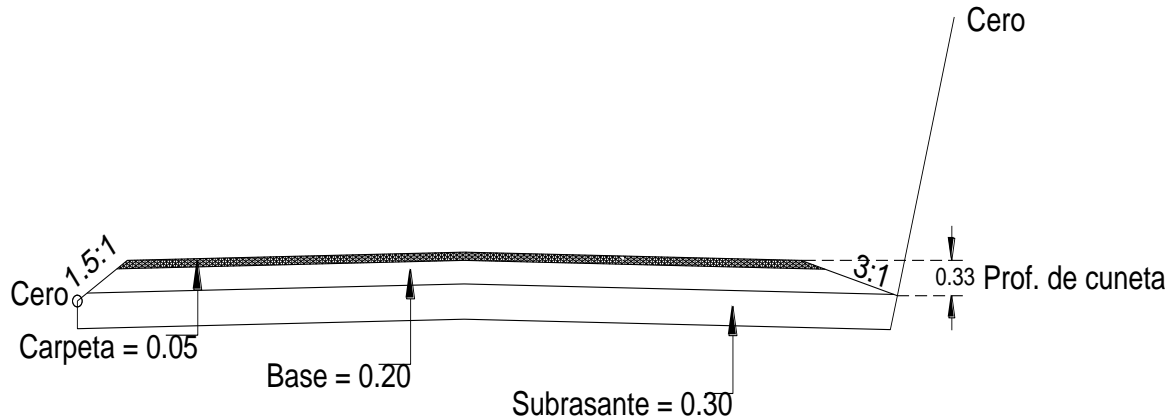


Figura 2.14 Detalle capa de revestimiento

A continuación, se presenta el reporte de curvas que conformarán el camino a construir en la siguiente tabla.

Tabla 2.20 Reporte de curvas horizontales

Curva	PI	Deflexión			Sentido
		°	'	..	
1	0+022.34	9	37	16	DER.
2	0+054.20	21	32	7	IZQ.
3	0+164.02	49	4	31	DER.
4	0+235.19	12	0	58	IZQ.
5	0+311.43	11	57	60	DER.
6	0+373.20	17	7	49	DER.
7	0+417.49	17	52	25	IZQ.
8	0+488.67	15	9	32	IZQ.
9	0+584.04	28	1	34	DER.
10	0+653.14	25	46	26	IZQ.
11	0+707.69	34	23	52	DER.
12	0+810.70	34	4	24	IZQ.
13	0+852.32	69	20	23	IZQ.
14	0+910.69	35	16	19	DER.
15	0+965.56	39	30	10	DER.
16	1+033.74	42	53	58	IZQ.
17	1+078.58	52	22	43	DER.
18	1+129.30	51	12	30	IZQ.
19	1+175.11	8	18	13	DER.
20	1+364.86	5	41	12	IZQ.
21	1+428.91	3	48	56	DER.
22	1+496.37	33	39	36	DER.
23	1+566.49	13	40	15	IZQ.
24	1+631.25	31	7	9	DER.
25	1+687.55	32	15	23	DER.
26	1+761.92	48	22	52	DER.
27	1+849.08	58	51	46	IZQ.
28	1+940.37	34	42	15	DER.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

29	1+974.49	17	19	37	IZQ.
30	2+018.77	14	52	6	DER.
31	2+053.28	82	38	35	IZQ.
32	2+103.45	54	56	13	DER.
33	2+168.03	72	20	17	IZQ.
34	2+219.46	42	30	23	DER.
35	2+273.75	55	30	57	IZQ.
36	2+359.24	65	7	18	DER.
37	2+422.10	81	40	58	IZQ.
38	2+482.84	19	27	27	IZQ.
39	2+534.89	18	10	1	DER.
40	2+593.28	28	49	50	DER.
41	2+687.66	27	21	28	IZQ.
42	2+765.58	28	3	5	IZQ.
43	2+877.15	48	17	37	DER.
44	3+025.40	11	3	54	IZQ.
45	3+074.08	10	34	4	IZQ.
46	3+119.66	11	58	40	DER.
47	3+190.56	26	15	1	DER.
48	3+256.37	23	30	17	IZQ.
49	3+288.57	56	54	42	IZQ.
50	3+324.17	49	28	15	DER.
51	3+430.59	8	48	54	DER.
52	3+483.17	23	47	39	DER.
53	3+518.35	49	30	23	IZQ.
54	3+561.04	25	23	4	DER.
55	3+590.25	4	44	14	DER.
56	3+644.90	8	36	57	IZQ.
57	3+711.73	108	55	50	DER.
58	3+761.06	103	18	47	IZQ.
59	3+805.60	47	3	10	DER.
60	3+850.44	55	28	37	IZQ.
61	3+956.08	48	27	7	DER.
62	4+014.46	44	12	17	IZQ.
63	4+102.33	67	5	3	DER.
64	4+163.06	15	16	9	DER.
65	4+214.80	30	17	23	IZQ.
66	4+271.45	16	9	21	DER.
67	4+365.57	19	19	56	DER.
68	4+407.24	45	42	53	IZQ.
69	4+459.51	43	26	47	DER.
70	4+561.84	66	50	15	IZQ.
71	4+644.55	81	29	18	DER.
72	4+751.39	149	52	34	IZQ.
73	4+772.54	129	44	19	DER.
74	4+789.98	52	37	34	IZQ.
75	4+815.04	25	9	6	DER.
76	4+854.39	46	18	39	IZQ.
77	4+886.21	22	39	33	DER.
78	4+943.80	53	5	15	IZQ.
79	4+973.56	15	19	51	DER.
80	5+006.89	7	53	9	IZQ.
81	5+044.04	57	25	5	DER.
82	5+118.26	26	56	7	IZQ.

83	5+176.13	43	23	23	DER.
84	5+228.45	74	19	5	IZQ.
85	5+327.80	9	24	25	DER.

k) Pavimentos

La carpeta asfáltica con mezcla en caliente es aquella que se construye mediante el tendido y compactación de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico modificado, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. El riego de liga consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con el objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima.

Sobre la capa subrasante terminada se construirá la capa de base hidráulica de 20 cm de espesor compacto, con agregado pétreo, el cual requiere de triturado parcial y cribado a tamaño máximo de 1 ½", dicho agregado se compactará al 100% de su peso específico seco máximo de laboratorio con la prueba AAHSTO modificada 5 capas.

El acabado de la capa será sensiblemente plano y no se deberá permitir deformaciones que produzcan flechas mayores a 1.5 cm, cuando se verifique la superficie con una regla de 3 m.

Sobre la base hidráulica barrida y limpia de impurezas, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento o superestable a razón de dos 2l/m² incluyendo el talud formado por el espesor de la base. Considerando el volumen de tránsito existente se protegerá el riego de impregnación con arena que cubrirá la superficie impregnada dejándola reposar cuando menos 24 horas para abrirla al tránsito que deberá controlarse a una velocidad no mayor de 40 km/hr.

Sobre la base impregnada después de haber verificado su calidad, se procederá a barrer con barredora mecánica la superficie para retirar la arena suelta y posteriormente se aplicará con petrolizadora, el riego de liga con emulsión asfáltica del tipo catiónica de rompimiento rápido, a razón de 0.8 l/m².

En planta estacionaria se fabricará el concreto asfáltico con el material pétreo proveniente del banco No. 1, indicado en el proyecto al que se le dará un tratamiento de triturado parcial y cribado a tamaño máximo de 19.0 mm a finos, cumpliendo con la granulometría indicada en las normas de calidad de la S.C.T y utilizando para la mezcla cemento asfáltico del tipo AC - 20 en proporción que indica el diseño Marshall correspondiente.

La mezcla fabricada y sobre el riego de liga, se procederá a aplicar con entendedora mecánica la mezcla asfáltica fabricada con temperatura entre los 130 a 150° C, para obtener 5 cm de espesor compactados al 95% confinados en prueba de laboratorio utilizando el equipo adecuado, cumpliendo con la granulometría indicada en las normas de calidad de la S.C.T y utilizando para la mezcla cemento asfáltico del tipo AC - 20 en la proporción que indica el diseño del contenido asfáltico elaborado por el laboratorio.

l) Manejo adecuado de residuos sólidos no pétreos

En el caso de los residuos sólidos no peligrosos como lo son las latas, envases de plástico, vidrio, cartón, etc., serán recolectados para su disposición final en un centro de acopio o en su caso serán recolectados para su disposición final en los tiraderos de las localidades.

Los residuos biodegradables serán reincorporados al suelo como materia orgánica y aquellos residuos no biodegradables serán depositados en contenedores para su posterior traslado y disposición en el basurero más próximo. Cabe mencionar que en el proyecto no es necesaria la utilización de servicios mayores como rellenos

sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, ni servicios de separación, manejo, tratamiento, reciclamiento o confinamiento de residuos, ya que no es trascendente la generación que se realiza en las actividades de ampliación y modernización del camino, los pocos residuos resultantes se depositaran en el tiradero de basura del municipio referido.

m) Manejo adecuado de aguas residuales

Para evitar que la gente que labora en las diferentes actividades del proyecto defeque al aire libre, se colocarán letrinas móviles las cuales deberán ser suministradas por la empresa encargada de ejecutar la obra. El retiro de las letrinas lo realizará una empresa autorizada para llevar a cabo estas actividades por lo que el manejo y la disposición final de los residuos sanitarios será responsabilidad del prestador del servicio.

Las acciones a realizar para la adecuada disposición de las aguas residuales se enmarcan en las medidas de mitigación en capítulos posteriores, sin embargo, todas las actividades que comprende la realización del proyecto de construcción del camino se realizarán lejos de cuerpos de agua mayores.

n) Planta de asfalto

La planta a utilizar será de tipo NOMAND que es una planta de asfalto de mezcla caliente, las cuales son móviles y elaboran hasta 118 toneladas métricas por hora, esta consta de cuatro unidades consistentes en un tanque portátil que calienta y almacena el asfalto líquido, un tambor mezclador que seca el agregado y lo mezcla con el cemento asfáltico líquido, una unidad transportadora que eleva la mezcla a una tolva elevada para que se pueda cargar en camiones y, una caseta de control portátil.

o) Señalización

En el desarrollo de la construcción del camino y donde lo indique la supervisión, se colocarán señalamientos preventivos, restrictivos e informativos que darán seguridad al usuario, al personal y al equipo de la empresa ejecutora en el movimiento vehicular. El señalamiento que se utilizará y colocará en el camino se subdivide en:

- Señalamiento de seguridad y protección durante el proceso de construcción.
- Señalamiento preventivo, restrictivo e informativo durante el proceso de construcción.

En el proyecto se indica la ubicación y tipo de señales verticales que se colocarán en el desarrollo del camino y en el informe técnico del proyecto se anexa la relación del número, ubicación y tipo de señales que corresponden al proyecto, además se señalan en este documento las especificaciones particulares contenidas en el Anexo 2

La fabricación y colocación de las señales está sujeta a los lineamientos marcados en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, última edición de la de la S. C. T. y en lo que no existiera norma alguna a lo indicado en las presentes especificaciones particulares (Figura 2.15).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

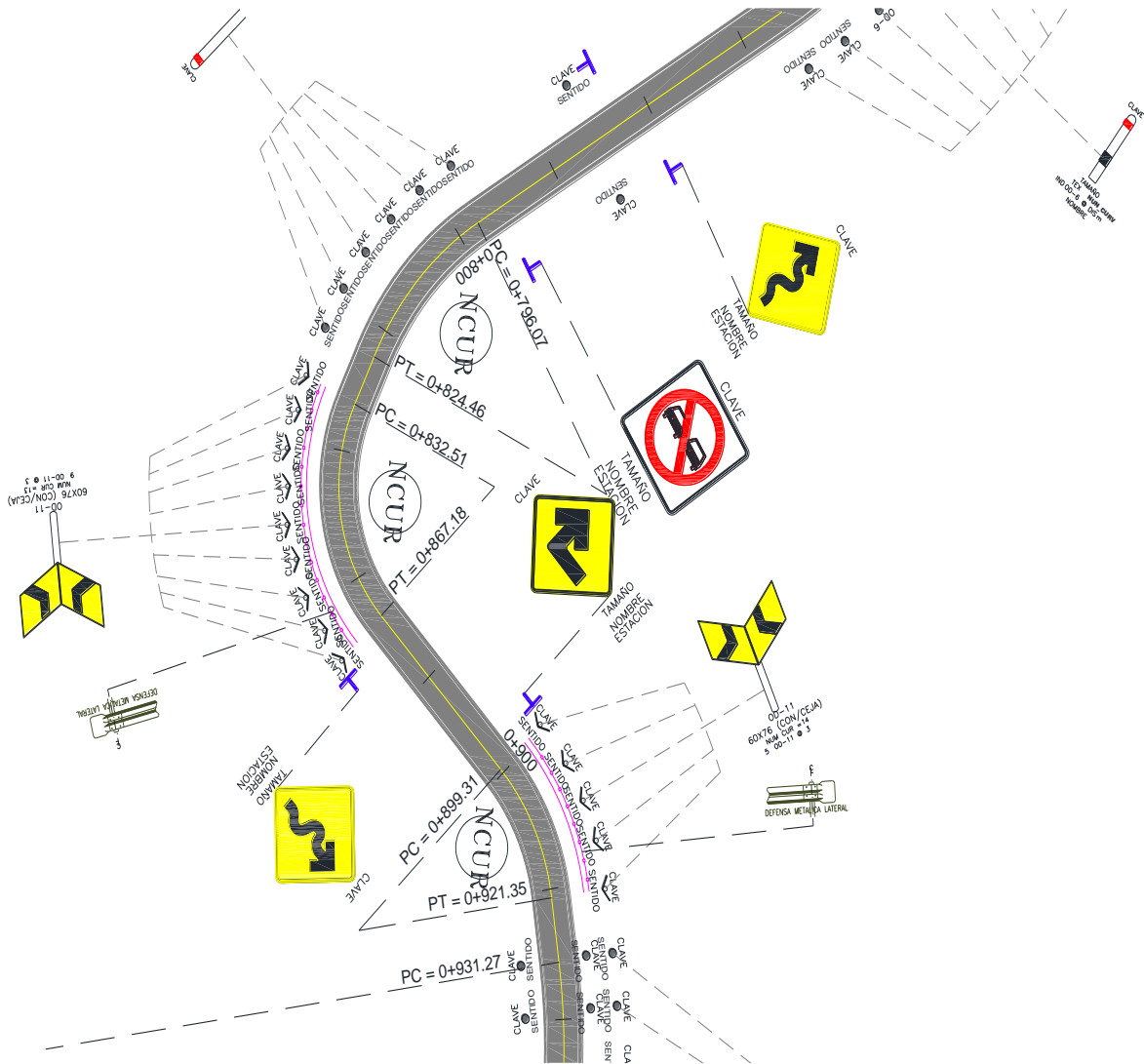


Figura 2.15 Señalización en el camino

p) Marcas en el pavimento

El pintado de rayas, signos, letras y cifras en el pavimento, se efectuará de acuerdo a lo señalado en el proyecto o lo señalado por la supervisión. Previamente a la aplicación de la pintura y el material reflejante, las superficies se barrerán y limpiarán en una franja de ancho igual al de la señal, más de 25 cm por cada lado, con la finalidad de eliminar el polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia de la pintura.

A continuación se trazan sobre el pavimento las marcas del señalamiento con la calidad y frecuencia necesarias para guiar el equipo utilizado en la aplicación del recubrimiento, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura la que previamente deberá ser autorizada por la supervisión, utilizándola tal como la entrega el fabricante y por ningún motivo se le adicionará adelgazador debiendo tener una viscosidad de 67 a 75 unidades Krebs a 25° C de secado al tacto en unos cinco minutos, secado duro de 20 a 30 minutos y cumplir con los requerimientos señalados en la normatividad.

La pintura que se aplique en el ancho estipulado deberá ser de 38 micrones (1.5 milésimas de pulgada) de pintura húmeda siendo en este caso cuando se aplique el material reflejante (esferas de vidrio) en una proporción de 700 gramos por litro de pintura. Las esferas de vidrio deberán cumplir con los requisitos señalados en la normatividad vigente. La raya central continua como se indica en el proyecto se pintará a lo largo de 16,080 m, además de la colocación de 501 indicadores de alineamiento y 806.42 m de defensa metálica galvanizada.

2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

a) Tránsito vehicular

Etapa en la cual la obra está dispuesta a brindar el servicio para lo que fue creada y cumplirá con los objetivos que al inicio del proyecto fueron planeados y que cumplen con los planes de desarrollo que son de importancia primaria para las comunidades beneficiadas.

Con anterioridad se mencionó que el **“Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360”**, se ubica en la región Sierra Norte en el estado de Oaxaca, en el distrito de Mixe, tendrá un aforo mínimo vehicular de 100 vehículos y un máximo de 500

vehículos, características correspondientes a un camino de tipo “E” pavimentado. Por lo anterior se define que con la operación de esta infraestructura el acceso a los servicios básicos, transporte de materias primas y artículos de primera necesidad será de manera más rápida y continúa beneficiando en gran medida a las localidades, al municipio y por ende al estado de Oaxaca.

b) Mantenimiento

Las actividades a las que se refiere esta sección son las de operación y conservación de la carretera, reposicionar señalamientos, reparación de tramos dañados, limpieza periódica del derecho de vía y de las obras hidráulicas.

La operación del camino no requiere de equipos, ni algún tipo de sistema. Se realizará un mantenimiento continuo al camino, principalmente en la época de lluvias, para ello Caminos y Aeropistas de Oaxaca y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cuenta con brigadas de bacheo, otras que dan mantenimiento al derecho de vía, otras que efectúan la remoción de escombros, emparejamiento, aplanado y limpieza.

Cada año se espera y proyecta el mantenimiento al camino previendo puntos críticos o propensos a deslaves que irremediablemente serán objeto de atención inmediata. Dentro de la operación y el mantenimiento que se le dará al camino está el de control de malezas, dentro de los cuáles existen varios métodos de control, sin embargo, en este camino se usará el método físico que consiste en arrancar manualmente las hierbas, así como utilizando machete, pala, pico, entre otros. Cabe destacar que esta actividad se realizara una vez al año después del periodo de lluvias.

El personal involucrado en la toma de decisiones sobre el programa de mantenimiento debe tener muy presente en todo momento la edad de la obra a

efecto de prever los recursos necesarios para un mantenimiento adecuado antes de alcanzar el período de diseño señalado en el proyecto.

2.3 Vida útil del proyecto

La vida útil del camino a la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec, se refiere al tiempo de vida estructural en el que el camino brindará un servicio óptimo sin rehabilitaciones mayores; para su determinación se considera como base lo establecido en la Ley del impuesto sobre la renta para el cálculo de los gastos diferidos, mismos que definen las cualidades del bien a tratar y su adecuada explotación.

En el Artículo 38 de la Ley de Impuesto sobre la renta se manifiesta que, para los efectos de esta Ley, se consideran inversiones los activos fijos, los gastos y cargos diferidos y las erogaciones realizadas en periodos preoperativos, cuyo concepto se señala a continuación:

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, el camino queda enmarcado como un activo fijo que es el conjunto de bienes tangibles que utilicen los contribuyentes para la realización de sus actividades y que se demeriten por el uso en el servicio del contribuyente y por el transcurso del tiempo. La adquisición o fabricación de estos bienes tendrá siempre como finalidad la utilización de los mismos para el desarrollo de las actividades del contribuyente, y no la de ser enajenados dentro del curso normal de sus operaciones.

Gastos diferidos son los activos intangibles representados por bienes o derechos que permitan reducir costos de operación, mejorar la calidad o aceptación de un producto, usar, disfrutar o explotar un bien, por un periodo limitado, inferior a la duración de la actividad de la persona moral. También se consideran gastos diferidos los activos intangibles que permitan la explotación de bienes del dominio público o la prestación de un servicio público concesionado.

Cargos diferidos son aquellos que reúnan los requisitos señalados en el párrafo anterior, excepto los relativos a la explotación de bienes del dominio público o a la prestación de un servicio público concesionado, pero cuyo beneficio sea por un periodo ilimitado que dependerá de la duración de la actividad de la persona moral.

Teniendo en cuenta la depreciación de la obra, el artículo 40 de la misma Ley menciona que para el caso de construcciones el por ciento máximo de deducción será del 5% al año, por lo cual, esta amortización contribuye en un ahorro para evitar la depreciación invirtiendo en mantenimiento regular y preventivo. Por lo anterior y teniendo en cuenta que el camino a construir tiene un tiempo de vida útil de 60 años con un valor de rescate del 10% de la inversión. Después de este tiempo será necesaria la aplicación de los gastos diferidos contemplados para obras de mantenimiento de mayor dimensión y como la obra lo requiera.

Sin embargo, estructuralmente la obra se está llevando a cabo bajo una normatividad aplicable en el área específica. Se aplica la normatividad y las últimas especificaciones marcadas por la S. C. T., el seguir con estos reglamentos y normas técnicas que especifican formas y materiales a utilizar en obras de esta naturaleza, el camino tipo "E" pavimentado tiene un tiempo de vida útil de 100 años. Las obras de mantenimiento garantizarán el funcionamiento adecuado del inmueble y después de este tiempo se tienen contempladas obras de mantenimiento o rehabilitación mayores según se requiera en su momento. Lo anterior se refuerza en la tabla 2.21, ya que toda estructura o bien inmueble por su naturaleza tiene contemplada una vida útil nominal.

Tabla 2.21 Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura (1)

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal (2)	Entre 3 y 10 años
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas	Entre 15 y 50 años
Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10	50 años

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
 TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media.	
Edificios de carácter monumental o de importancia especial	100 años
Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros, caminos y carreteras y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta	100 años

(1) Cuando una estructura esté constituida por diferentes partes, podrá adoptarse para tales partes diferentes valores de vida útil, siempre en función del tipo y características de la construcción de las mismas.

(2) En función del propósito de la estructura (exposición temporal, etc.). En ningún caso se considerarán como estructuras de carácter temporal aquellas estructuras de vida útil nominal superior a 10 años.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

El proyecto denominado **“Elaboración de proyecto Ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec.- Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360.00”** ubicado en la región Sierra Norte del Estado de Oaxaca, en el distrito Mixe, se vincula al Plan Nacional de Desarrollo del país, como también al Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca, con el objetivo de mejorar la calidad y seguridad de las vías generales de comunicación entre las comunidades mencionadas a través de la actualización y mejoramiento de la red carretera del estado de Oaxaca y a manera particular el tramo correspondiente a la construcción.

Así también cabe señalar que el presente proyecto es consciente y respetable de la legislación ambiental vigente, por lo que hace constar que su planteamiento y ejecución será regulada y sujeta a los mandamientos jurídicos y legales que correspondan.

3.1 Ordenamientos jurídicos federales

3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos menciona que *toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

El Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos otorga poder al Municipio para administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano, lo

que implica que dicha Autoridad tiene a cargo las funciones de autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo en el ámbito de su competencia y dentro de su jurisdicción.

ARTÍCULO 115.

I al IV...

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

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

Tabla 3.1 Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</p> <p><i>Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.</i></p> <p>Artículo.115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.</p> <p>Base V. Los Municipios, en los términos de las Leyes Federales y Estatales relativas, estarán facultados para:</p> <p>d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;</p> <p>f) Otorgar licencias y permisos para construcciones.</p>	<p>La constructora encargada del desarrollo firmó un convenio de trabajo con el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec para la autorización correspondiente a la ejecución de las obras concernientes a la construcción del tramo carretero del km 0+000 al km 5+360 con apego a la normatividad ambiental vigente</p>

3.1.2 Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), se establecen los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente administración deberán regir el ejercicio del Gobierno Federal, de tal forma que ésta tenga un rumbo y una dirección clara. El Plan establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste.

En el marco del PND se proponen ejes transversales y generales que buscan acelerar el crecimiento económico del país y la conservación del medio ambiente en un equilibrio benéfico para el desarrollo social.

Donde destaca el eje transversal 3 “Territorio y Desarrollo Sostenible”: donde propone 5 criterios basados en los artículos 42 al 48 de la constitución federal, así como la relevancia de un medio ambiente sano previsto en el artículo 4. Los criterios de relevancia son los siguientes:

Criterio N°2: Toda política pública deberá contemplar, entre sus diferentes consideraciones, la vulnerabilidad ante el cambio climático, el fortalecimiento de la resiliencia y las capacidades de adaptación y mitigación, especialmente si impacta a las poblaciones o regiones más vulnerables.

Criterio N°5: El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios públicos, y de ser así incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

Entre los diversos ejes que se encuentran en el Plan Nacional de Desarrollo cabe señalar también los ejes generales "Bienestar" y "Desarrollo Económico" esto implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad. donde se propone los siguientes objetivos:

Objetivo 2.5: Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.

Objetivo 2.8: Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente.

Objetivo 3.1: Propiciar un desarrollo incluyente del sistema financiero priorizando la atención al rezago de la población no atendida y la asignación más eficiente de los recursos a las actividades con mayor beneficio económico, social y ambiental.

Objetivo 3.2 Propiciar un ambiente que incentive la formalidad y la creación de empleos y que permita mejorar las condiciones laborales para las personas trabajadoras.

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Para alcanzar los objetivos se proponen las siguientes estrategias:

2.5.1 Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.

2.5.3 Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.

2.5.5 Articular la acción gubernamental para contribuir a una gestión pública ambiental con enfoque de territorialidad, sostenibilidad, de derechos humanos y género.

2.5.6 Fortalecer la capacidad de adaptación ante el cambio climático de poblaciones, ecosistemas e infraestructura estratégica, bajo un enfoque basado en derechos humanos y justicia climática, incorporando conocimientos tradicionales e innovación tecnológica.

2.5.7 Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

2.8.2 Realizar intervenciones integrales que mejoren las condiciones de habitabilidad, accesibilidad y movilidad de los asentamientos humanos, el goce y la producción social de los espacios públicos y comunes con diseño universal.

2.8.3 Fomentar, junto con los gobiernos locales, esquemas de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajo en emisiones, así como la movilidad no motorizada.

2.8.4 Promover que la infraestructura, equipamiento y servicios básicos se realice con enfoque de un hábitat inclusivo, integral y sostenible, priorizando las localidades con mayor rezago, así como mejorar y actualizar los modelos de gestión de los núcleos agrarios.

3.1.4 Facilitar el financiamiento transparente al desarrollo de infraestructura estratégica, resiliente, accesible y sostenible, que propicie el bienestar de la población y la sostenibilidad del territorio.

3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.

3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.

El Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática. El Plan indicará los programas

sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deban ser elaborados conforme a este capítulo.

Tabla 3.2 Vinculación del Plan de Desarrollo Nacional, con el proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
Objetivo 2.5: Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	El presente documento, se elaboró con estricto apego a la normatividad jurídica y ambiental vigente, para garantizar la estabilidad de los ecosistemas naturales que existen en el sitio donde se ejecutará la obra. En el manifiesto de impacto ambiental se definen las medidas de prevención y mitigación enfocadas a reducir los impactos que se generen durante la ejecución del proyecto.
Objetivo 2.8: Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente.	Se garantiza el menor impacto ambiental dentro de lo posible en el desarrollo de este tramo carretero, preservando el medio ambiente y el patrimonio cultural de las poblaciones, apegándose a las leyes ambientales vigentes
Objetivo 3.1: Propiciar un desarrollo incluyente del sistema financiero priorizando la atención al rezago de la población no atendida y la asignación más eficiente de los recursos a las actividades con mayor beneficio económico, social y ambiental.	El proyecto se vincula directamente con el desarrollo socioeconómico, turístico, industrial y comercial del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec
Objetivo 3.2 Propiciar un ambiente que incentive la formalidad y la creación de empleos y que permita mejorar las condiciones laborales para las personas trabajadoras.	Durante la ejecución de la obra, se utilizará mano de obra de la región, generando empleos temporales e impulsando de esta manera el desarrollo social y económico de la región.
Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente una red de comunicaciones y trasportes accesible, segura, eficiente sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.	El desarrollo de este proyecto carretero se realiza con la finalidad de reducir costos y tiempos de traslados por vía terrestre, lo que garantiza un aumento en la seguridad y accesibilidad para los trasportistas y pobladores de la región con alta marginación

3.1.3 Ley de Planeación

Las disposiciones de esta Ley son de orden público, de interés social y tienen por objeto establecer las bases para que el ejecutivo federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable.

La Ley de Planeación estará basada en la igualdad de derechos entre mujeres y hombres, la atención de las necesidades básicas de la población y la mejoría, en todos los aspectos de la calidad de vida, para lograr una sociedad más igualitaria, garantizando un ambiente adecuado para el desarrollo de la población.

CAPÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1 fracción III: *Las bases para que el Ejecutivo Federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable.*

Artículo.2 Fracción III: *La igualdad de derechos entre mujeres y hombres, la atención de las necesidades básicas de la población y la mejoría, en todos los aspectos de la calidad de la vida, para lograr una sociedad más igualitaria, garantizando un ambiente adecuado para el desarrollo de la población.*

CAPÍTULO CUARTO PLAN Y PROGRAMAS

Artículo. 21 Párrafo quinto :*El Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral, equitativo, incluyente, sustentable y sostenible del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines, determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática.*

Artículo 22: El Plan indicará los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deban ser elaborados conforme a este capítulo, sin perjuicio de aquellos cuya elaboración se encuentre prevista en las leyes o que determine el presidente de la republica posteriormente. Estos programas observarán congruencia con el Plan, y su vigencia no excederá del período constitucional de la gestión gubernamental en que se aprueben, aunque sus previsiones y proyecciones se refieran a un plazo mayor.

Tabla 3.3 Vinculación de la Ley de Planeación con el proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>CAPÍTULO PRIMERO, Disposiciones Generales.</p> <p>Artículo 1 fracción III.- Las bases para que el Ejecutivo Federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable;</p> <p>Artículo.2 Fracción III.- La igualdad de derechos entre mujeres y hombres, la atención de las necesidades básicas de la población y la mejoría, en todos los aspectos de la calidad de la vida, para lograr una sociedad más igualitaria, garantizando un ambiente adecuado para el desarrollo de la población.</p> <p>CAPÍTULO CUARTO, Plan y Programas</p> <p>Artículo. 21 Párrafo quinto “El Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral, equitativo, incluyente, sustentable y sostenible del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines, determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática”.</p> <p>Artículo 22 “El Plan indicará los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deban ser elaborados conforme a este capítulo,</p>	<p>Con fundamento a lo que establece esta disposición, el proyecto deberá hacer observancia y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son planes de desarrollo, planes de ordenamiento ecológico territorial, leyes, reglamentos, normas ambientales, entre otros; en los cuales, deberán precisarse los objetivos, estrategias y prioridades de desarrollo integral y sustentable del país; así como, a los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional que garanticen el desarrollo del país de forma sustentable e integral.</p> <p>El presente manifiesto de impacto ambiental se elaboró tomando en cuenta la normatividad jurídica y ambiental vigente en los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, asimismo se integran las estrategias y acciones para prevenir y mitigar los impactos ambientales que se generen durante la ejecución del proyecto.</p> <p>Por otra parte, la empresa Constructora, firmó un convenio de trabajo con las autoridades municipales y comunales de las localidades de Santo Domingo Tepuxtepec y Llano Crucero.</p>

sin perjuicio de aquellos cuya elaboración se encuentre prevista en las leyes o que determine el presidente de la república posteriormente. Estos programas observarán congruencia con el Plan, y su vigencia no excederá del período constitucional de la gestión gubernamental en que se aprueben, aunque sus previsiones y proyecciones se refieran a un plazo mayor.	
--	--

3.1.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta ley es aplicable a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio Nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su Soberanía y Jurisdicción (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988).

CAPÍTULO III Política Ambiental

SECCIÓN V

Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28: La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el mismo. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

I a VII...

El Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Tabla 3.4 Vinculación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 28: <i>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, preservar y restaurar los ecosistemas; a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.</i>	Para la elaboración del manifiesto de impacto ambiental, se realizaron estudios de campo y de gabinete a fin de cumplir con la normatividad ambiental vigente, con base en los lineamientos emitidos por la SEMARNAT.

3.1.5 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

CAPÍTULO II

DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

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:*

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales (...).

a) y b) ...

c) *Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no excede los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la ley.*

O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS

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

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 de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

CAPITULO III

DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 10: *Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.*

Artículo 11: *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

I.-Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos de alteren las cuencas hidrológicas: (...)

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

Del I al VIII.

Tabla 3.5 Vinculación del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 5: <i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la</i>	Debido a que el proyecto considera el cambio de uso de suelo para la remodelación de un camino y excede los 6 metros de ancho de

<p><i>Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN</p> <p><i>Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales (...).</i></p> <p><i>c) Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no excede los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la ley.</i></p> <p>O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</p> <p><i>I. cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación.</i></p> <p><i>Artículo 10: Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular</i></p> <p><i>Artículo 11: Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</i></p> <p><i>Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos de alteren las cuencas hidrológicas: (...)</i></p> <p><i>Artículo 12: La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: (I al VIII).</i></p>	<p>calzada y de corona (vía de comunicación), se elabora el presente documento, mismo que será ingresado a las instancias correspondientes para su autorización.</p> <p>Para su elaboración, se realizaron los estudios de campo de flora y fauna, así como los análisis biogeomáticos necesarios, para la integración del presente.</p> <p>En cumplimiento de estos artículos la presente manifestación de impacto ambiental, corresponde a la modalidad regional debido a la actualización de la carretera.</p> <p>Para ello se siguió minuciosamente dicho artículo con el fin de que el presente documento integre correctamente la información solicitada.</p>
---	---

3.1.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

TITULO CUARTO

De los procedimientos en materia forestal

Capítulo I

Disposiciones comunes a los procedimientos en materia forestal

Sección séptima.

Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

Artículo 93: *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

Artículo 98: *Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.*

Esta ley tiene por objetivo regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito

Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. (Diario Oficial de la Federación del 25 de febrero de 2003) Son atribuciones de la SEMARNAT en materia forestal, autorizar el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y la forestación, así como evaluar y supervisar su manejo e impacto ambiental.

Tabla 3.6 Vinculación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 93: <i>La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</i></p> <p>Artículo 98: <i>Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.</i></p>	<p>El presente proyecto contempla la modernización y ampliación del camino, por consiguiente, se considera la elaboración del estudio técnico justificativo para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales de manera independiente para el proyecto.</p>

3.1.7 Ley General de Vida Silvestre

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su

hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

TÍTULO II

POLÍTICA NACIONAL EN MATERIA DE VIDA SILVESTRE Y SU HÁBITAT

Artículo 6: El diseño y la aplicación de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat corresponderá, en sus respectivos ámbitos de competencia, a los Municipios, a los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, así como al Gobierno Federal.

TITULO V.

DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE.

CAPITULO I.

DISPOSICIONES PRELIMINARES.

Artículo 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, observarán 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.

TÍTULO VIII.

MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES.

CAPITULO II.

DAÑOS.

Artículo 106: Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física

o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Tabla 3.7 Vinculación de la Ley General de vida silvestre con el proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 6: <i>El diseño y la aplicación de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat corresponderá, en sus respectivos ámbitos de competencia, a los Municipios, a los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, así como al Gobierno Federal.</i></p> <p>Artículo 19. <i>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, observarán 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.</i></p> <p>Artículo 106: <i>Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</i></p>	<p>En este sentido la empresa constructora realizó un convenio de colaboración con las comunidades de Santo Domingo Tepuxtepec y Llano crucero, por otra parte, en el presente estudio, se manifiestan las medidas de prevención, mitigación, y restauración, que se van a desarrollar con el objetivo de reducir los impactos negativos que se generen durante la ejecución de la obra.</p> <p>Como ya se mencionó antes, se han considerado dentro de las actividades a desarrollar, obras de prevención.</p> <p>Por otra parte, se plantea ejecutar obras de restauración, que se desarrollaran en el sitio impactado y posterior al abandono de sitio, en el cual se va a reforestar para conservar el entorno</p>

3.1.8 Reglamento de la ley General de Vida Silvestre

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

TÍTULO CUARTO: CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

CAPÍTULO PRIMERO:

HÁBITAT CRÍTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

Artículo 70. *Para los efectos del artículo 63 de la Ley, el acuerdo secretarial por el que se establezca el hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre se publicara 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 se establezca un hábitat crítico y 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 el acuerdo secretarial del hábitat crítico de que se trate. Las áreas establecidas como hábitat crítico se definirán por la superficie que ocupaba la distribución de la especie en el momento en que fue listada.

Para el cumplimiento de las metas establecidas en el acuerdo Secretarial correspondiente, la Secretaría podrá solicitar al Ejecutivo Federal la expropiación de la zona establecida como hábitat crítico, o bien, la imposición de limitaciones o modalidades a la propiedad del sitio de que se trate, en los términos de los artículos 64 de la Ley, y 1, fracción X, y 2 de la Ley de Expropiación.

CAPÍTULO TERCERO:

RESTAURACIÓN Y VEDAS

Artículo 76. *La Secretaría, en coordinación con las autoridades de las entidades federativas o de los municipios, o con titulares de UMA o personas interesadas en el manejo de la vida silvestre, podrá formular y ejecutar programas de restauración*

para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, en términos de lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley. Dichos programas podrán tener el carácter de nacionales, regionales o locales.

Tabla 3.8 Vinculación con el reglamento con la ley General de Vida Silvestre.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 70: <i>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.</i></p> <p>Artículo 76: <i>La Secretaría, en coordinación con las autoridades de las entidades federativas o de los municipios, o con titulares de UMA o personas interesadas en el manejo de la vida silvestre, podrá formular y ejecutar programas de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, en términos de lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley. Dichos programas podrán tener el carácter de nacionales, regionales o locales</i></p>	<p>En el presente de impacto ambiental modalidad regional, se describen las medidas de prevención, mitigación, de restauración y de compensación necesarias a desarrollar, con la finalidad de garantizar en el mediano y largo plazo la estabilidad y la funcionalidad de los ecosistemas.</p> <p>Asimismo, en caso de ser necesario se considera un programa de rescate y reubicación de especies de importancia ecológica y un programa de restauración y abandono de los sitios a impactar, lo cual implica ejecutar un programa de reforestación y el pago correspondiente al fondo forestal mexicano, por las actividades de compensación y restauración del sitio donde se ejecutará el proyecto.</p> <p>Prevía a la ejecución del proyecto, se realizarán trabajos relacionados con un estudio faunístico y estrategias para ahuyentar y en caso de ser necesario, realizar la captura de especies que se encuentren dentro del área afectada; posteriormente de la ejecución de la obra y con el abandono de sitio se consideran obras de restauración, para que con ello se recupere el hábitat afectado, permitiendo así a las especies desplazadas a que regresen a su hábitat natural.</p>

3.1.9 Ley General de Cambio Climático

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

Artículo 1º: *La presente ley es de ordenamiento público, interés general y*

observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 2º: *Esta ley tiene por objeto:*

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación 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 atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2 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.*

TÍTULO SEGUNDO

DISTRIBUCIÓN DE COMPETENCIAS

CAPÍTULO UNICO

DE LA FEDERACIÓN, LAS ENTIDADES FEDERATIVAS Y LOS MUNICIPIOS

Artículo 5º: *la federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus*

atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables.

Artículo 7º: *Son atribuciones de la federación las siguientes:*

I al V...

VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación del cambio climático, de conformidad con esta ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes:

a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos:

b) al h)

i) Transporte federal y comunicaciones;

j) Desarrollo regional y desarrollo urbano

TÍTULO TERCERO
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 15º: *El instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) tiene por objeto:*

I al VI...

VII: Emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones de mitigación o adaptación al cambio climático, así como sobre las evaluaciones que en la materia realizan las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.

TÍTULO CUARTO POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I PRINCIPIOS

Artículo 26°: *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:*

I al III...

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos de cambio climático

V al VII...

VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.

IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos

naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan.

CAPÍTULO II ADAPTACIÓN

Artículo 28°: La federación deberá de elaborar una política nacional de adaptación en el marco del sistema nacional de cambio climático

La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación, en la elaboración de políticas, la estrategia nacional, el programa especial de cambio climático, la política nacional de adaptación y los programas en los siguientes ámbitos:

I al V....

VI. Infraestructura de transportes y comunicaciones;

VII. Ordenamiento ecológico del territorio, desplazamiento interno de personas provocado por fenómenos relacionados con el cambio climático, asentamientos humanos y desarrollo urbano

Artículo 29°: Se consideran acciones de adaptación:

I al II....

III. El manejo, protección, conservación, y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelo.

IV al V....

VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura

Tabla 3.9 Vinculación de la Ley General de Cambio Climático con el proyecto

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 1°: <i>La presente ley es de ordenamiento público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.</i></p> <p>Artículo 2°: <i>Esta ley tiene por objeto:</i></p> <p><i>I.-Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación 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;</i></p> <p><i>II.-Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2 de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y demás disposiciones derivadas de la misma;</i></p> <p><i>I.-Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático</i></p> <p>Artículo 5°: <i>la federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables</i></p> <p>Artículo 7°: <i>Son atribuciones de la federación las siguientes:</i></p> <p><i>I al V...</i></p> <p><i>VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación del cambio climático, de conformidad con esta ley, los tratados internacionales aprobados y demás</i></p>	<p>El proyecto refiere obras y actividades para la construcción de un tramo carretero; los trabajos implican un cambio de uso de suelo de terreno forestal, por ello, en el presente estudio, se proponen las medidas de prevención y mitigación, enfocadas a minimizar los impactos ambientales que podría ocasionar la ejecución de los trabajos planteados.</p> <p>De esta forma, el proyecto da cumplimiento al principio de responsabilidad ambiental que observa la política nacional de cambio climático para quienes realicen obras o actividades que puedan afectar al medio ambiente.</p>

<p><i>disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes:</i></p> <p>a) <i>Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos:</i></p> <p>b) <i>al h)</i></p> <p>i) <i>Transporte federal y comunicaciones;</i></p> <p>j) <i>Desarrollo regional y desarrollo urbano</i></p> <p><i>Artículo 15°: El instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) tiene por objeto:</i></p> <p><i>I al VI...</i></p> <p><i>VII: Emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones de mitigación o adaptación al cambio climático, así como sobre las evaluaciones que en la materia realizan las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.</i></p> <p><i>Artículo 26°: En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</i></p> <p><i>I al III...</i></p> <p><i>IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos de cambio climático</i></p> <p><i>V al VII...</i></p> <p><i>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</i></p> <p><i>IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan</i></p>	
--	--

<p>Artículo 28°: <i>La federación deberá de elaborar una política nacional de adaptación en el marco del sistema nacional de cambio climático</i></p> <p><i>La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación, en la elaboración de políticas, la estrategia nacional, el programa especial de cambio climático, la política nacional de adaptación y los programas en los siguientes ámbitos:</i></p> <p><i>I al V....</i></p> <p><i>VI. Infraestructura de transportes y comunicaciones;</i></p> <p><i>VII. Ordenamiento ecológico del territorio, desplazamiento interno de personas provocado por fenómenos relacionados con el cambio climático, asentamientos humanos y desarrollo urbano</i></p> <p>Artículo 29°: <i>Se consideran acciones de adaptación:</i></p> <p><i>I al II....</i></p> <p><i>III. El manejo, protección, conservación, y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelo;</i></p> <p><i>IV al V....</i></p> <p><i>VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura</i></p>	
--	--

3.1.10 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

TÍTULO PRIMERO

DISPOCIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO UNICO

Artículo 1°: *La presente ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden*

público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 2º: Las disposiciones de esta ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente ley señala.

TÍTULO CUARTO
DERECHOS DE EXPLOTACIÓN, USO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS
NACIONALES

CAPÍTULO I
AGUAS NACIONALES

Artículo 16º: *La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.*

El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.

REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO UNICO

Artículo 1° El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la ley de aguas nacionales. Cuando en el mismo se expresan los vocablos “ley”, “reglamento”, “la comisión” y “Registro”, se entenderá que se refiere a la ley de aguas nacionales, al presente reglamento, la comisión nacional del agua y al registro público de derechos de agua, respectivamente.

Artículo 2°: Para los efectos de este “Reglamento” se entiende por:

I al II...

III. Barranca profunda: hendedura pronunciada que se forma en el terreno, por el flujo natural del agua, en que la profundidad es mayor a 5 veces la anchura.

V. Corriente permanente: la que tiene un escurrimiento superficial que no se interrumpe en ninguna época del año, desde donde principia hasta su desembocadura.

VI. Corriente intermitente, la que solamente en alguna época del año tiene escurrimiento superficial.

Tabla 3.10 Vinculación de la Ley Aguas Nacionales y su reglamento, con el proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 1: <i>La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones</i>	Durante la ejecución de la obra, será necesario el abastecimiento de agua como insumo; por lo cual se tomarán las medidas necesarias para dar cumplimiento estricto a lo que la ley y su reglamento establecen, considerando el

<p><i>son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.</i></p> <p>Artículo 2. <i>Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.</i></p> <p>Artículo 16: <i>La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.</i></p> <p><i>El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.</i></p> <p><i>Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.</i></p> <p>En su reglamento, se toma en cuenta el Título Primero, Disposiciones Preliminares, Capítulo Único, Artículo. 1, 2, fracciones III, V y VI; considerando que el reglamento tiene por objeto regular la Ley de Aguas Nacionales, mismo que establece las definiciones de “barranca profunda” (hendedura pronunciada que se forma en el terreno, por el flujo natural del agua, en que la profundidad es mayor a 5 veces la anchura); “corriente permanente” (la que tiene un escurrimiento superficial que no se interrumpe en ninguna época del año.</p>	<p>manejo, conservación y restauración de cada sitio de trabajo.</p> <p>En este contexto, el abastecimiento de agua para consumo humano, se suministrará por establecimientos cercanos a los sitios de trabajo; se adquirirán garrafones de 19 litros, con base a lo establecido en la NOM-012-SSA1-1993 y NOM-127-SSA1-1994; en tanto que el agua no potable se abastecerá de sitios autorizados por las autoridades correspondientes del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec.</p> <p>Las aguas residuales que se generen durante la ejecución de la obra serán recolectadas por las empresas que renten los sanitarios portátiles; en tanto que el lavado, así como el mantenimiento de maquinaria y vehículos, será realizado por empresas certificadas y en talleres autorizados que se localizan lejos de los sitios de trabajo; por lo cual, la descarga de aguas residuales se realizará en sitios autorizados por las autoridades competentes, en atención a la normatividad vigente.</p> <p>Cuidado y protección de los sitios a impactar por la construcción del tramo carretero. Tales medidas consisten en prevenir, atenuar y reducir los impactos ambientales que derivarán durante el desarrollo de los trabajos a realizar en cada una de las etapas del proyecto.</p>
--	--

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

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN DE LA LEY

Artículo 1º: *La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos, en el territorio nacional.*

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

I.- Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

II.- Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.

Artículo 3º: *Se consideran de utilidad pública:*

I.- Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos.

Artículo 5º: *Para los efectos de esta ley se entiende por:*

V.-Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

IX.-Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

XVII.-Manejo integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

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

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

XXXIII.- Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques: los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características

domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole.

XXXIV.-responsabilidad compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

TITULO TERCERO CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS.

CAPITULO UNICO. FINES, CRITERIOS Y BASES GENERALES.

Artículo 15. La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

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 correspondiente.*

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.

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

Artículo 20.- *La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.*

TÍTULO QUINTO MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 40°: *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

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°, párrafo 2: *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.*

Artículo 43°: *Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.*

TÍTULO SEXTO DE LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL

CAPÍTULO ÚNICO

Artículo 95°: *La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.*

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

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribución correspondiente a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior.

Artículo 2.- Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:

I. Almacenamiento de residuos peligrosos: acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.

II. Acopio: acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo.

III al XVI....

XVII. Recolección: acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

Tabla 3.11 Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo Único, Objeto y Ámbito de Aplicación de la Ley, Artículo. 1 fracciones I y II, Artículo. 3 fracción I, Artículo. 5 fracciones V, IX, XVII, XXX, XXXII, XXXIII y XXXIV; Título Tercero, Clasificación de los Residuos, Capítulo Único, Fines, Criterios y Bases Generales, Artículo. 19 fracción I y VII; Título Quinto, Manejo Integral de Residuos Peligrosos, Capítulo I, Disposiciones Generales, Artículo. 40, Artículo. 41, Artículo. 42 párrafo Segundo y Artículo. 43; Título Sexto, De la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, Capítulo Único, Artículo. 95</p> <p>TITULO TERCERO. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS.</p> <p>CAPITULO UNICO. Fines, criterios y bases generales.</p> <p>Artículo 15. La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.</p> <p>Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p> <p>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 correspondiente.</p> <p>I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de</p>	<p>La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento especifican los requisitos a cumplir para las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con la generación de residuos; por ello, durante el desarrollo de las diferentes etapas del presente proyecto, se deberá cumplir con lo que establecen éstos instrumentos legales, instalando y/o destinando sitios para el almacenamiento y/o acopio de los residuos que se generen durante la ejecución de los trabajos planteados.</p> <p>Para el caso del presente proyecto, los tipos de residuos que se manejarán son:</p> <p>RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (NO PELIGROSOS): los que resulten de las excavaciones y cortes (material inerte: suelo y rocas); del desmonte y despalme (ramas de mayor y menor tamaño, hojarascas, troncos y suelo vegetal); construcción de obras complementarias (drenaje: pedazos de varilla de acero, trozos de madera, bolsas de plástico y papel, cartones, clavos y alambre, etc.);</p> <p>RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (NO PELIGROSOS): los que resulten por la instalación de sanitarios portátiles, los cuales serán usados por los trabajadores contratados para la ejecución del proyecto, además de, restos de alimentos, papeles y cartones (residuos orgánicos); los vidrios, plásticos, latas y unicele (residuos inorgánicos) y aguas residuales como resultado de las necesidades fisiológicas de las personas (residuos líquidos orgánicos).</p> <p>RESIDUOS PELIGROSOS: los que resulten del mantenimiento de los camiones de volteo, como son, estopas, cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible, botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de solventes, de pintura, piezas inservibles de la maquinaria y neumáticos (residuos sólidos); aceites usados (residuos líquidos). La</p>

<p>construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera</p> <p>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</p> <p>Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.</p> <p>En su reglamento, se toma en consideración el Título Primero, Disposiciones Preliminares, Art. 1, Art. 2 fracciones I, II, XVII y Art. 14. Al respecto, el ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p> <p>Para efectos del presente reglamento, se entenderá por "almacenamiento de residuos peligrosos" la acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos; por "acopio" se interpreta la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, por "recolección" se entiende, la "acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral".</p> <p>Además, especifica que el principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas.</p>	<p>disposición final de los productos la realizará una empresa competente y autorizada para el manejo de los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto.</p> <p>El promovente considera en todo momento, la aplicación de un plan de manejo de residuos (elaborado en base a las normas oficiales que existen en la materia), asimismo capacita a sus trabajadores para el manejo correcto de los residuos que se generen durante la ejecución de la obra.</p> <p>Los residuos especiales y peligrosos generados en el proyecto se clasifican de la siguiente manera: aceite lubricante gastado, sólidos de mantenimiento automotriz, residuos del mantenimiento de unidades ligeras; los cuales serán manejados y almacenados con base a la normatividad vigente, para su disposición final en sitios autorizados por las autoridades competentes.</p>
--	--

3.1.12 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

El municipio de Santo Domingo Tepuxtepec. no cuenta con un plan y/o ordenamiento ecológico de su territorio, sin embargo, se menciona en este capítulo el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y solo por mencionar el del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca.

3.1.13 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca POERTEO busca un equilibrio entre las actividades productivas (10 sectores productivos), antropogénicas (sector asentamientos humanos) y la protección de los recursos, es decir un desarrollo sustentable basado en 3 ejes:

- Social
- Económico
- Medio Ambiente

Con base en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico territorial es un instrumento de política ambiental que busca maximizar el consenso y minimizar los conflictos ambientales en la sociedad, para lo cual es necesaria la integración de ésta en el proceso de planeación participativa a fin de verificar la información utilizada, y validar los análisis y resultados obtenidos. La participación social se inicia con la construcción de la Agenda Ambiental, en la que se integran las principales problemáticas ambientales que se perciben en el área a ordenar, además de que se definen los principales sectores productivos y actores con presencia e importancia.

El proceso de ordenamiento ecológico en su fase de Formulación considera 4 etapas para la generación del Programa de Ordenamiento Ecológico:

- **Caracterización:** se lleva a cabo una descripción del estado actual de los elementos naturales, sociales y económicos del territorio.
- **Diagnóstico:** se identifica y analiza la aptitud del territorio y los conflictos ambientales entre los sectores con actividad en el área a ordenar.
- **Pronóstico:** se examina la evolución de los conflictos ambientales a partir de las predicciones del comportamiento de las variables naturales, sociales y económicas que puedan influenciar el patrón de ocupación territorial.
- **Propuesta:** se obtiene el patrón de ocupación del territorio que maximiza el consenso entre los sectores y minimiza los conflictos ambientales, favoreciendo el desarrollo sustentable en el área a ordenar, además de establecerse los lineamientos y las estrategias ecológicas para cada unidad de gestión ambiental (UGA) identificada en el modelo de ordenamiento.

El modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) es la representación, en un sistema de información geográfica, de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs). En tanto una UGA es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio estatal (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio. Las políticas ambientales definirán las medidas necesarias para prevenir o disminuir las afectaciones al ambiente y por tanto minimizar los conflictos ambientales entre sectores. En términos del ordenamiento ecológico territorial existen cuatro tipos de política: a) Política de Aprovechamiento b) Política de Conservación c) Política de Restauración d) Política de Protección.

El MOE está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con la siguiente distribución:

- 26 UGAS están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado.
- 14 UGAS están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- 13 UGAS están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- 2 UGAS están definidas con estatus de Protección (4%), espacialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

Dentro del MOE, el Sistema Ambiental Regional se ubica dentro de la UGA 004 y UGA 042 como se observa en la siguiente imagen:

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

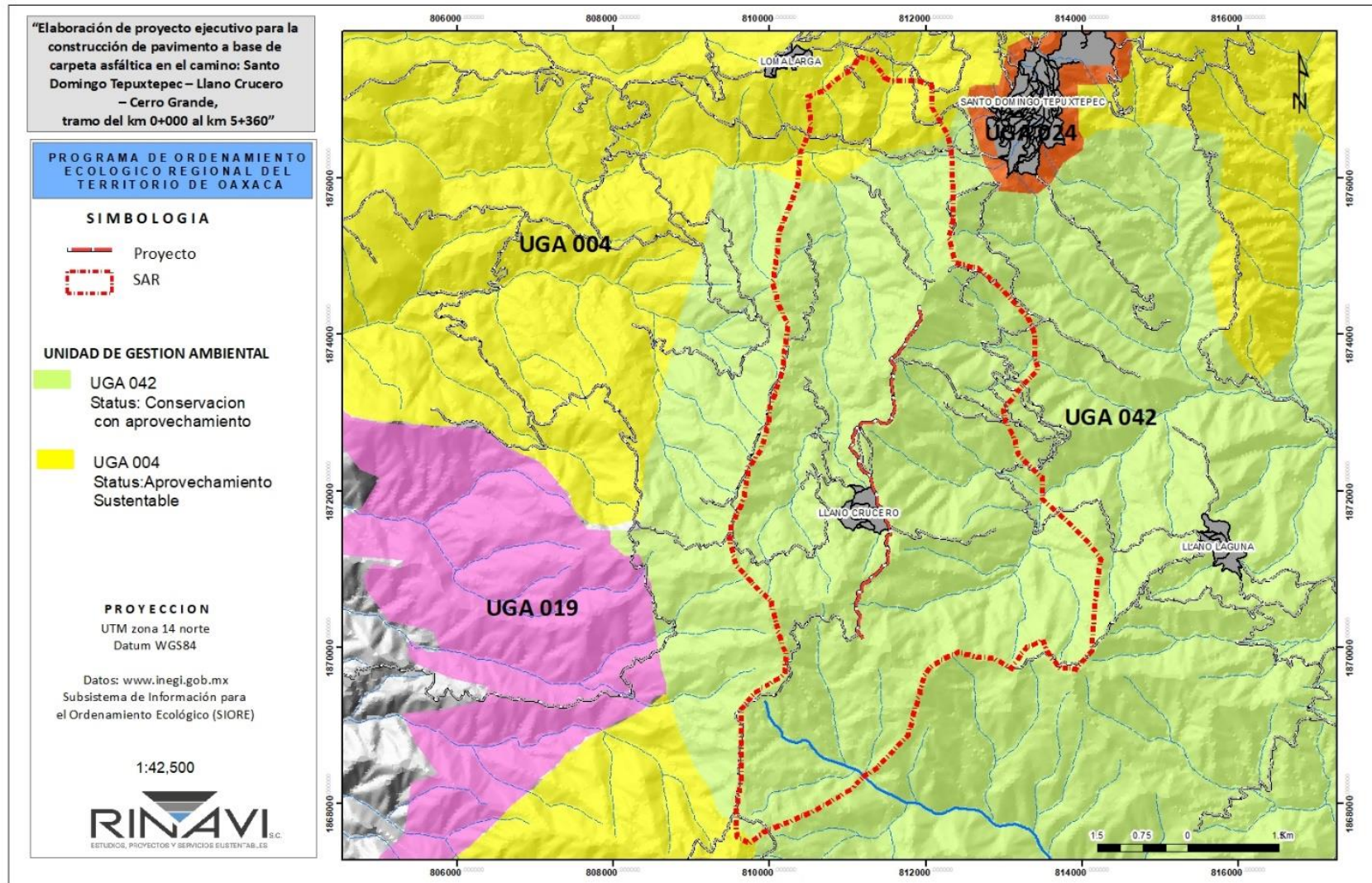


Figura 3.1 Unidades de Gestión Ambiental (POERTEO)

3.1.14 Propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de Oaxaca

Tabla 3.12 Características de la UGA 004

Características UGA 004		
Política	Sectores recomendados	Superficie
Aprovechamiento sustentable	Forestal, Apícola	2,669,584.80 hectareas
Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
Alta	Medio	Bajo

Tabla 3.13 Lineamientos ecológicos de la UGA 004

Lineamientos ecológicos UGA 004		
Política	Uso recomendado	Usos condicionados
Aprovechamiento sustentable	Forestal, Apícola	Industria, Minería, Industria eólica
Usos no recomendados	Sin aptitud	
Ecoturismo, Turismo	Agrícola, Acuícola, Asentamientos humanos, Ganadería	
Lineamientos a 2025	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 hectareas de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 hectareas para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial.	

Tabla 3.14 Características de la UGA 042

Características UGA 042		
Política	Sectores recomendados	Superficie
Conservación con aprovechamiento	Forestal, Apícola	651,664.80 hectareas
Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
Alta	Medio	Bajo

Tabla 3.15 Lineamientos ecológicos de la UGA 042

Lineamientos ecológicos UGA 004		
Política	Uso recomendado	Usos condicionados
Conservación con aprovechamiento	Forestal, Apícola	Industria, Minería, Industria eólica
Usos no recomendados	Sin aptitud	
Ecoturismo, Turismo	Agrícola, Acuícola, Asentamientos humanos, Ganadería	
Lineamientos a 2025	Conservar y aprovechar las 590,864 hectareas de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas principalmente, buscando que las 60,669 hectareas productivas de la UGA transiten de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial, minero o de servicios ambientales para disminuir el nivel de presión sobre los ecosistemas.	

En este sentido con el fin de vincular el desarrollo del proyecto con las estrategias que presenta el POERTEO, se tiene que la solicitud del Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional es de acuerdo a la normatividad aplicable en la materia y en este caso el de regular las actividades que se desarrollaron y que son motivo de la solicitud ante la SEMARNAT. El realizar dicha solicitud conforme a la legislación ambiental aplicable va en el sentido de realizar un aprovechamiento sustentable de recurso natural que es el suelo, y a la vez está vinculado con la restauración de los ecosistemas por lo que en el Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional se proponen una serie de medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental que se generara por el desarrollo del proyecto.

Dado lo anterior se tiene que el desarrollo del proyecto no se contrapone con lo que las estrategias del POERTEO mencionan para la zona del proyecto, y en particular con el desarrollo sustentable.

3.1.15 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

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

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

que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales. En el marco de la Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico en Mares y Costas, el 21 de febrero del 2007 en Mazatlán, Sinaloa, el Ejecutivo Federal instruyó a la SEMARNAT, con el apoyo de todas las secretarías, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio, a formular el POEGT.

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

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de

análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte. Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB. En este sentido en base a los archivos en formato shape contenidos en la página de SEMARNAT., se realizó la descripción de Unidades Biofísica Ambiental, así como la propuesta de del programa de ordenamiento Ecológico del Territorio con el fin de sobreponer la ubicación del proyecto y con esto poder establecer el vínculo que existe de esta propuesta con el desarrollo del proyecto para lo cual se obtuvo lo siguiente:

Unidad Biofísica Ambiental.

El proyecto se ubica en la Unidad 70 Sierras Orientales de Oaxaca Norte como se observa en la siguiente imagen:

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

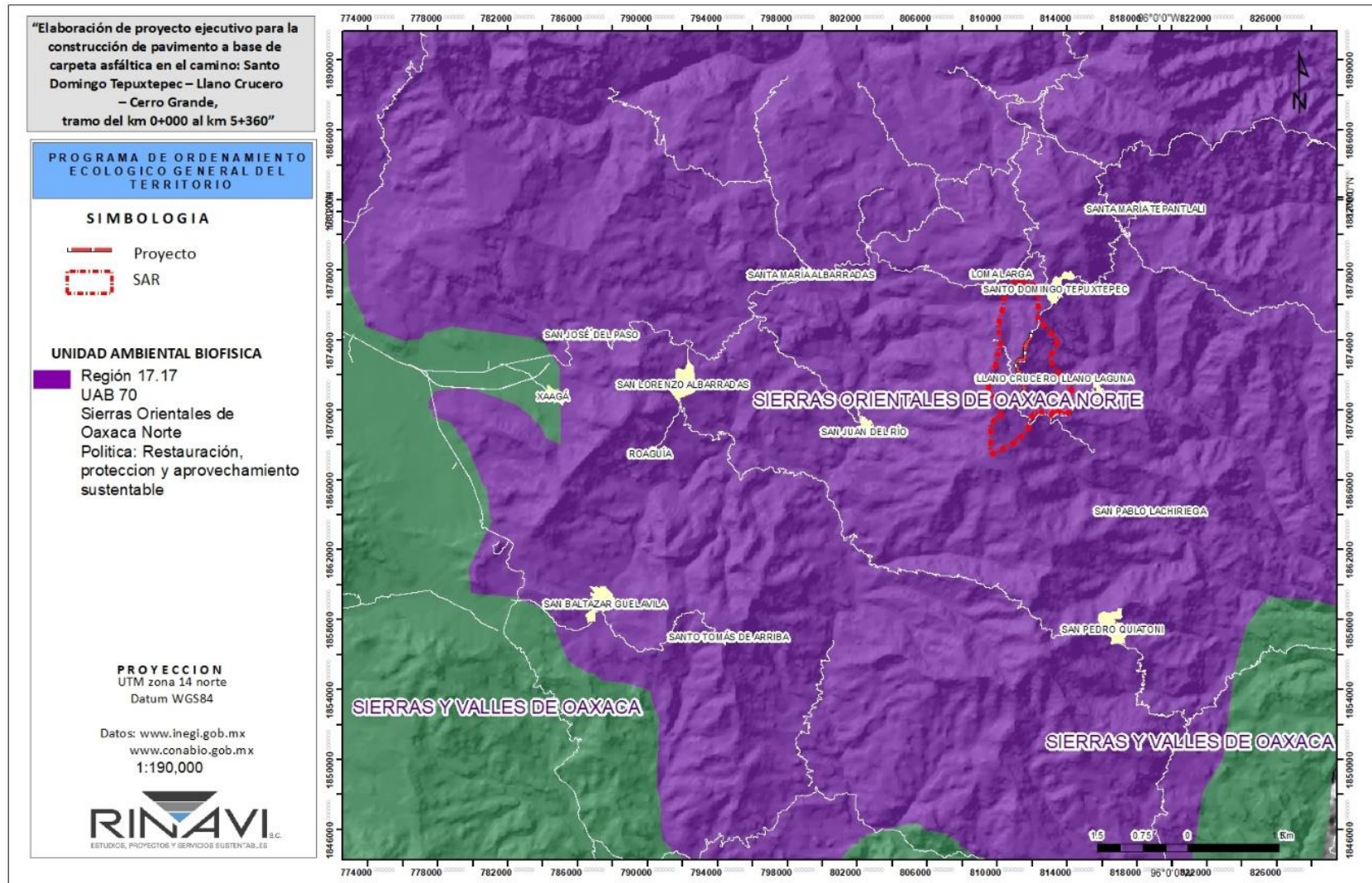


Figura 3.2 Unidades Ambientales Biofísicas

3.1.16 Propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El proyecto se ubica en la región 17.17 con una Política Ambiental de restauración Protección y Aprovechamiento sustentable

REGIÓN ECOLÓGICA 17.17

Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 45 Sierra Cuatralba, 70 Sierras Orientales de Oaxaca Norte y 140 sierras Orientales de Oaxaca Sur

Localización: Sierras Orientales de Oaxaca Norte

Población Indígena: Chinateca, Mixe

Estado Actual de Medio Ambiente 2008

Inestable. Conflicto Sectorial Nulo: No presenta superficies de ANP's. Media degradación de los suelos. Alta degradación de la vegetación. Baja degradación por desertificación. La modificación antropogénica es baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: sin información. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es forestal y agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de zona Funcional Alta: 59.4 Alta marginación social. Muy Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto indicador de hacinamiento en la vivienda. Muy bajo Indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera

Escenario al 2033: inestable a crítico

Tabla 3.16 Características de la Unidad Ambiental Biofísica.

UBA	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Estrategias sectoriales
70	Forestal	Agrícola, Prevención de flora y fauna	Ganadería, Minería, Población, Turismo	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 15BIS,21,22,23,24,25,26,27,28,29,33, ,34,35,36,37,38,40,41,42,43,44

Estrategias UAB 70

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.

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 agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
- 7 Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
- 8 Valoración de los servicios ambientales.

C) Protección de los recursos naturales

- 9 Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
- 10 Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales

cuencas y acuíferos.

- 11 Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.
- 12 Protección de los ecosistemas.
- 13 Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D) Restauración

- 14 Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.

- 15 Aplicación de los productos del servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

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

- 21 Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

- 22 Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

- 23 Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)-benéfico (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

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

A) Suelo Urbano y Vivienda

24 Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.

B) Zonas de Riesgo y Prevención de Contingencias

25 Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.

26 Promover la reducción de la vulnerabilidad física.

C) Agua y Saneamiento

27 Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.

28 Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

29 Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

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 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.

Grupo III: Dirigidas al Fortalecimiento de la Gestión y la Coordinación Institucional

A) Marco Jurídico

42 Asegura 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.

En este sentido con el fin de vincular el desarrollo del proyecto con las estrategias que presenta el POEGT, se tiene que la solicitud de Documento Técnico Unificado es de acuerdo a la normatividad aplicable en la materia y en este caso el de regular las actividades que se desarrollaron y que son motivo de la solicitud ante la SEMARNAT. El realizar dicha solicitud conforme a la legislación ambiental aplicable va en el sentido de realizar un aprovechamiento sustentable de recurso natural que es el suelo, y a la vez está vinculado con la restauración de los ecosistemas por lo que el DTU se proponen una serie de medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental que se generara por el desarrollo del proyecto.

Dado lo anterior se tiene que el desarrollo del proyecto no se contrapone con lo que las estrategias del POEGT mencionan para la zona del proyecto, y en particular con el desarrollo sustentable.

3.1.17 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Se deberá analizar detalladamente y exponer de manera concisa y objetiva cuáles son las especificaciones establecidas en las normas oficiales mexicanas vigentes que deberán aplicar a las obras y actividades proyectadas y cómo cumple el proyecto cada una de ellas.

En este caso, los planteamientos que se hagan deberán ser absolutamente congruentes con el diseño del proyecto, con las características del proceso (capítulo II), o con las medidas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que se propongan en el capítulo VI.

En el caso de que el inventario ambiental reporte la presencia de especies en algún status de protección, enlistada en la NOM-059- SEMARNAT-2010, se deberá consultar la Ley General de Vida Silvestre a efecto de determinar las medidas que pueden aplicar para asegurar la preservación de los ejemplares respectivos. Particular atención y análisis deberá realizarse en la eventualidad de identificar especies amenazadas o en peligro de extinción, toda vez que, de acuerdo al inciso b) de la fracción III del Artículo 35 de la LGEEPA, una de las razones que tiene la autoridad para negar la autorización solicitada es cuando se prevé que la obra o actividad que integre al proyecto pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, o bien cuando se afecte a una de dichas especies. La presencia de especies con ese estatus de protección, en el SA y muy especialmente en la zona de influencia del proyecto, debe obligar a analizar detenidamente la adopción de las acciones que establezca el marco jurídico para asegurar que tal afectación no ocurra. Es conveniente señalar, que generalmente no todas las especificaciones establecidas en una NOM necesariamente deben aplicar a un proyecto determinado, de lo anterior, deriva la importancia de realizar un análisis minucioso y determinar cuáles disposiciones aplican para detallar de manera objetiva cómo se ajusta el proyecto a las mismas.

Tabla 3.17 Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto

Norma	Vinculación con el proyecto
Secretaría del Trabajo y Previsión Social	
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008</p> <p>Establece las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores</p>	<p>Basada en esta norma, se diseñaron estrategias de trabajo, para garantizar la seguridad de los trabajadores, tales como el uso de chalecos, cascos y maquinaria en óptimo estado.</p> <p>Diseño de las rutas alternas que se utilizarán tanto para el desvío del tráfico normal, como para el transporte de materiales, así como los insumos para la obra (requeridos por el proyecto).</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999</p> <p>Establecer las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.</p>	<p>Como se mencionó anteriormente, dentro de las actividades se consideran estrategias de seguridad de los trabajadores, tales como el uso de chalecos, cascos y maquinaria en óptimo estado.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998</p> <p>Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.</p>	<p>Para ello en el proyecto se consideran las siguientes medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- El manejo de materiales y combustibles se realizará siguiendo todas las medidas de seguridad e higiene; las recomendaciones de los proveedores y de manejo ambiental para cada caso. 2.- Las zonas de almacenamiento de combustibles o sustancias oleaginosas, deberán estar dotadas de diques de contención y protegidas de la lluvia. Asimismo, se debe garantizar la permanencia de equipos para control de incendios y manejo de estas sustancias. 3.- Los lugares y dispositivos de almacenamiento de combustibles o lubricantes, deberán ubicarse a distancias seguras de las edificaciones y de cuerpos de agua, contar con vías de acceso y estar debidamente identificados con las señales de precaución ambiental respectivas. 4.- Equipos, vehículos o maquinaria, los residuos que generen deberán ser entregados a terceros debidamente autorizados por la Autoridad Ambiental Competente para el manejo, transporte y disposición final de residuos peligrosos. En ningún caso se deben disponer a cielo abierto.
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-</p>	<p>Se capacitará al personal sobre medidas de</p>

<p>2008</p> <p>Establece los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud</p>	<p>seguridad e higiene durante los horarios de trabajo. Así mismo se tiene considerado estrategias de trabajo, para garantizar la seguridad de los trabajadores, tales como el uso de chalecos, cascos y maquinaria en óptimo estado.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009</p> <p>Establecer las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.</p>	<p>Se dará capacitación a los trabajadores en temas relacionados con primeros auxilios, salud e higiene; así como de prevención de accidentes en los sitios de trabajo.</p>
SEMARNAT	
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996</p> <p>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales</p>	<p>Para su cumplimiento, se contará con sanitarios portátiles secos que permitan controlar la contaminación de aguas residuales.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993</p> <p>Que establece el procedimiento de medición de partículas suspendidas en la atmósfera</p>	<p>Para garantizar la calidad del aire en los sitios de trabajo, se humedecerá la tierra a transportar y se cubrirán con lonas los camiones que transporten material, cabe mencionar que para reducir dichas emisiones también se minimizará la emisión de partículas disminuyendo la velocidad de los vehículos que transiten por el sitio del proyecto.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006</p> <p>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>El responsable del proyecto deberá cumplir con el mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos automotores que utilice durante la construcción del tramo carretero.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006</p> <p>Protección ambiental. vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>	<p>La promovente deberá cumplir con el mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos automotores que utilice durante el periodo de ejecución de la obra.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005</p> <p>Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Durante el manejo de este tipo de residuos, se tiene contemplada la recarga de combustible para la maquinaria y vehículos en campamentos de la constructora, mismos que cuentan con depósitos debidamente establecidos; éstos se ubicarán a distancias cortas de los sitios de trabajo, las recargas se llevarán a cabo cada dos días, cabe mencionar que en el sitio no se generarán residuos peligrosos; toda vez que no se dará</p>

	mantenimiento preventivo o correctivo a la maquinaria y vehículos a utilizar; no existiendo de este modo generación eventual de residuos.
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <p>Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.</p>	Se desarrollará un proyecto de rescate y reubicación de especies de importancia ecológica
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994</p> <p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	A fin de minimizar los efectos sobre el medio, los trabajos se realizan durante el día, con horarios de 8 de la mañana a 5 de la tarde, a fin de evitar que la fauna silvestre presente, se ahuyente en sus horarios nocturnos. Asimismo, se brindan instrucciones a los operadores de camiones y maquinaria, de no usar el claxon a menos que sea una emergencia y que con ello se tenga que llamar la atención para solventarla.
Secretaria de Salud	
<p>NOM-012-SSA1-1993</p> <p>Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados para preservar su calidad.</p>	El abastecimiento de agua para consumo humano, se suministrará por establecimientos cercanos a los sitios de trabajo; se adquirirán garrafones de 19 litros.
<p>NOM-024-SSA1-1993</p> <p>Establece los criterios para evaluar la calidad del aire en el ambiente, con respecto a las partículas suspendidas totales</p>	<p>Se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y vehículos a utilizar; asimismo, se aplicarán riegos con agua no potable, se humedecerá la tierra y se cubrirán con lonas a los camiones que transporten materiales, los vehículos transitarán a velocidades bajas para reducir la emisión de partículas suspendidas totales.</p> <p>Por otra parte, en el documento se definen las medidas preventivas y de mitigación para reducir los impactos al ambiente.</p>
<p>NOM-127-SSA1-1994</p> <p>Establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio</p>	En tanto que el agua no potable se abastecerá de sitios autorizados por las autoridades correspondientes del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec.

3.2 Ordenamientos Jurídicos Estatales

3.2.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, es el documento rector que tiene como propósito marcar el rumbo y dirigir la gestión del Gobierno del Estado, estableciendo los objetivos, estrategias y líneas de acción que deberán seguir las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal durante el periodo de referencia.

El Plan presenta el diagnóstico, los objetivos y las estrategias generales en torno a cuatro problemas que, por su relevancia y naturaleza, impactan en todas las áreas de gobierno y serán atendidas por medio de políticas transversales incorporadas en cada uno de los temas: Derechos Humanos, Equidad de Género, Pueblos Indígenas y Sustentabilidad. El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca, en concordancia con lo señalado con el artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar", al igual que el artículo 12 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca: "Toda persona dentro del territorio del estado, tiene derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar"; establece que la política ambiental para el estado, se centra en el concepto de sustentabilidad y promueve el impulso de una estrategia de protección ambiental que integre a los programas de desarrollo el cuidado del medio ambiente, el agua, la tierra y el aire, asegurando la biodiversidad y considerando que todo programa económico atienda a los criterios esenciales de desarrollo sustentable. El medio ambiente es patrimonio de todos, es un bien público y es un recurso que es indispensable valorar como la base de toda acción de desarrollo, por lo que es determinante establecer un uso sustentable del territorio, garantizar el cuidado y protección de la riqueza de la biodiversidad y la restauración de las tierras en degradación.

Para lograr esta política, el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca, tiene como objetivo detener la pérdida y recuperar la biodiversidad del estado de Oaxaca para garantizar la preservación de los ecosistemas y el aprovechamiento de éstos por las futuras generaciones, mediante políticas (Política Transversal de Sustentabilidad) y proyectos de desarrollo sustentable que contribuyan también a disminuir la contaminación del medio ambiente y el uso irracional de los recursos naturales, sustentado a través de la siguientes estrategias:

- Fomento de actividades productivas en zonas rurales que incentiven el cuidado y la preservación del medio ambiente por parte de sus habitantes mediante la generación de ingresos y empleos estableciendo una relación simbiótica entre ellos.
- Institucionalización de la política de desarrollo regional sostenible en el Gobierno del Estado mediante la creación de una Procuraduría de Protección Ambiental, valorando la pertinencia de crear una instancia que integre las funciones de cuidado y preservación del medio ambiente.
- Promoción del ordenamiento ecológico del territorio oaxaqueño para evitar la sobrecarga de los recursos naturales y disminuir el índice de siniestralidad provocado por fenómenos naturales atípicos.
- Apego irrestricto, actualización y aplicación de la normatividad y regulaciones en materia ambiental, así como de vigilancia y sanción para evitar la violación a la reglamentación por emisiones y contaminación de suelos y agua, la tala clandestina y el tráfico de especies amenazadas.
- Incentivo a la adopción de nuevas tecnologías que permitan aprovechar, de una manera más eficiente, los recursos renovables y no renovables, como las energías basadas en recursos renovables; el incremento de la productividad en el sector agropecuario para detener y reducir la frontera

agrícola y ganadera mediante barreras vivas y abonos orgánicos; la gestión integral y tratamiento adecuado del agua y los residuos sólidos; el fomento a la reconversión productiva hacia actividades económicas que incrementen la relación entre el valor y cantidad de lo producido y los recursos utilizados; la reducción de gases de efecto invernadero en las actividades productivas y transporte; entre otras.

- Rescate de ecosistemas mediante acciones correctivas como la reforestación y el monitoreo a los ecosistemas, así como preventivas enfocadas a la educación de la población en materia de cuidado al medio ambiente, las consecuencias del cambio climático y la reducción, reciclaje y reutilización de residuos, que promuevan cambios en los hábitos de consumo, que se incluyan en el marco educativo y se difundan en los medios de información públicos y privados.
- Promoción a la investigación en materia de medio ambiente en Oaxaca, para conocer y preservar el patrimonio natural de los oaxaqueños, proveer de información para la toma de decisiones y evaluar el impacto ambiental de distintas alternativas de intervención pública y privada.
- Impulso a la gestión de los temas ambientales, así como al fortalecimiento del manejo de los recursos naturales desde una perspectiva comunitaria, a través del Gabinete Ambiental.
- Elaboración del Programa Estatal sobre el Cambio Climático, que incluye acciones alineadas al Programa Nacional, integrando la Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitada (REDD+).
- Elaboración de la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad de Oaxaca (EEBO), enmarcándola en el Corredor Biológico Mesoamericano.

Modernización y restauración de las redes carretera, ferroviaria, portuaria y aeroportuaria, así como de los sistemas de transporte en el estado y entre su línea de acción se encuentra la restauración y modernización de la red carretera, para mejorar la conectividad, brindando continuidad a la circulación mediante obras que permitan mejorar el acceso a las regiones, comunidades indígenas, ciudades, puertos y enlace con otras entidades, contribuyendo asimismo con la preservación del medio ambiente

Tabla 3.18 Vinculación del Plan de Desarrollo Estatal con el proyecto

Estrategia	Vinculación con el proyecto
<p>Modernización y restauración de las redes carretera, ferroviaria, portuaria y aeroportuaria.</p> <p>Apego irrestricto, actualización y aplicación de la normatividad y regulaciones en materia ambiental, así como de vigilancia y sanción para evitar la violación a la reglamentación por emisiones y contaminación de suelos y agua, la tala clandestina y el tráfico de especies amenazadas</p>	<p>Con la construcción del tramo carretero, se permitirá modernizar las redes carreteras del sur-sureste de la república mexicana e impulsar el desarrollo comercial en la región, dando especial atención a las comunidades de alta marginación y bajo desarrollo humano.</p> <p>En el diseño del proyecto, se considera en todo momento el apego a la normatividad ambiental vigente, esto con la finalidad de prevenir y mitigar cualquier afectación al ambiente. Por otra parte, y como se ha mencionado anteriormente, debido a la naturaleza del proyecto y a las medidas tomadas, en cuanto a manejo de residuos, no existe posibilidad de contaminación al suelo o al agua. Por otra parte, existirá afectación en cuanto a vegetación forestal, sin embargo; mediante las acciones de reforestación y restauración, se considera que, en un lapso no mayor a 10 años del abandono del sitio, la zona afectada este totalmente restaurada. Por otra parte, respecto a la fauna, se tomarán las medidas pertinentes para ahuyentar a las especies silvestres, o bien reubicarlas en nichos ecológicos aledaños; todo esto con base a la normatividad vigente.</p>

3.2.2 Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca

Rige en el Estado de Oaxaca y tienen por objeto normal la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del medio ambiente.

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

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

Esta ley tiene por objeto fijar las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- Garantizar la participación corresponsable de las personas en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

- Establecer y regular la competencia, la concurrencia y coordinación del estado y los municipios, así como la participación social en la materia de este ordenamiento.
- Establecer medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de sanciones administrativas y penales ante la autoridad competente.

En el capítulo III, en materia de Política Ambiental, señala en el artículo 7: *Para formular y conducir la política ambiental estatal, expedir y aplicar los instrumentos previstos en esta Ley, las autoridades tendrán en cuenta los siguientes principios:*

- *Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano. Las autoridades, en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para preservar ese derecho.*
- *Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure la sustentabilidad, asegurando el mantenimiento de su diversidad, renovabilidad y evitando la generación de efectos ecológicos adversos.*
- *La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones; las autoridades y los particulares deberán asumirla.*
- *Prevenir y controlar las causas que generan la contaminación del agua, aire y suelo, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.*
- *Los sujetos de la concertación ecológica son los individuos, los grupos y organizaciones sociales, coordinados por los tres ámbitos de gobierno con el*

propósito de realizar acciones ecológicas que reorienten la relación entre la sociedad y la naturaleza, de tal manera que aseguren el éxito de las acciones propuestas.

- *En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico:*
- *Las Normas y los derechos ambientales se tomen en cuenta de manera fundamental en los planes y programas de Gobierno y en las actividades de otros sectores de la sociedad oaxaqueña.*
- *Que se procure la capacidad técnica, financiera y humana para realizar actividades de investigación, planeación y administración encaminadas al desarrollo sustentable del Estado.*
- *Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir o minimizar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique, asimismo, debe motivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.*
- *Promover en todo el territorio del Estado un ordenamiento ecológico que ubique y regule las actividades productivas y de servicios, de manera que se asegure la perduración de los recursos naturales y la prosperidad de los Oaxaqueños.*
- *Fortalecer la conciencia ambiental y la activa participación de la sociedad en la solución de los problemas ecológicos y en la consecución de su propio*

bienestar, mediante el uso sensato, integral y sustentable del patrimonio natural.

- *Restaurar las áreas degradadas y promover la revegetación o reforestación con especies nativas, de acuerdo con las condiciones climáticas locales y la vegetación original.*
- *Las demás a que se refiere el Artículo 16 de la Ley General.*

En materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la ley establece en su Artículo 16; la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual el Instituto establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los Reglamentos y Normas Oficiales emitidas para proteger el ambiente.

A la evaluación de impacto ambiental se sujetarán la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites o condiciones emitidas para proteger el ambiente; debiendo obtener la autorización del Estado por conducto del Instituto, conforme a las competencias que señala esta Ley, sin perjuicio de otras autorizaciones. Cuando corresponda al Instituto llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental, considerará la opinión del Municipio donde se pretenda realizar la obra o actividad.

Las obras o proyectos deberán tramitar su autorización previa al inicio de la adecuación del sitio donde se realizará la obra o actividad.

El Instituto podrá regularizar obras iniciadas que no cuenten con la autorización en materia de Impacto Ambiental, de conformidad al procedimiento establecido en el Artículo 18 de esta Ley y de manera específica las afectaciones ocasionadas, así como las medidas de mitigación y/o restauración, por lo cual impondrá la sanción

correspondiente pudiendo decretar la suspensión de la obra atendiendo al lugar y a las condiciones que motivaron la actuación en los términos de la presente Ley.

Artículo 17.- *Se requerirá evaluar el Impacto Ambiental, en las siguientes obras o actividades:*

Obra pública estatal:

I. Carreteras estatales y caminos rurales.

III. Instalación de sistemas para el tratamiento de aguas residuales.

IV. Ladrilleras.

V. Manufactura y maquiladoras.

VI. Industria alimenticia.

VII. Industria textil.

VIII. Industria del hule y sus derivados.

IX. Curtidurías.

X. Industria de bebidas.

XI. Parques y corredores industriales.

XII. Exploración, extracción y procesamiento físico de sustancias minerales que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos.

XIII. Obras o actividades en áreas naturales protegidas estatales.

XIV. Sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

XV. Fraccionamientos y unidades habitacionales.

XVI. Desarrollos turísticos estatales y privados.

XVII. Centrales de autotransporte público y privado de carácter estatal.

XVIII. Industria automotriz.

XIX. Actividades consideradas no altamente riesgosas.

XX. Aquellas en las cuales el Estado justifique su participación de conformidad con esta Ley.

Tabla 3.19 Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca con el desarrollo del proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>CAPITULO I., Artículo 2do.</p> <p>IV. Prevenir y controlar las causas que generen la contaminación del agua, aire y suelo; es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.</p> <p>IX. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir o minimizar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique; asimismo, debe motivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.</p> <p>XII. Restaurar las áreas degradadas y promover la revegetación o reforestación con especies nativas, de acuerdo con las condiciones climáticas locales y la vegetación original.</p> <p>Artículo 16. Se requerirá evaluar el Impacto</p>	<p>En el presente estudio, se definen un conjunto de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación, para cada acción a desarrollar en el proceso de la obra y de esta manera minimizar los impactos al ambiente.</p> <p>Por la naturaleza de la actividad y la localización del terreno donde se construirá el tramo carretero, no se afectarán cuerpos de agua, ni se contaminará el suelo; sin embargo, habrá afectación en algunas propiedades físicas del suelo, así como en la calidad estética del paisaje. Por lo cual, para las componentes afectadas, se establecerá un programa de medidas de corrección, restauración y compensación, de los impactos generados.</p> <p>El Presente documento cubre este requisito, con base a la normatividad ambiental vigente.</p>

Ambiental, en las siguientes obras o actividades:	
I. Obra pública estatal;	
II. Carreteras estatales y caminos rurales.	

3.2.3 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca

La Presente Ley (publicada en la Tercera Sección en el Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, el sábado 18 de julio de 2009), es reglamentaria del artículo 12 y demás disposición de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generan en el territorio del Estado.

Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial; así como la remediación de la contaminación por dichos residuos en sitios dentro del territorio del Estado.

Artículo 3°. *Se considera causas de utilidad pública:*

I. Las medidas y acciones necesarias para evitar el deterioro o destrucción de los elementos naturales del Estado por la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y/o de residuos de manejo especial.

II. La ejecución de obras y acciones destinadas a la prevención de la contaminación, conservación, protección al ambiente y remediación de sitios contaminados.

III. Las medidas de emergencia que las autoridades del Estado y de los Municipios apliquen por caso fortuito o fuerza mayor, para atender y resolver la contaminación por residuos sólidos urbanos y/o por residuos de manejo especial

IV. Las acciones de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos sólidos urbanos y/o de residuos de manejo especial.

Artículo 4°: Esta Ley es aplicable a la gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial que se generen, acopien, almacenen, transporten y dispongan en el territorio del Estado.

Quedan excluidos del ámbito de aplicación de esta Ley, la gestión y manejo integral de residuos peligrosos, salvo que se trate de acciones de autorización y control de actividades que realicen los microgeneradores de dichos residuos, conforme a la normativa federal aplicable y lo que establezcan los convenios o acuerdos de coordinación que suscriban para tales efectos el Ejecutivo Estatal, a través del Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tabla 3.20 Vinculación de la Ley Para la prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca con la ejecución del proyecto.

Ordenamiento jurídico	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 3°: Se considera causas de utilidad pública.</p> <p>I. Las medidas y acciones necesarias para evitar el deterioro o destrucción de los elementos naturales del Estado por la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y/o de residuos de manejo especial.</p> <p>Artículo 4°: Esta Ley es aplicable a la gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial que se generen, acopien, almacenen, transporten y dispongan en el territorio del Estado.</p>	<p>La empresa diseñará un plan de manejo de residuos sólidos y basura para su recolección y su disposición final en lugares avalados por las autoridades competentes.</p> <p>1. - La deposición de materiales se realizará en sitios lejanos a arroyos y fuentes naturales de agua.</p> <p>2.- Se utilizarán letrinas portátiles para el personal. Los residuos serán colectados por la empresa que las rente para su disposición final en un sitio autorizado cumpliendo con lo establecido en las NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996.</p> <p>3. La carga de combustible a los vehículos de transporte y maquinaria, se realizará en un sitio distante a fuentes de contaminación de suelo y agua.</p> <p>4.- Se dará capacitación a los trabajadores para que clasifiquen la basura orgánica e inorgánica</p>

	<p>que se genere en el sitio y de esta manera prevenir la contaminación del suelo.</p> <p>5.- Se prevé no derramar combustibles o aceites que contaminen el suelo; para ello se contempla establecer contenedores con tapa, para almacenar los residuos de grasas y aceites. Los residuos serán colocados en contenedores; su manejo y disposición final estará a cargo de una empresa certificada en el ramo.</p>
--	--

3.2.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

El área del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna área natural protegido (ANP) como se observa en la siguiente imagen.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

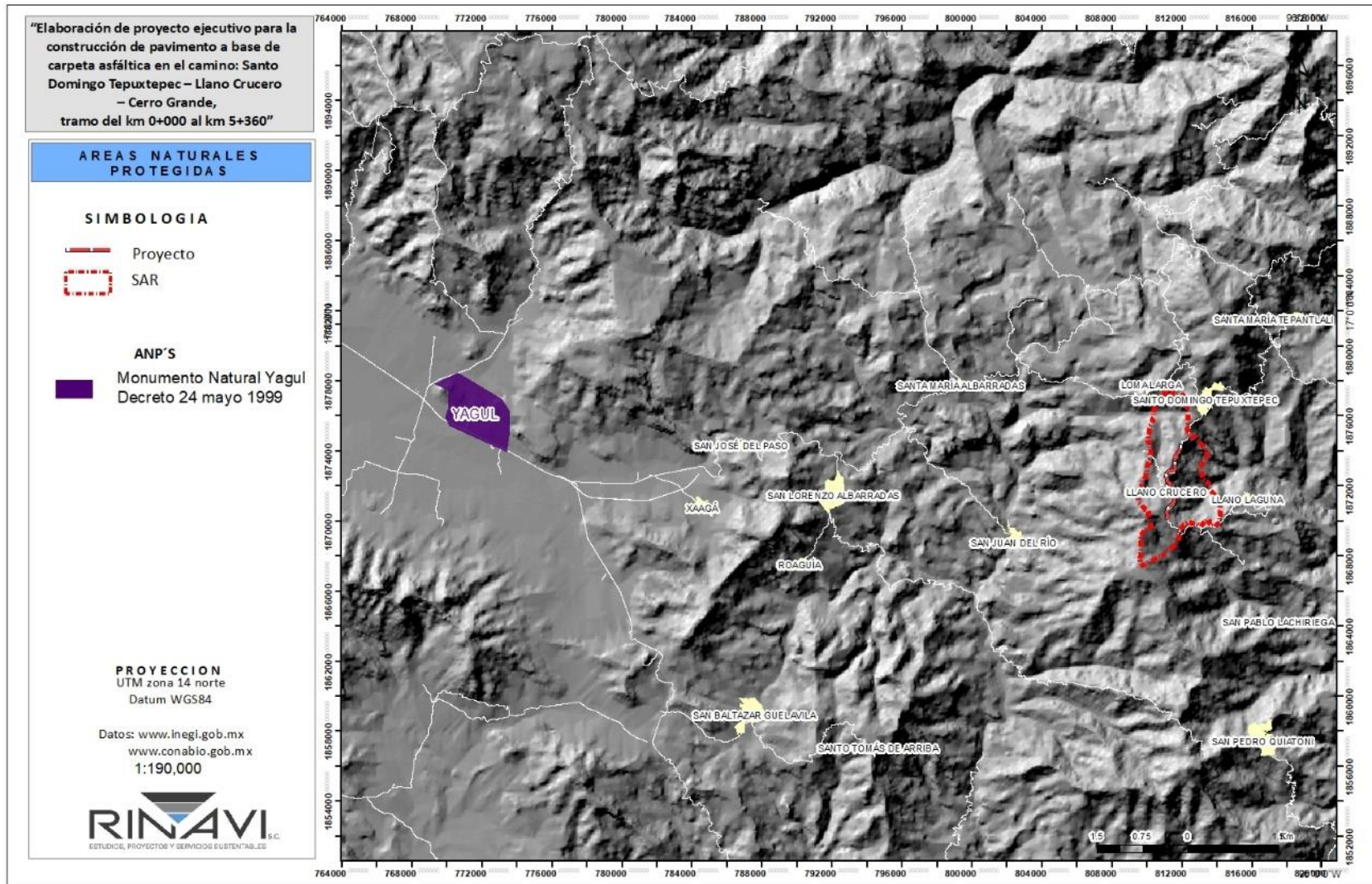


Figura 3.3 Áreas Naturales Protegidas

3.2.5 Región Terrestre Prioritaria (RTP)

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad, por lo que de acuerdo a la información temática Vectorial de la CONABIO escala 1: 1,000,000 para México, el Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto se localiza en la RTP denominada Sierras del norte de Oaxaca-Mixe. Como se observa en la siguiente imagen.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

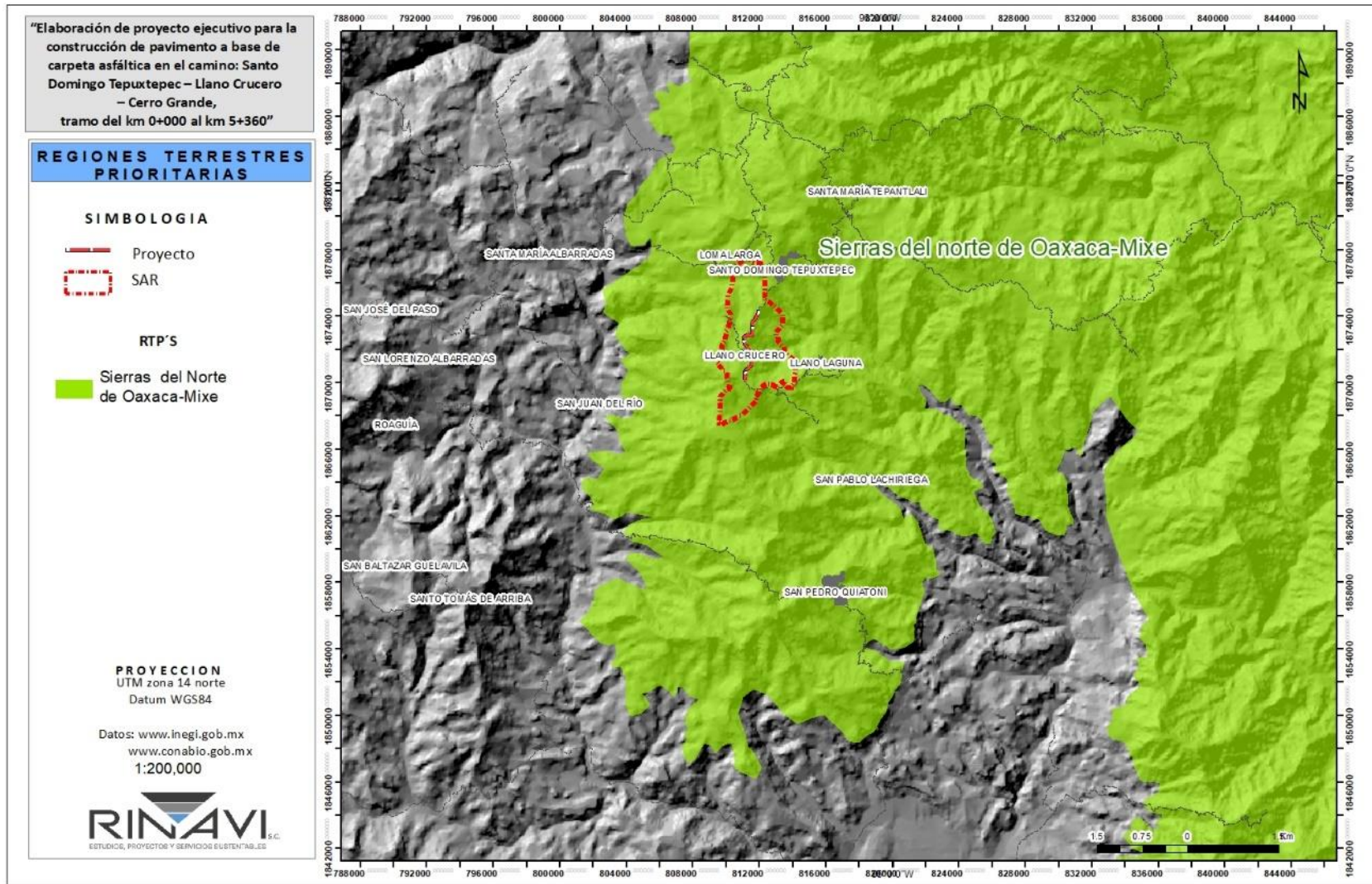


Figura 3.4 Regiones Terrestres Prioritarias

Esta región integra la sierra del norte de Oaxaca (Sierra Juárez) y la sierra Mixe-La Ventosa. Se trata de una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debidos a la compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La fisiografía compleja de esta zona da como resultado diversidad de ambientes. Sin embargo, destaca la gran extensión de los bosques mesófilos de montaña y la selva alta perennifolia. Hacia la parte sur se localizan selvas medianas, altas y bajas y corredores de taxa xerófiticos. El río Tehuantepec divide a los bosques de coníferas del norte de las selvas del sur.

Problemática ambiental:

Recientemente se han construido caminos para apoyo al aprovechamiento forestal. En el norte (parte de la planicie) se desarrollan actividades para el desarrollo de la ganadería. La alta explosión demográfica es un problema importante. Por otra parte, se tienen considerados para su desarrollo algunos proyectos hidráulicos. Entre los principales problemas están la alta presión de población en la zona mixe, la cual es menor en la región seca. Existe ganadería extensiva y zonas cafetaleras extensas.

3.2.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

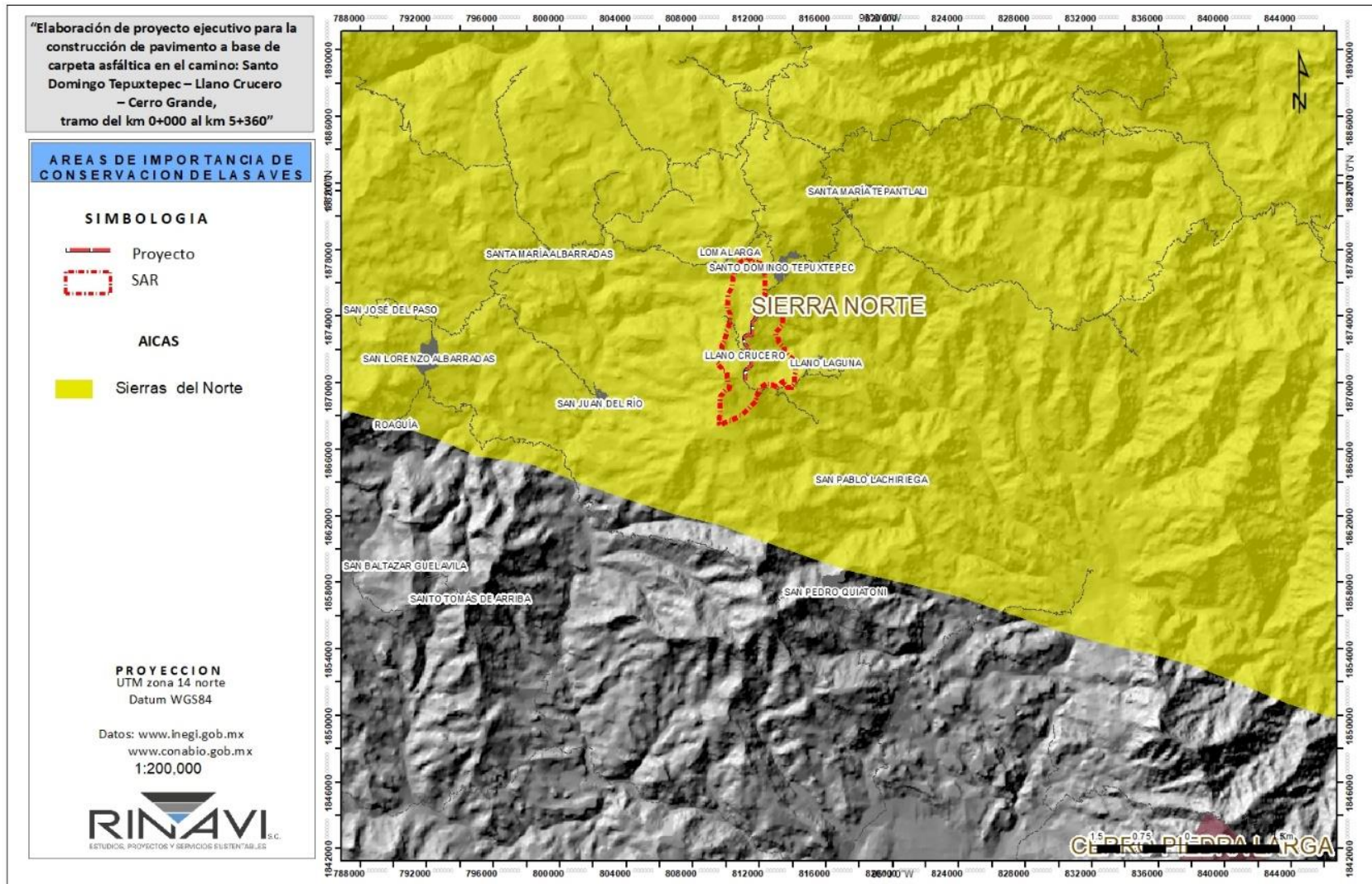


Figura 3.5 Áreas de Importancia de Conservación de las Aves

El proyecto se ubica dentro del área definida para la conservación de las aves conocida como Sierra Norte.

Estado: Oaxaca

Categoría 1999: G-1

Categoría BirdLife 2007: A1, A2 Y A3

Superficie (ha): 1,423,558.15514

Latitud: 17.364092

Longitud: -96.182892

Descripción:

Es un sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajonos, Soyolapan y Sto. Domingo. Su altitud varía de 50 msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700 msnm en el Cerro de Cempoaltepetl, en la zona Mixe. La mayoría de las pendientes superan los 45 grados, inclusive forman laderas de cañones como las de los ríos Cajonos y Sto. Domingo. Hacia los límites de la planicie costera del Golfo existen lomeríos con pendientes suaves a menos de 50 msnm. Limita al n-noreste con las llanuras de la planicie costera del Golfo, al sur con los Valles Centrales, al este con la Sierra Mixe y al oeste con los Valles Intermontanos de la región de la cañada. La temperatura media anual varía de 26°C entre los 50 y 150 msnm en la planicie costera del Golfo hasta 9°C a 3150 msnm, siendo menores en partes más altas. La precipitación total anual va desde 545 mm aproximadamente en la Cañada, hasta casi los 6000 mm en Vistahermosa (Comaltepec).

Vegetación

Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Coníferas y Encino, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Matorral Xerófilo, Pastizal.

Justificación

Se tienen especies listadas en el libro rojo de la ICBP/IUCN (1992) como amenazadas para América, también por CIPAMEX y SEDESOL. Presenta un Bosque Mesófilo muy extenso y conservado en el país, así como Bosque Tropical Caducifolio Bosque de Pino-Encino y Selva Húmeda. Se tiene por lo menos 66 especies endémicas o cuasiendémicas para la Sierra Norte.

CAPÍTULO IV

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

4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecer el proyecto.

El Sistema Ambiental Regional (SAR), está caracterizado por la presencia de unidades ambientales homogéneas que permiten la interacción de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, esto permite evaluar la integridad de los ecosistemas y garantizar que los impactos ambientales derivados de la modernización del camino permitan la continuidad de los procesos ecológicos y sociales.

Por tal razón y empleando criterios técnicos con base en el manejo de capas temáticas y utilizando un software especializado para tal fin se realizó la sobreposición de los polígonos del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), las cuales se basan en Unidades de Gestión Ambiental denominadas como UGAS, este programa es un instrumento de la política pública; la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), estas unidades se consideran como la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas., por lo que una vez realizada la sobreposición de dichas unidades se determina que el proyecto se ubica en la UAB 70 Sierras Orientales del norte de Oaxaca, con una política de restauración, protección y aprovechamiento sustentable, sin embargo la superficie

de dicha UAB se considera demasiado extensa en relación a la superficie del proyecto por lo que se determinó considerar otros elementos para realizar dicha delimitación.

A nivel estatal el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de Oaxaca (POERTEO) tiene por objeto establecer y orientar la política de uso de suelo en función del impacto ambiental que generan las actividades productivas; encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región; además de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para alcanzar estos objetivos, se tomaron tres importantes vectores para determinar zonas de aptitud en el territorio estatal, estos vectores son: el análisis de compatibilidad e incompatibilidad de planes, programas, proyectos y acciones de gobierno; las áreas prioritarias para restaurar, conservar y proteger; y la aptitud sectorial de los sectores de acuicultura, agrícola, apícola, conservación, ecoturismo, forestal, ganadería, industria, minería, turismo y asentamientos humano, resultado de todo este proceso se creó el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) que ubica las actividades sectoriales en zonas de mayor aptitud para su desarrollo y en donde se generen menos impactos ambientales, derivándose de este 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGAS), repartidas en 26 UGAS de aprovechamiento sustentable que espacialmente ocupan el 67.79% del territorio estatal, 14 UGAS de conservación con aprovechamiento, 13 UGAS de restauración con aprovechamiento y 2 UGAS de protección, ocupando estas últimas el 18.78% del territorio.

Por lo que con respecto a la localización del eje del proyecto se realizó la sobreposición de la capa de unidades de gestión ambiental del POERTEO, identificando que el proyecto se ubican en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 042, con estatus de propuesta de conservación con aprovechamiento sustentable y en cercanías de las UGA 004 con estatus de aprovechamiento sustentable, sin

embargo la superficie de dichas UGAS se considera también demasiado extensa en relación a la superficie del proyecto por lo que se determinó considerar otros elementos para realizar dicha delimitación, y que dicha delimitación contemple en sí tanto el POERTEO como el POEGT, dado que son elementos de la política ambiental, por lo cual se estableció utilizar elementos físicos del territorio como lo es la morfología. Por consiguiente, se empleó el criterio de cuenca, en particular el de microcuenca para la delimitación del sistema ambiental regional.

La cuenca hidrográfica es la unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales, es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común; es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar. Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas.

La unidad de planeación es la cuenca, sin embargo, la unidad básica de ordenación e intervención es la subcuenca, donde puede manejarse y visualizarse la producción en relación con la corriente de agua. Cabe destacar que en la cuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, la planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la cuenca debe considerar todas estas interacciones.

El sistema de la cuenca hidrográfica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- Biológico, que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.
- Físico, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).
- Económico, integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- Social, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal.

Los elementos que integran los subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que se ubique la cuenca y al nivel de intervención del factor humano. Una cuenca hidrográfica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice.

Criterio 1 altitud; si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo, de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura, se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.

Criterio 2 topografía; otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal, el trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca, luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores. Por lo que de acuerdo a lo anterior se determinó emplear el criterio de topografía para delimitar el sistema ambiental.

En este sentido la información topográfica del camino sirvió como base para la delimitación del sistema ambiental, ya que nos presenta una visión de manera general de la localización del proyecto y en general de las condiciones ambientales del sitio y áreas cercanas por lo que con ayuda de un Sistema de Información Geográfico y a partir de las coordenadas de localización del proyecto en un sistema de proyección UTM zona 14 norte, Datum WGS 84, se sobrepuso en una carta topográfica digital geo referenciada escala 1:50,000 de INEGI con clave E14D59 permitió tener una visión general de cuestiones ambientales abióticas, la hidrología, curvas de nivel, morfología, así como las localidades y vías de comunicación, de acuerdo a la tipología y simbología de INEGI.

Con el fin de obtener y delimitar una unidad ambiental homogénea, el criterio de delimitación del sistema ambiental se basa en cuenca y en este caso en particular de microcuenca bajo el criterio de la topografía, la cual es una cuenca hidrográfica pequeña que presentan una red de drenaje de primer o segundo orden, la cual es una unidad física determinada por la línea divisoria de las aguas, que delimita los puntos desde los cuales toda el agua escurre hacia un mismo sitio, esto nos permite cumplir con el objetivo de la definición de sistema ambiental ya que por las características propias de una cuenca se considera una unidad homogénea que permite la interacción de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.

En este sentido y con el fin de conocer la morfología del terreno que a la vez tiene una relación directa con la formación de los patrones de drenaje, y mediante la utilización de un sistema de información geográfica (ArcGis) se empleó la capa de curvas de nivel de cota cada 20 metros, este archivo tipo *.shp se obtuvo de los datos vectoriales de carta E14D59 de INEGI, escala 1:50,000, a dicha capa se le sobrepuso la capa de ubicación del eje del proyecto, la separación entre las curvas del nivel en el sitio nos indican que es un terreno bastante heterogéneo en cuanto la forma del relieve.

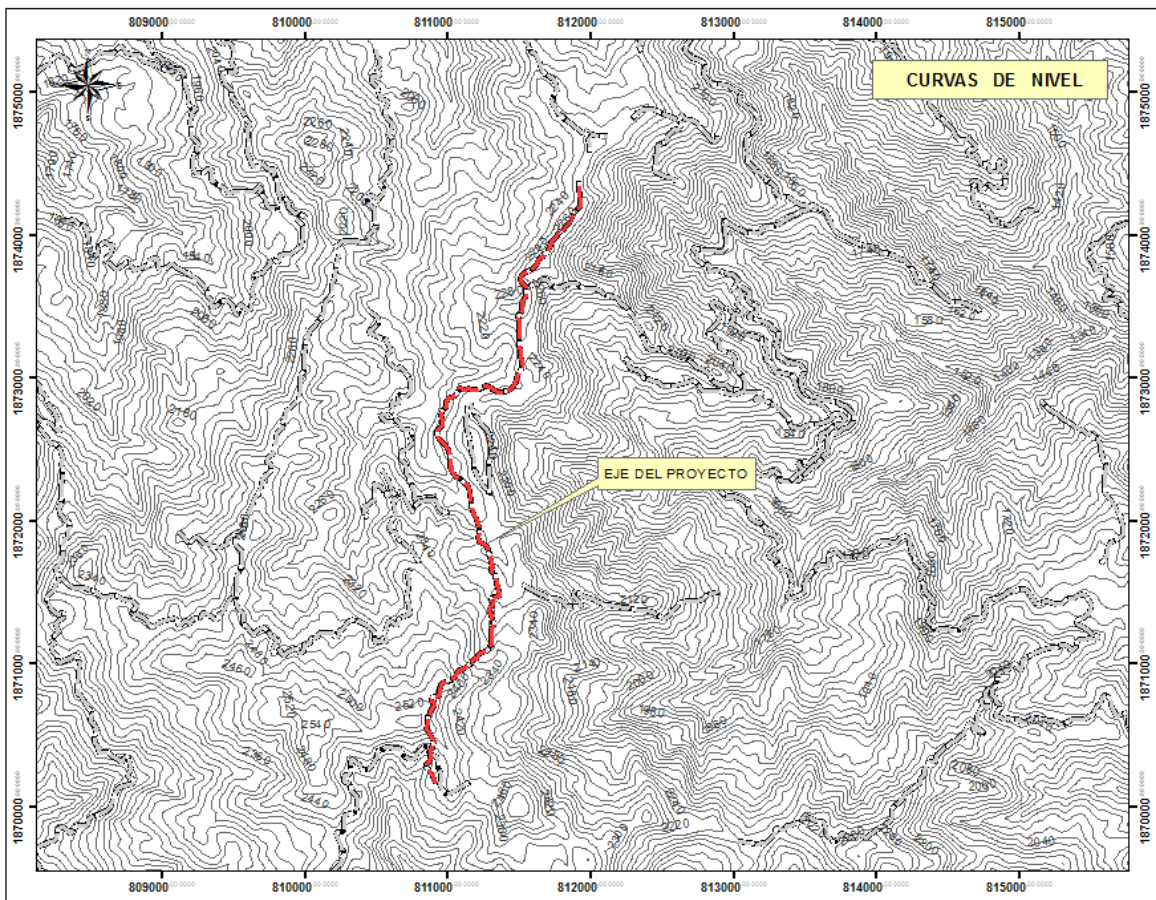


Figura 4.1 Curvas de nivel.

A partir de las curvas de nivel arriba mencionadas se creó un TIN, el cual visualmente nos permite ubicar el sitio del proyecto en relación a la morfología del terreno por lo que en análisis visual se deduce que el sitio del proyecto se ubica en una zona de lomeríos abruptos y serranías.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

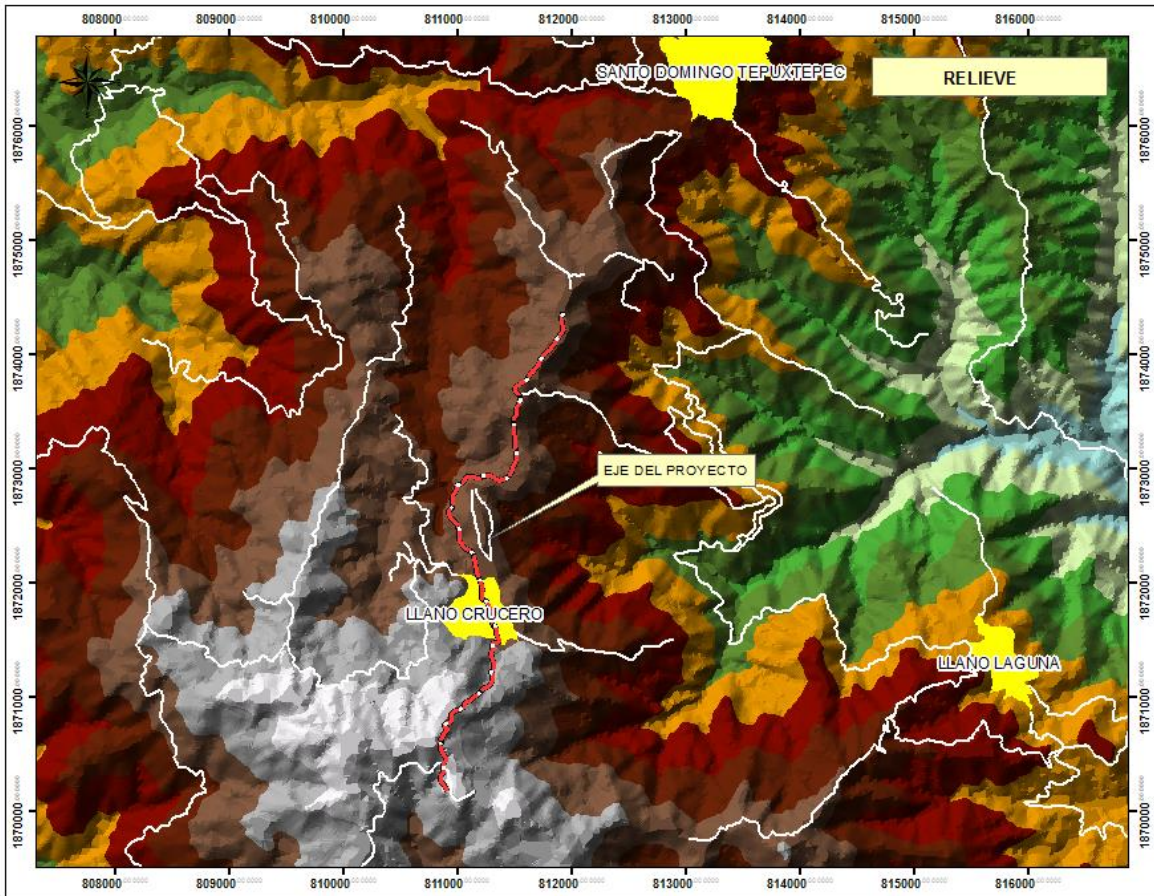


Figura 4.2 Relieve del terreno.

A partir del TIN que presenta visualmente las formas del terreno y como parte del análisis Raster que se realizó para la delimitación del sistema ambiental se convirtió el TIN a Raster para genera el Modelo de Elevación del Terreno (MDT).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

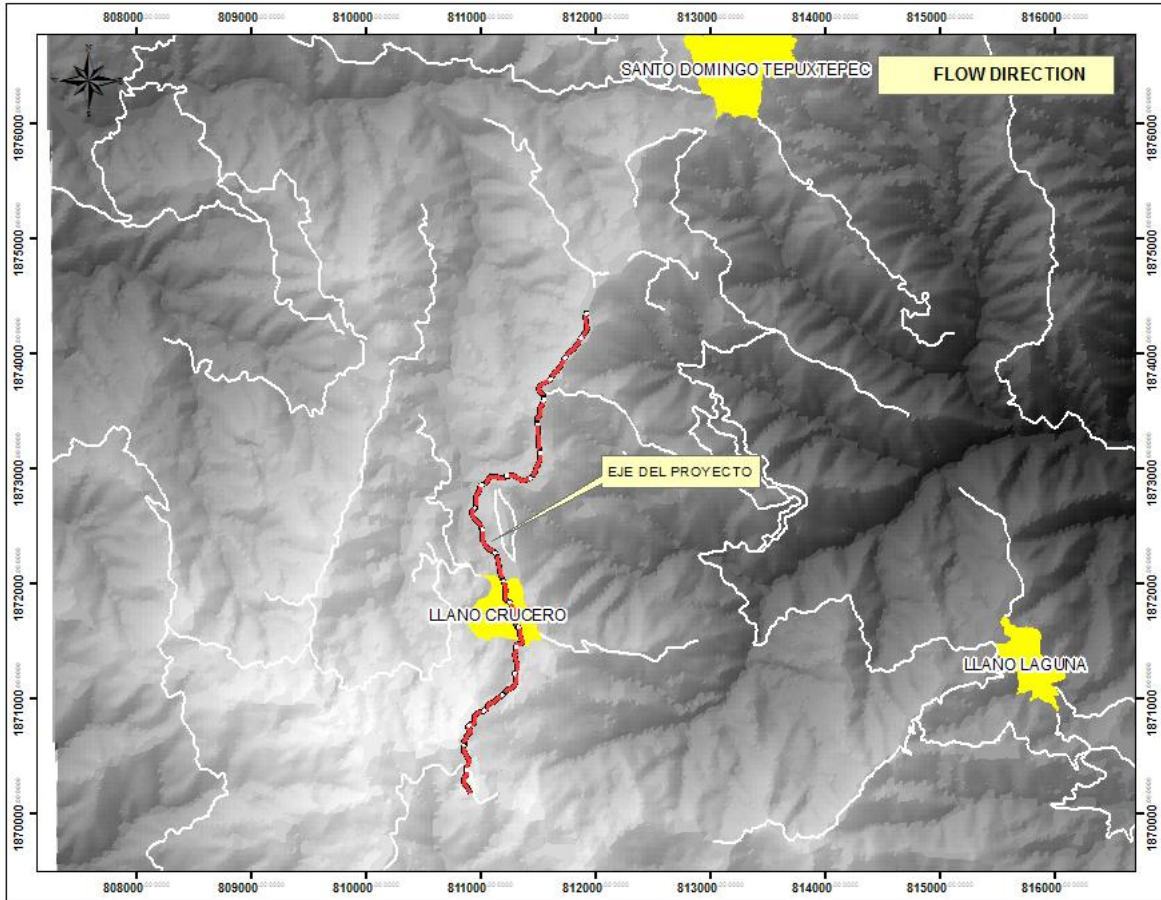


Figura 4.3 Modelo de Elevación del Terreno (MDT).

Como parte de las herramientas de análisis contenidos en el Software ArcGis, en particular se encuentra una herramienta diseñada para la delimitación de cuencas, “Hydrology”, por lo que para realizar la delimitación de las microcuencas se empleó dicha herramienta que consiste en la ejecución de nueve pasos tal como se describe a continuación.

A partir del modelo de elevación del terreno se empleó la herramienta “Fill Sinks”, con esta herramienta se rellenaron las imperfecciones existentes en la superficie del modelo digital de elevaciones, de tal forma que las celdas en depresión alcancen el nivel del terreno de alrededor, con el objetivo de poder determinar de forma adecuada la dirección del flujo.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

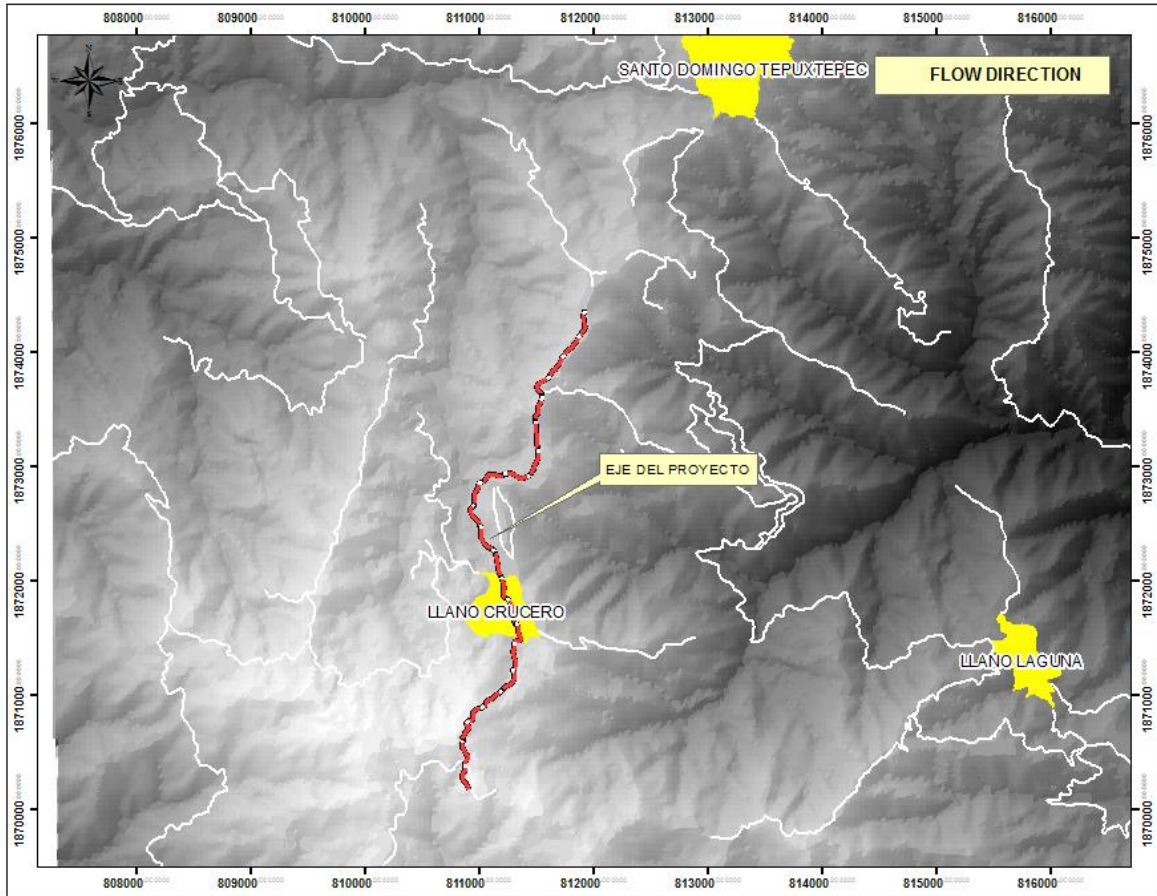


Figura 4.4 Fill Sinks.

El segundo paso fue emplear la herramienta “Flow Direction”, con lo que se definió la dirección del flujo buscando el camino descendente de una celda a otra (Figura 4.5).

El paso tres se realizó mediante la herramienta “Flow Accumulation”, se creó el Raster de acumulación de flujo en cada celda. Se determinó el número de celdas de aguas arriba que vierten sobre cada una de las celdas inmediatamente aguas abajo de ella.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

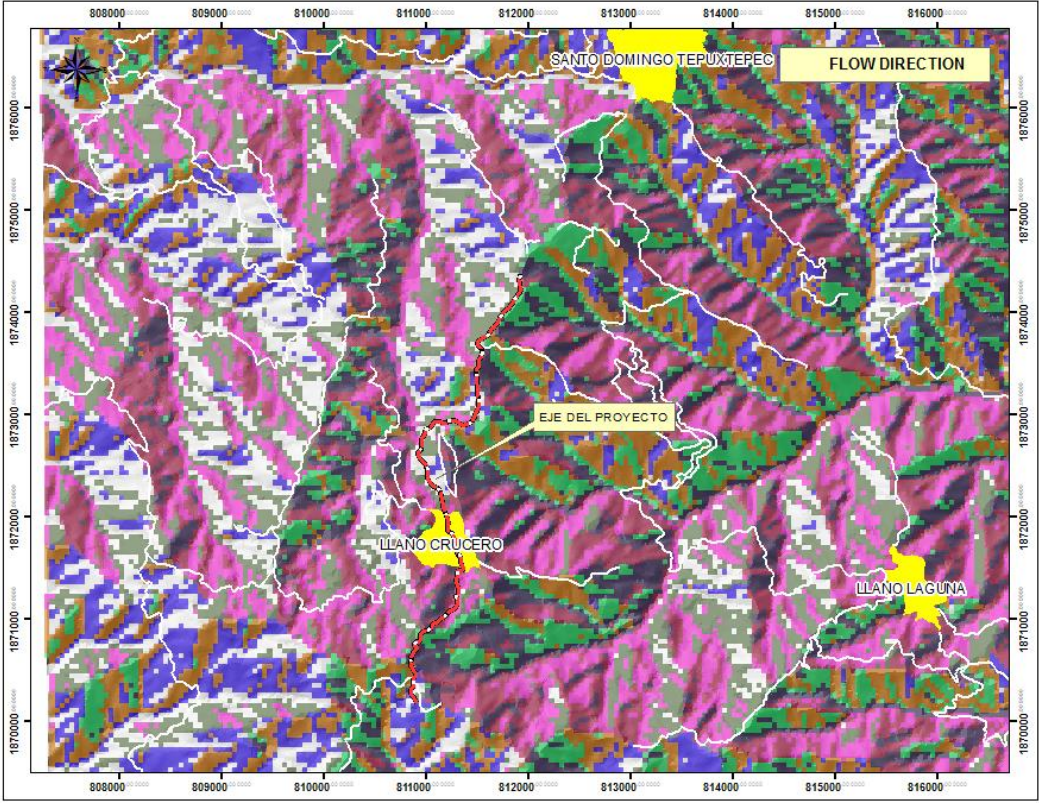


Figura 4.5 Flow Direction.

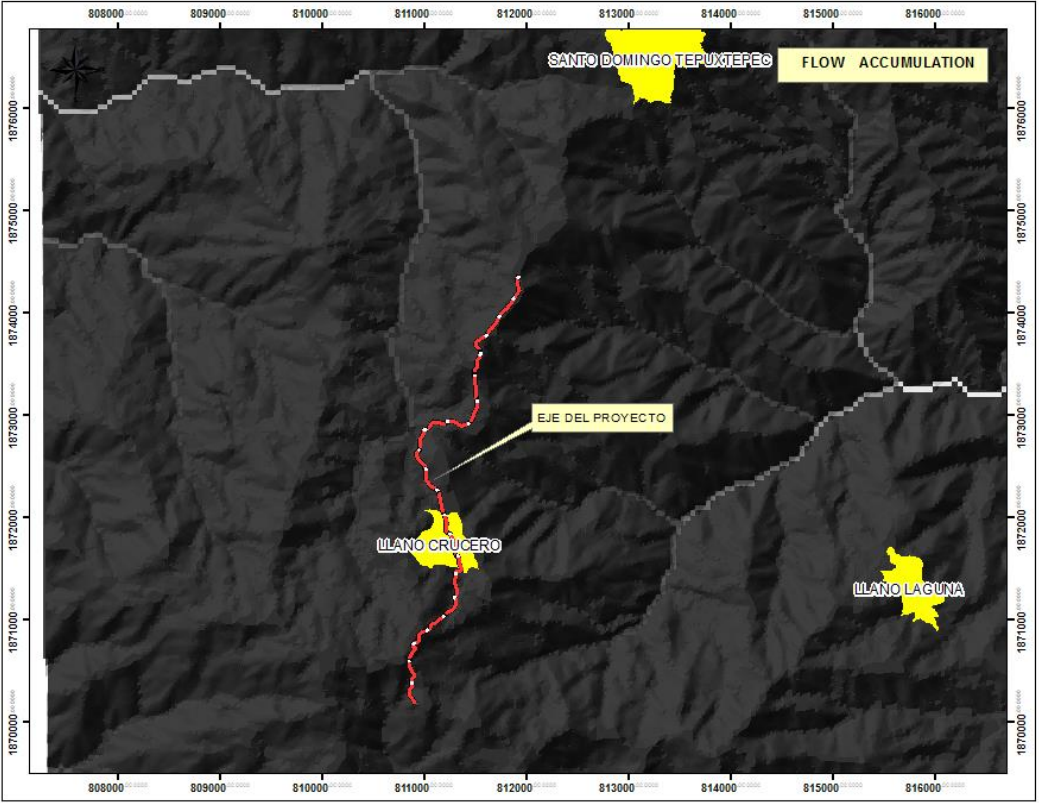


Figura 4.6 Flow Accumulation.

Para el paso cuatro se empleó "Stream Definition" se clasificaron las celdas con acumulación de flujo superior a un umbral especificado por el usuario como celdas pertenecientes a la red de flujo. El umbral debe ser especificado como el número de celdas vertientes a la que se está clasificando en cada momento.

Aquí se debe entrar a sopesar que valor sería el más indicado, ya que si el valor de acumulación es muy bajo muchos pixeles serán seleccionados como pertenecientes a la red hídrica, si, por lo contrario, el valor del pixel es muy alto solo aquellos drenajes de orden alto serían definidos como red hídrica.

En otras palabras, seleccionar un valor bajo del umbral significa que obtendremos afluentes pequeños en nuestra red de drenajes, en cambio un valor alto, modela los drenajes de mayor tamaño, por lo que se emplearon valores bajos, dado que el objetivo fue la delimitación de cuenca, el resultado fue la definición de una red de flujo o red hídrica.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

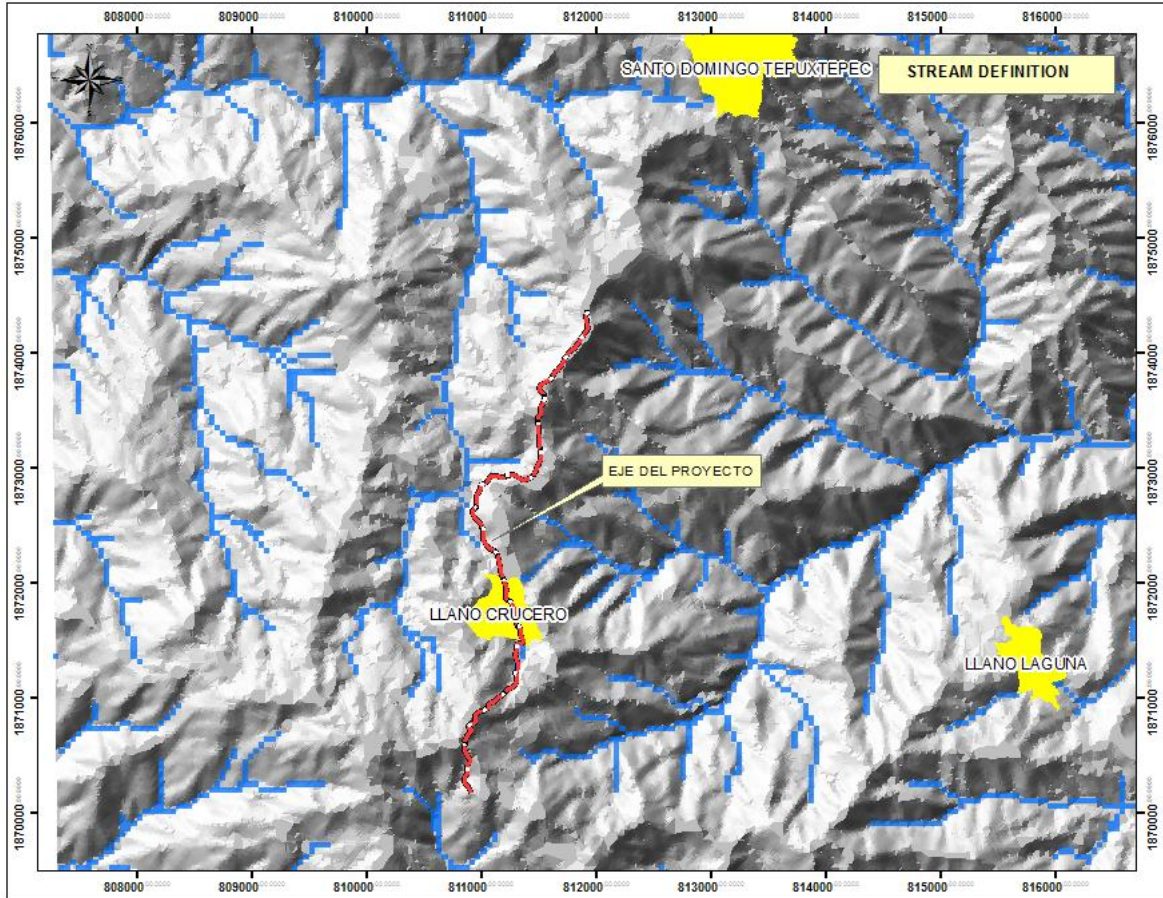


Figura 4.7 Stream Definition.

Obtenida la red de flujo se empleó el paso cinco “Stream Link” el cual divide el cauce en segmentos no interrumpidos, es decir, que dichas secciones en las que se divide el recorrido del flujo serán segmentos que conectan dos uniones sucesivas, una unión y un punto de desagüe o una unión y una división del área de drenaje.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

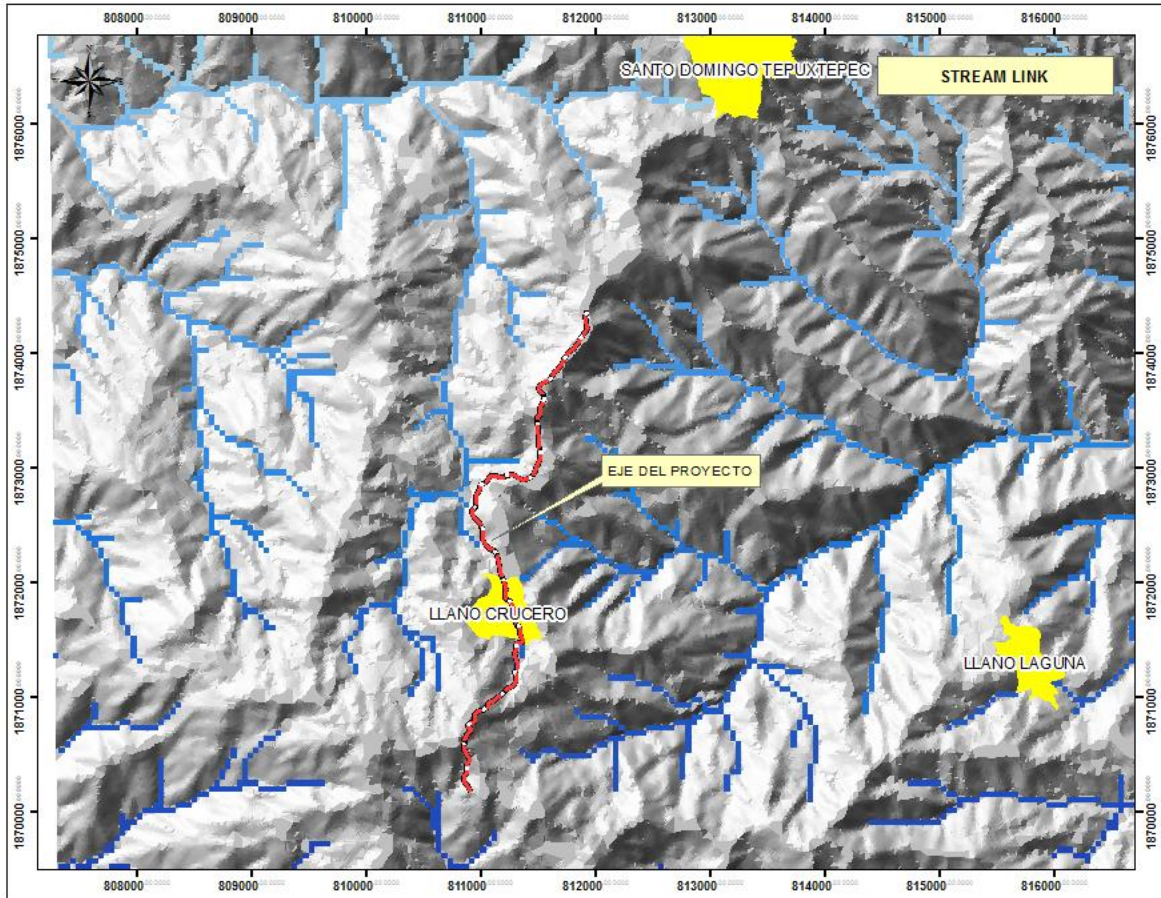


Figura 4.8 Stream Link.

En el paso seis mediante “Stream Order” se creó un orden de corrientes mediante el método Strahler, el orden de la corriente se incrementa cuando se cruzan dos drenajes del mismo orden. Dos drenajes de diferentes órdenes no se traducirán en un aumento del orden de la siguiente corriente, con lo cual se categorizan los números de orden de corriente de la red hídrica (Figura 4.9).

Una vez definido el orden de corrientes se creó un shape de drenaje empleando “Stream Feature”, esto nos permitió visualizar efectivamente mediante líneas toda la red de drenaje del área en donde se ubican los puntos de exploración, siendo este el paso siete (Figura 4.10).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

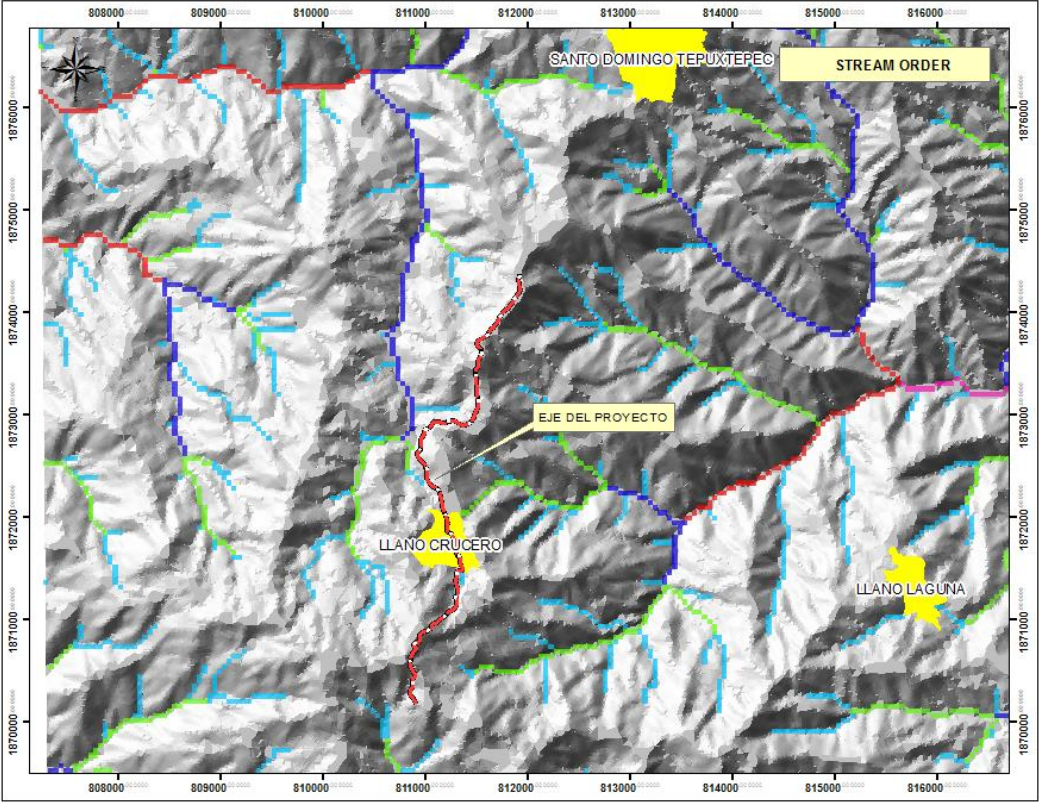


Figura 4.9 Stream Order.

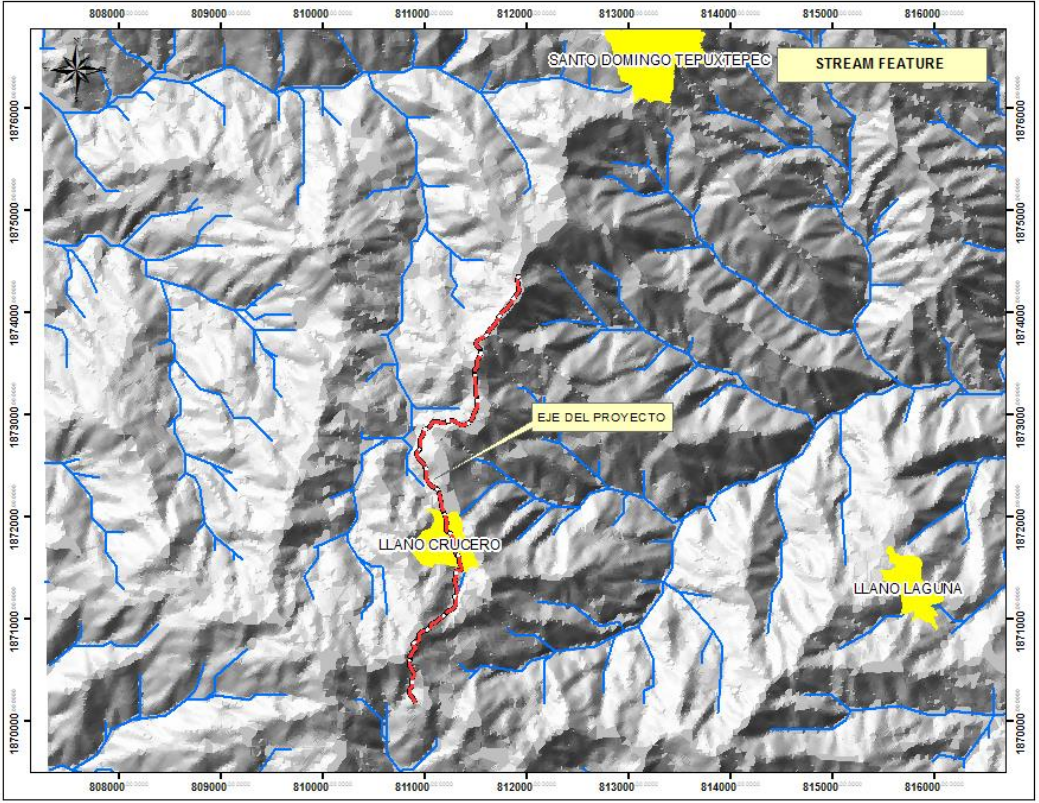


Figura 4.10 Stream Feature.

Con base a la red de drenaje generada el paso ocho fue determinar los puntos donde se cortan cada uno de los drenajes, es decir convierte los vértices a punto. Podemos determinar un punto al inicio, la mitad o al final de cada tramo de corriente, para este caso nos interesaron los puntos finales que es donde hay acumulación de flujo y es el punto importante para determinación de las cuencas, esto se realizó mediante “Feature Vértice To Point”.

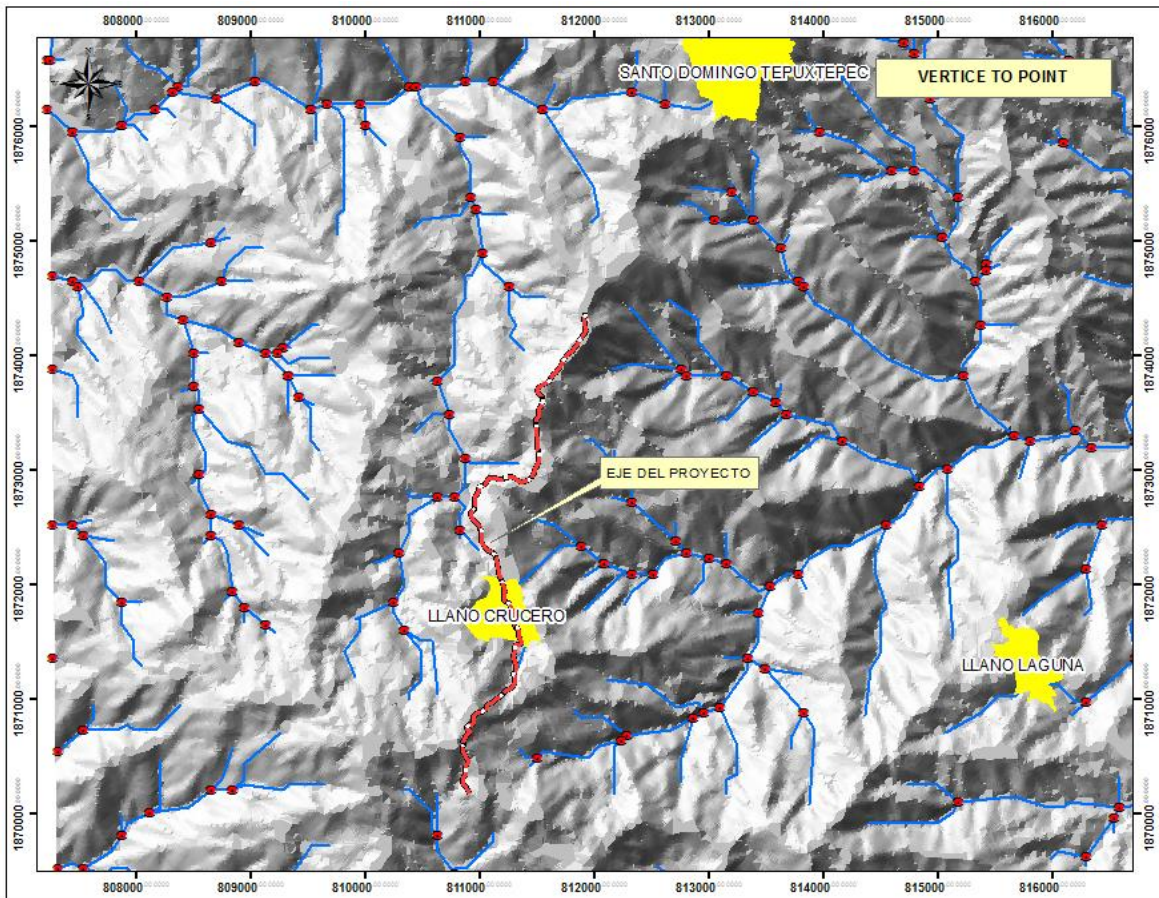


Figura 4.11 Feature Vértice To Point.

El paso nueve fue delinear una subcuena por cada uno de los segmentos de cauce definidos en el paso anterior mediante “Watershed Delineation” el resultado fue la delimitación de las cuencas de manera general en la zona en donde se ubica la poligonal y a partir de eso se delimitaron las que influyen en la zona del proyecto obteniendo con esto una delimitación preliminar (Figura 4.12).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

Se observa que el proyecto efectivamente se ubica en varias microcuencas de las delimitadas por el módulo Hydrology de Arc Gis, de ahí que para delimitación final del sistema ambiental, se emplearon elementos que permitieran mayor detalle del terreno a nivel de capa toponimias, tal como las curvas de nivel escala 1:50,000 de los datos vectoriales de la carta E14D59, para lo cual se sobrepusieron ambas capas de datos a la capa de microcuencas, cumpliendo con esto con el criterio de topografía (Figura 4.13)

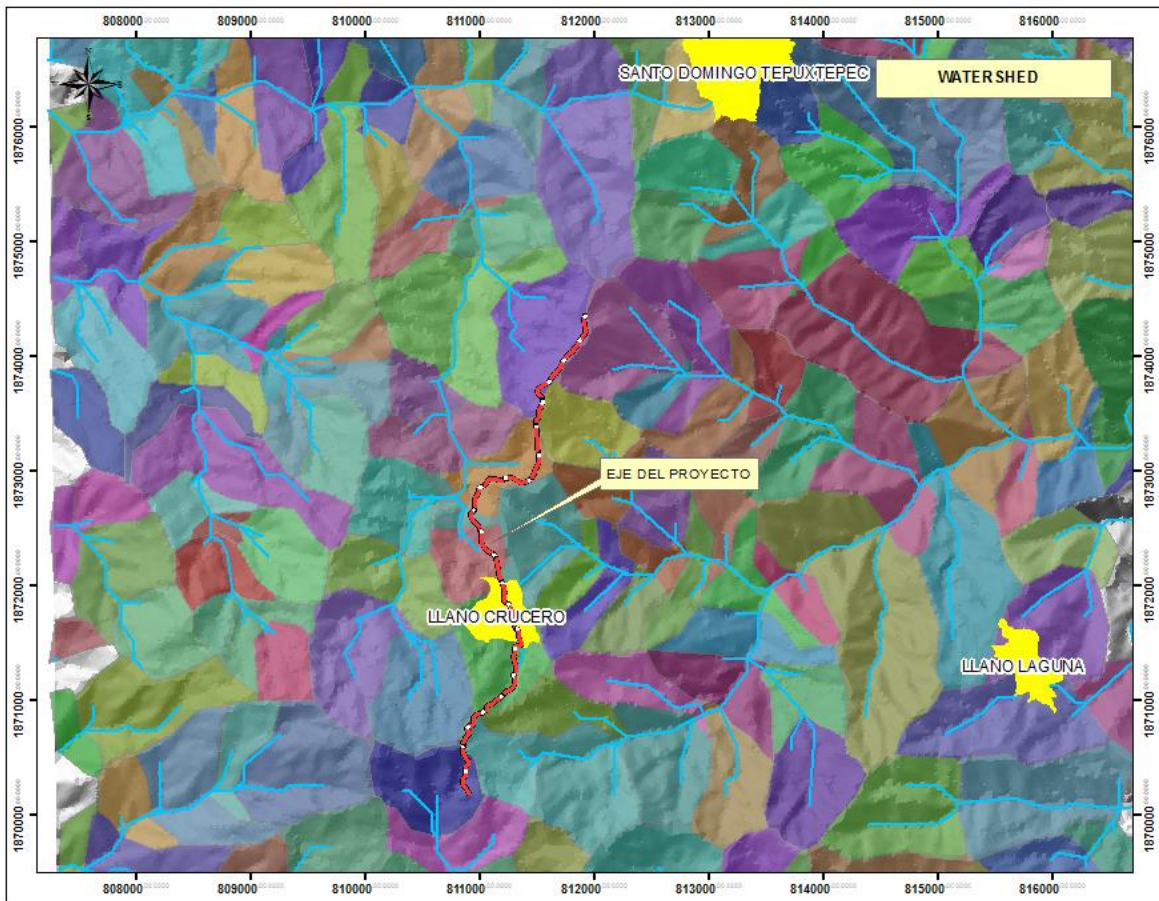


Figura 4.12 Watershed Delineation.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

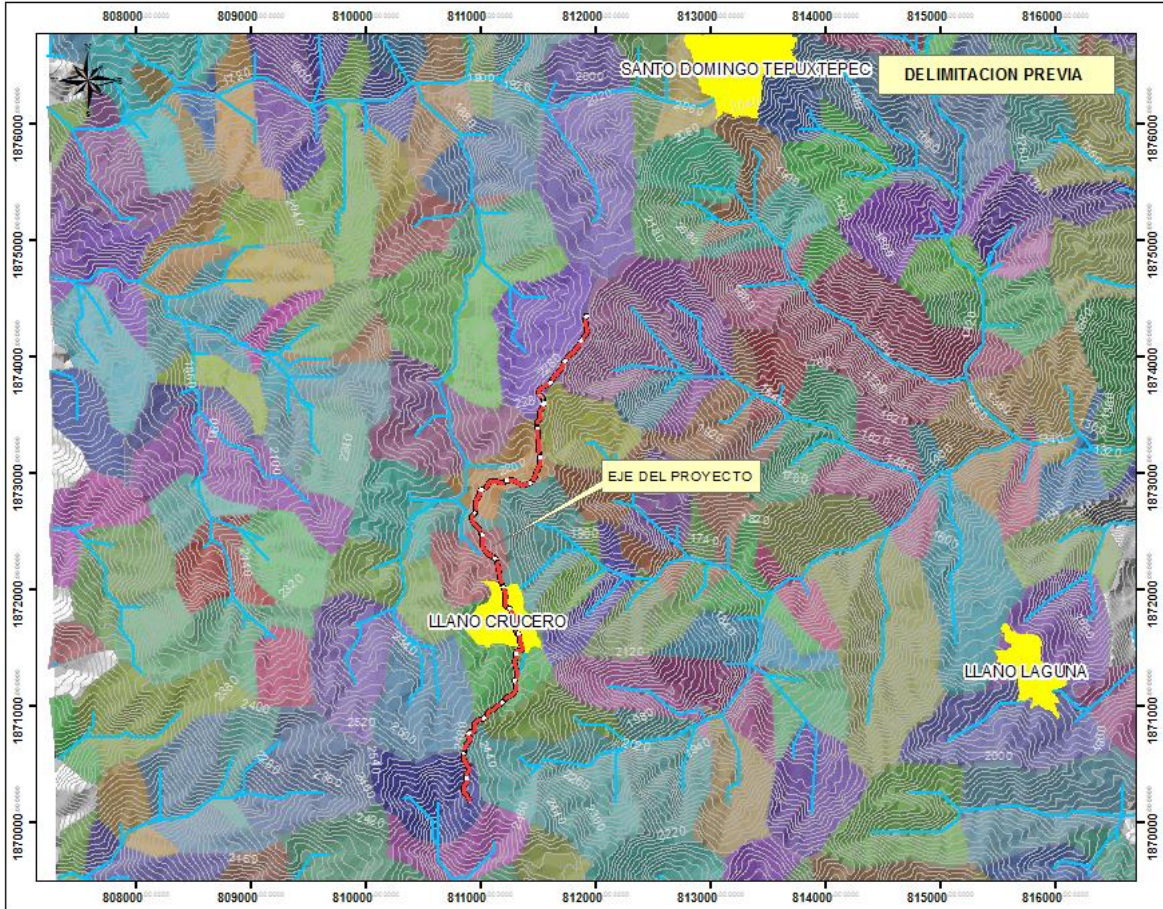


Figura 4.13 Delimitación previa de la cuenca.

Siguiendo el criterio empleado para la delimitación de las cuencas el cual define al parteaguas como el criterio técnico elemental para dicha delimitación, se realizó tal delimitación tomando como base el análisis Raster del módulo Hydrology, es decir que se considera una microcuenca como sistema ambiental del proyecto.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

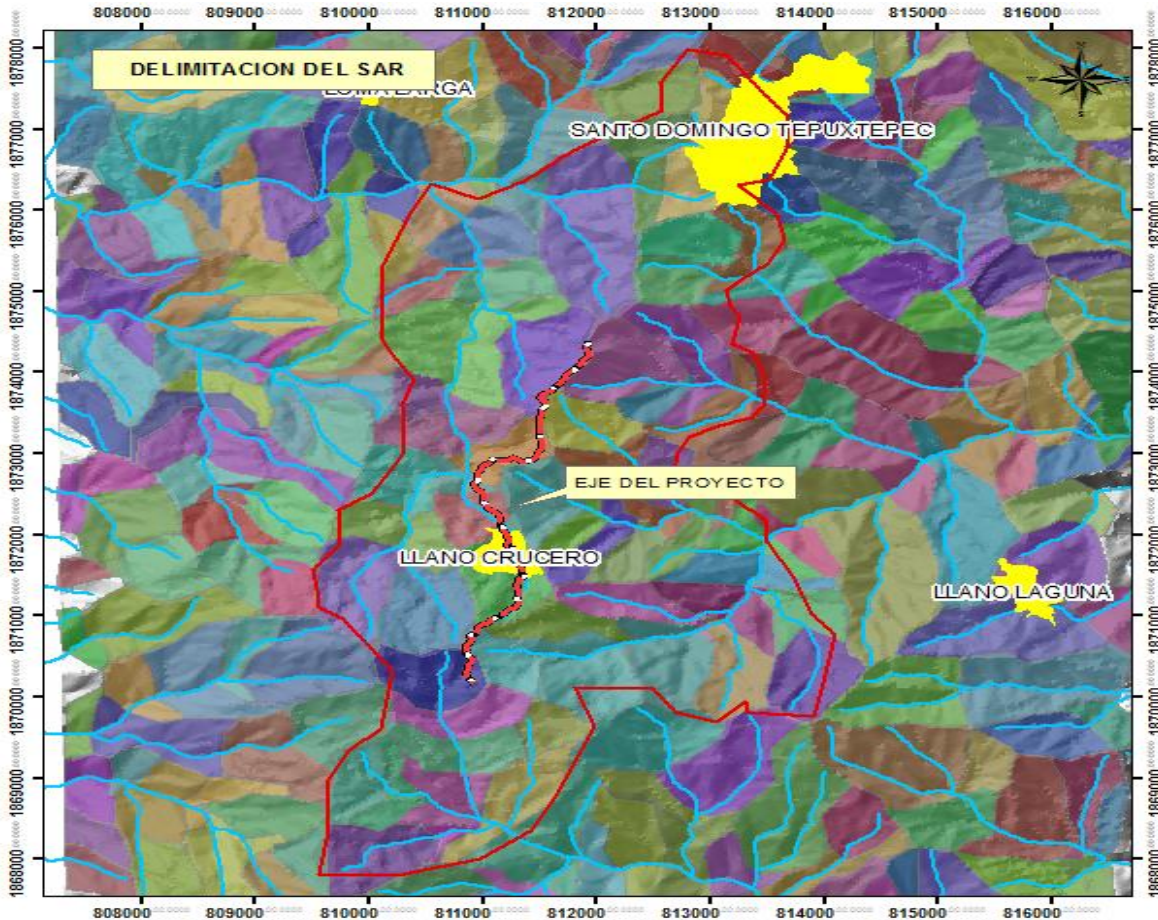


Figura 4.14 Delimitación final del sistema ambiental.

El resultado es un sistema ambiental regional de 2,669.34 hectáreas, con base al criterio técnico de delimitación de cuencas con criterio de topografía, por lo que de acuerdo al concepto de sistema ambiental regional, la poligonal resultante se ubica en una unidad homogénea de acuerdo al criterio de cuencas, así como en dos Unidades de Gestión Ambiental UGA 042 y UGA 004 de acuerdo al POERTEO y una Unidad Ambiental Geofísica 70 de acuerdo al POEGT de nombre Sierras Orientales del norte de Oaxaca, teniendo como política compatible con el proyecto entre las UGAS y la BUAP la de; aprovechamiento sustentable.

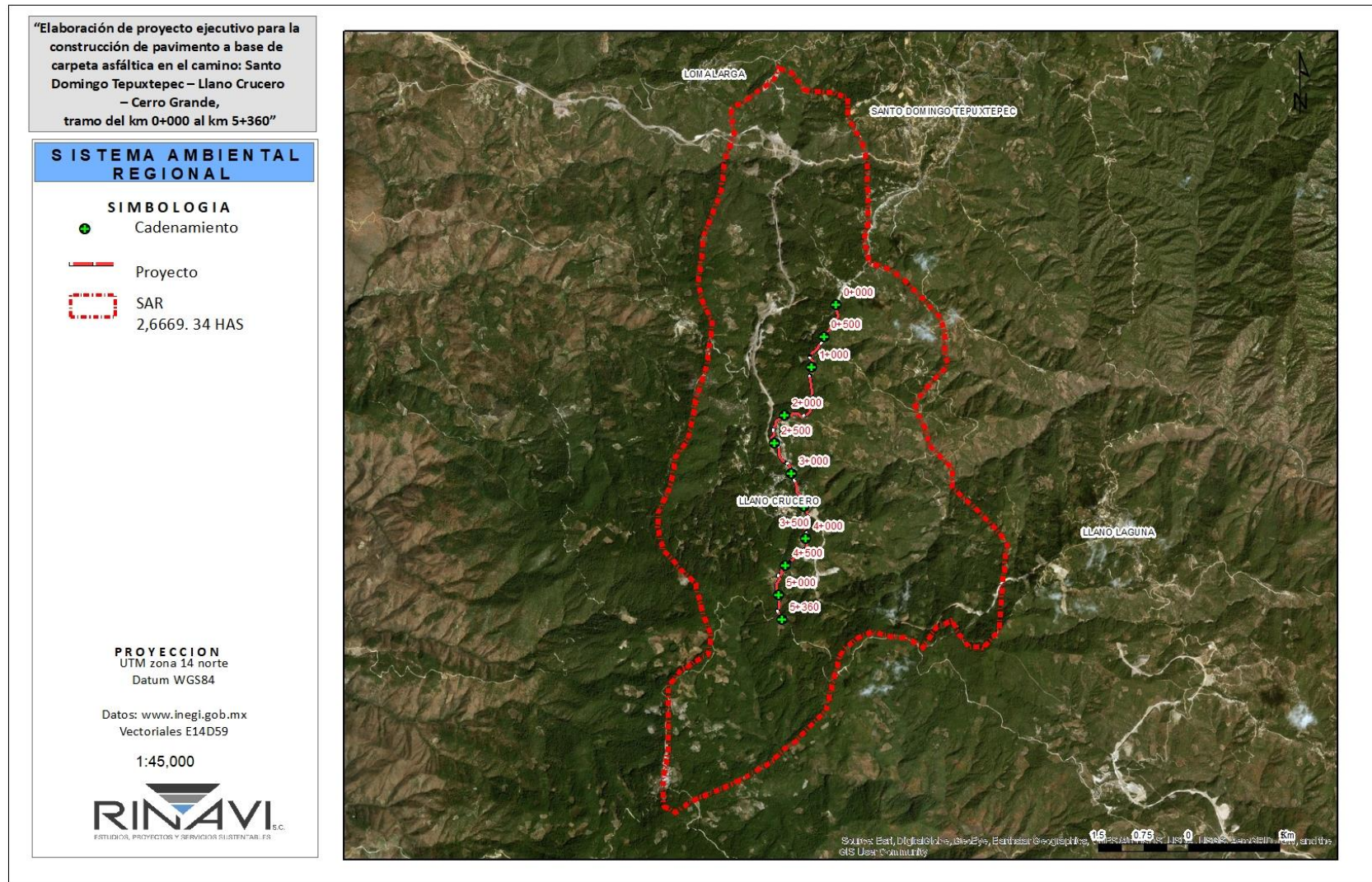


Figura 4.15 Sistema Ambiental Regional (SAR).

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

El sistema ambiental o medio ambiente es un entorno vital; es un conjunto de factores físicos, naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando así su forma, carácter, relación y supervivencia (Conesa, 2003).

Comprende un conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano; no es tan sólo un espacio donde se desarrolla la vida sino que también abarca a los seres vivos, los objetos, el agua, el suelo, el aire y la relaciones entre estos, por lo cual no debe considerarse como el medio envolvente del hombre, sino como algo inseparable de él, de su organización y de su progreso.

4.2.1 Medio abiótico

Los factores abióticos son los diferentes componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos, entre los más importantes está el agua, la temperatura, la precipitación y el suelo, los factores abióticos varían según el ecosistema, estos son fundamentales ya que regulan el crecimiento de las poblaciones.

a) Clima

La combinación de los elementos climáticos (temperatura y precipitación), determinan el tipo de clima. Los sistemas meteorológicos se encuentran asociados a diferentes factores como son: la posición geológica, el relieve, los vientos y las corrientes marinas, que permiten la existencia de condiciones tan contrastantes en el estado. Los vientos alisios y las ondas del este soplan en dirección NE o E y recogen la humedad proveniente del Golfo de México, barriando el estado de Oaxaca, sin embargo, la cantidad de humedad que se deposita a lo largo de esta

vertiente varía de acuerdo con el grado de exposición, la profundidad de los vientos y la presencia de barreras montañosas que hagan el efecto de sombra orográfica que impiden el paso de la lluvia, de manera que las zonas expuestas al golfo son por lo tanto las que reciben la mayor precipitación proveniente de estos vientos (Trejo, 2004).

En 13% del estado se establecen temperaturas medias anuales mayores a los 26°C, estas temperaturas se presentan en una parte de la Planicie Costera del Golfo, en la mayor parte de la Planicie Costera del Pacífico y del Istmo de Tehuantepec. El promedio de temperaturas máximas anuales, la configuración de las isothermas es similar a la antes mencionada, con la presencia de temperaturas mayores a 34°C, en las Planicies Costeras de ambas vertientes, así como en zonas interiores de la Cuenca del Balsas (Trejo, 2004).

Para la zona de estudio se reporta un tipo de clima, C(w2) Templado subhúmedo, con una temperatura media anual entre 12° C y 18° C, temperatura del mes más frío de -3° C a 18°C y una temperatura del mes más caliente por debajo de los 22° C. Precipitación en el mes, más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual (Figura 4.16).

La estación meteorológica 20007 Ayutla del Servicio Meteorológico Nacional ubicada en el municipio de San Pedro y San Pablo Ayutla, es la más cercana al área del proyecto con datos disponibles los cuales indican la temperatura y precipitación mensual de la zona (Figura 4.17).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

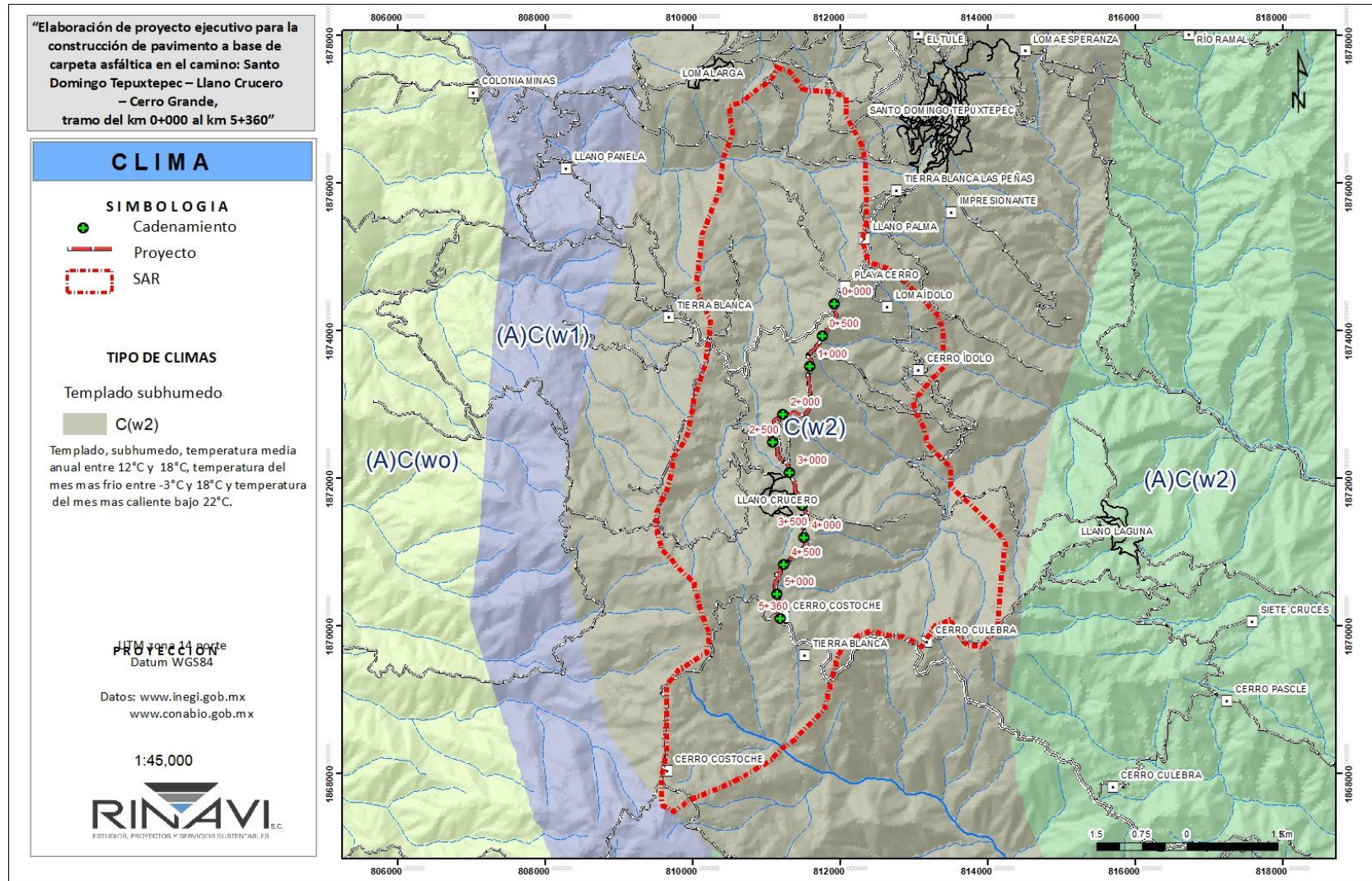


Figura 4.16 Mapa de climas.

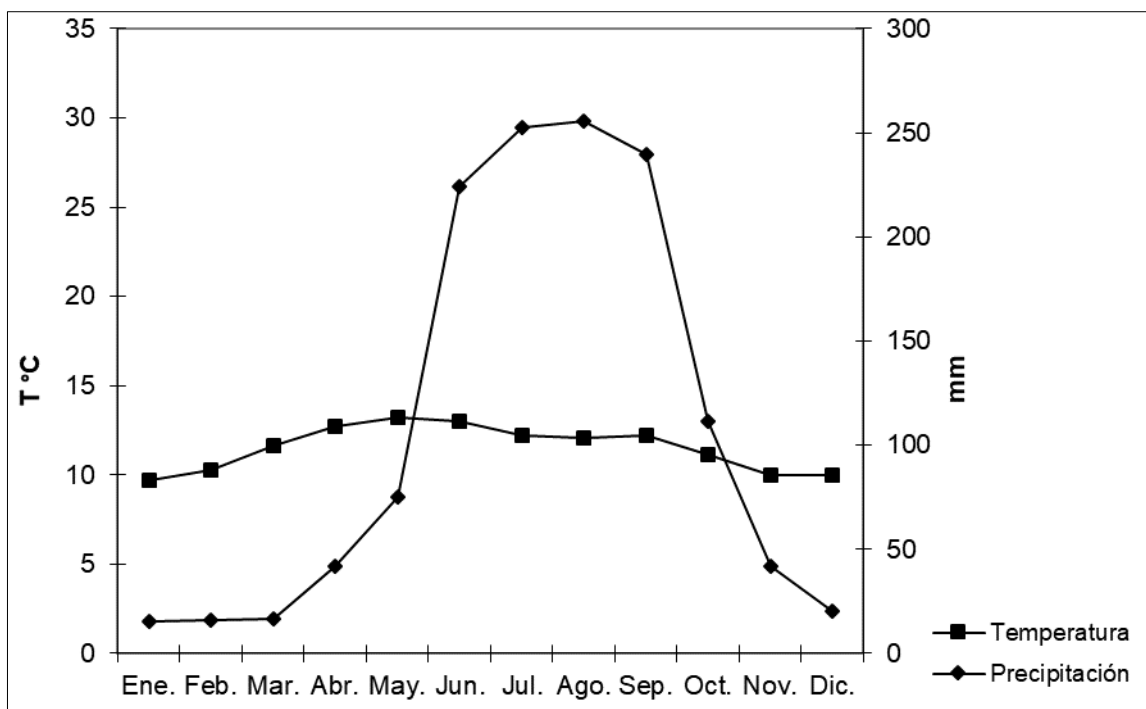


Figura 4.17 Climograma, estación meteorológica 20007 Ayutla.

b) Geología y morfología

En concordancia con las características topográficas, geológicas, orográficas e hidrográficas del estado, se reconocen doce subprovincias fisiográficas: 1. Depresión del Balsas; 2. Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca; 3. Fosa de Tehuacán; 4. Sierra Madre de Oaxaca; 5. Planicie Costera del Golfo; 6. Valles Centrales de Oaxaca; 7. Montañas y Valles del Centro; 8. Depresión Ístmica de Tehuantepec; 9. Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chimalapas; 10. Sierra Madre del Sur; 11. Planicie Costera del Pacífico, y 12. Planicie Costera de Tehuantepec (Ortiz *et al.*, 2004)

El proyecto se encuentra ubicado en la subprovincia fisiográfica Montañas y Valles del Centro, esta tiene una superficie de 6662.62 km², colinda al norte y al noreste con la Sierra Madre de Oaxaca; al oeste, con los Valles Centrales, y al sur con la Sierra Madre del Sur.

Topográficamente existen diferencias, ya que es muy notorio ver que todos los valores que están por debajo de los 1400 m de altitud representan los valles y planicies aluviales, por encima de este nivel se encuentra el resto del relieve de montaña. Esta región es drenada por la cuenca hidrográfica del río Tehuantepec y del río Grande de Miahuatlán, una fluvial que resalta por su diseño de forma enrejada y que en algunos sitios se presenta de forma rectangular, la cual se ajusta a la estructura y a la presencia de fallas y fracturas de forma paralela, formando tributarios que se unen a cursos troncales, debido a pronunciados cambios de trayectoria en ángulo recto. El trazo de la red fluvial sobre los principales valles presenta cambios de rumbo en ángulo de 90° o muy cercanos a este valor, en sentido oeste a este hasta la presa Benito Juárez.

En las estructuras escalonas de esta subprovincia fisiográfica se forman parteaguas de orientación norte – sur, transversales a la red de drenaje. Una característica de esta subprovincia es la presencia de un conjunto de montañas, premontañas y lomeríos aislados que ocupan, en su mayoría, una configuración anular central, separados por sectores de llanuras, también con ese diseño estructural; las pendientes se agrupan fundamentalmente en los intervalos hasta de 30°, existiendo un 5.4% para las pendientes superiores a ese valor.

Geológicamente afloran una gran diversidad de tipos litológicos desde rocas metamórficas del Precámbrico, secuencias estratigráficas sedimentarias del Cretácico y cuerpos intrusivos del Terciario, hasta rocas volcánicas del Terciario, representadas por rocas andesíticas, ignimbritas, riolitas y tobas de origen volcánico. También hay depósitos sedimentarios de ambiente continental en una secuencia estratigráfica no diferenciada, siendo imposible tratar de encontrar un patrón de distribución de estas rocas, toda vez que yacen dispuestas en forma muy irregulares a la manera de innumerables islotes. Debido a lo anterior el sello distintivo de la región es la diversidad; los problemas de denudación y erosión son los dominantes, principalmente en rocas metamórficas de tipo gneis y en sedimentos volcánicos y tobas (Ortiz *et al.*, 2004).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

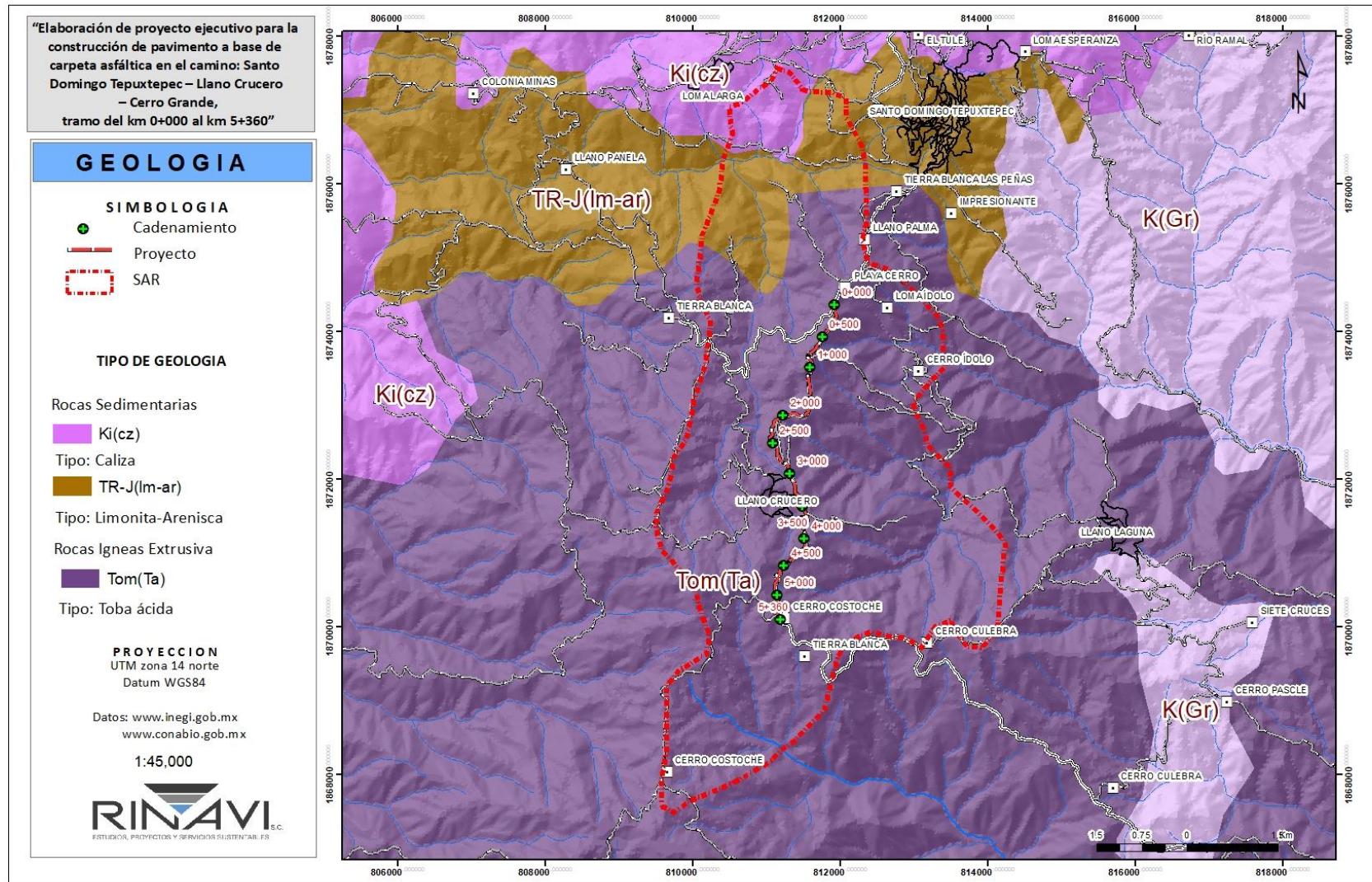


Figura 4.18 Mapa geología.

La sierra más notable de esta subprovincia es la de Tehuantepec, con una altitud de 2800 m en el cerro Piedra Larga (Yautepec), esta serranía representa uno de los nudos estructurales del relieve más complejo de todo el estado (Ortiz *et al.*, 2004).

c) Hidrología

En el estado se observa un balance positivo al comparar las entradas y los usos del recurso agua; sin embargo, en zonas como la Cañada y en muchas porciones de la Mixteca, se presentan serios déficits sobre todo durante la época de estiaje, además de que la calidad del agua no es de la más alta en relación con otros lugares del estado; en contraste, en zonas como la ladera norte de la Sierra Juárez, la disponibilidad es muy alta comparada con la media del estado; sin embargo, en esta región la concentración de población es baja, así como el desarrollo de la agricultura y de la industria, esta situación da como resultado que grandes volúmenes del vital líquido viajen grandes distancias sin un óptimo aprovechamiento. En las regiones Costa, Istmo y Valles Centrales, el recurso está disponible sólo durante la época de lluvias, mientras que en el estiaje baja considerablemente hasta en ocasiones casi desaparecer. En la entidad existe una extensa red de drenaje que funciona únicamente durante el periodo de lluvias; además, debido a la naturaleza geológica de las rocas que forman la mayor parte de la superficie estatal y a la compleja orografía, no se han desarrollado las condiciones apropiadas para la formación de grandes acuíferos que capten y mantengan disponible el recurso una vez que ha cesado la temporada de lluvias; por ello, es necesario conocer la distribución temporal y regional del recurso.

La vertiente del sur drena, como ya se mencionó, hacia el Océano Pacífico, está integrada por una extensa y complicada red hidrográfica, generalmente de tipo dendrítico que en ocasiones cambia a enrejado; los ríos más importantes de esta vertiente son de menor envergadura en relación con los que desembocan hacia el Golfo de México, la red tributaria en su mayoría es de régimen intermitente, de poco caudal y de tipo torrencial; esta vertiente incluye completas dos regiones

hidrológicas: 21 y 22 (Costa de Oaxaca y Tehuantepec), tres incompletas: 18, 20 y 23 (Balsas, Costa Chica-Río Verde y Costa de Chiapas).

Hacia el Golfo de México escurren, contemplados de nor-noreste a sureste, tres grandes ríos, dos de los cuales revisten importancia nacional: El Papaloapan y el Coatzacoalcos-Uxpana, y el tercero es un importante aporte a la cuenca del Grijalva, el Portamonedas. El SAR delimitado para el camino se localiza en la Región Hidrológica Tehuantepec (RH – 22), esta región hidrológica está incluida en su totalidad dentro del estado, drena un área que representa 19.23% del territorio estatal, incluye gran parte de la región del Istmo de Tehuantepec y corresponde a la vertiente del Océano Pacífico, la RH – 22, colinda al norte con las regiones hidrológicas Papaloapan (RH - 28) y Coatzacoalcos (RH - 29); al sur con la RH - 21 Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) y con el Golfo de Tehuantepec; al oeste con la RH - 20 Costa Chica - Río Verde; mientras que al este con la Región Hidrológica Costa de Chiapas (RH - 23), además de internarse al estado de Chiapas. La RH – 22 se encuentra dividida en dos cuencas: Lagunas Superior e Inferior (A) y Río Tehuantepec (B), esta última enclavada en su totalidad en la entidad; la infraestructura civil desarrollada para la utilización del agua superficial consiste en la presa de almacenamiento Presidente Benito Juárez, 10 presas derivadoras y 32 plantas de bombeo.

La cuenca río Tehuantepec (B), drena 10.72% de territorio estatal, incluye las vertientes interiores de las Sierras Madre del Sur y Juárez; limita al norte con la cuenca Río Papaloapan (A) de la RH - 28 y con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH - 29; al sur con las cuencas Río Colotepec y otros (C), Río Copalita y otros (B) y Río Astata y otros (A), todas de la RH - 21, así como con el Golfo de Tehuantepec; al oeste con la cuenca Río Atoyac (A) de la RH - 20; por último, al este con la cuenca Lagunas Superior e Inferior (A) de la RH - 22. Los valores de precipitación en la región son bajos, varían de 600 a 1 200 mm, siendo el promedio de 700 mm, que equivalen a un volumen de 7,261.76 Mm³, de los cuales escurre el 18.28% que equivale a 1,327.45 Mm³.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

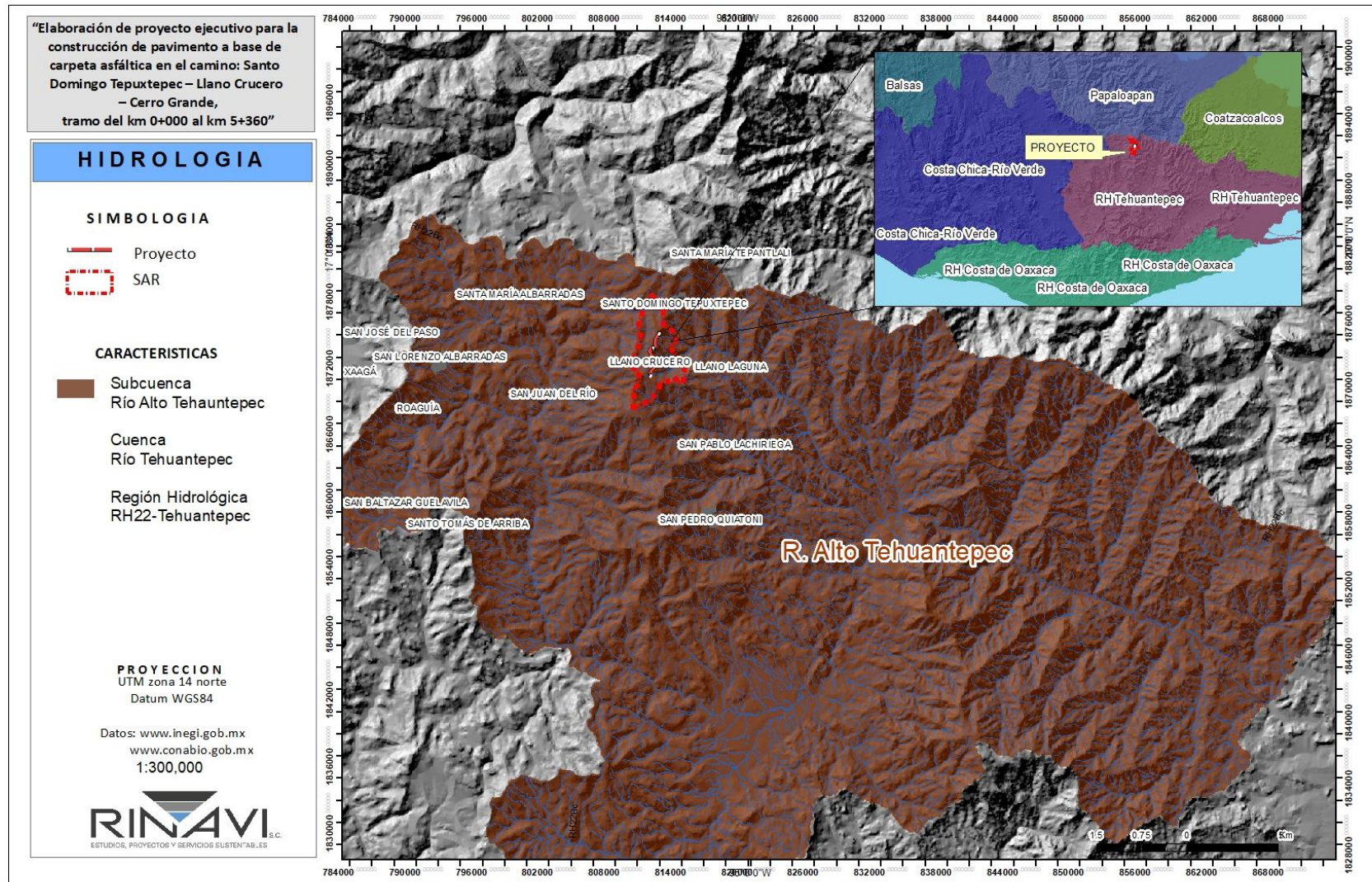


Figura 4.19 Mapa de hidrología.

El rango de escurrimiento más bajo, de 0 a 5%, se presenta en tres zonas distribuidas al oeste de la cuenca, donde la permeabilidad del suelo y rocas se cataloga media, la densidad de la cobertura vegetal alta y las precipitaciones tan sólo van de 600 a 700 mm; en la planicie costera el intervalo de los escurrimientos oscila entre 5 y 10%, son áreas de permeabilidad media a alta, vegetación de densidad media e isoyetas que varían de 800 a 1,000 mm, en el resto de la cuenca los suelos yacen sobre material no consolidado de baja permeabilidad, vegetación densa y reportes de lluvia que caen dentro del rango 600 a 1,200 mm; la interrelación de estos factores da como resultado rangos de escurrimiento de 10 a 20%.

El río Tehuantepec es el de mayor importancia dentro de esta cuenca, está considerado como uno de los más caudalosos de la vertiente del Océano Pacífico dentro del estado de Oaxaca; drena un área de 10,374 km² y nace a más de 2,500 msnm en la Sierra Madre del Sur, al sureste de Miahuatlán de Porfirio Díaz, donde es conocido con el nombre de río Quiechapa, después se dirige al nortenoeste hasta San José del Peñasco, donde se flexiona hacia el noreste hasta llegar a San Pedro Totolapa, a partir de donde sigue un curso en general hacia el oriente; posteriormente, en la zona al norte de Nejapa de Madero, cambia su cauce a una dirección noreste, para después volver en general a dirigirse al este a la altura de la población Santo Domingo Narro, a continuación, sufre una deflexión para dirigirse en general al sureste, donde alimenta junto con el río Tequisistlán, el vaso de la presa Presidente Benito Juárez.

El volumen medio anual transportado por este río se estima en 717.27 Mm³, hasta este punto la pendiente general es de 0.0106; posteriormente, el río sale de la presa a 80 msnm, en este sitio se reporta un volumen medio anual de 1,117.3 Mm³, que equivalen a un gasto medio de 35.41 m³/seg; por último, el río Tehuantepec sigue en dirección sureste hasta desembocar al Golfo de Tehuantepec, al este del puerto Salina Cruz. Por ambos márgenes recibe numerosos afluentes de régimen intermitente, destacando por su caudal y área que drena el río Tequisistlán, que

antes de unirse al Tehuantepec en el vaso de la presa Presidente Benito Juárez, drena un área de 2,277 km², nace en la Sierra Madre del Sur a 3,300 m de altitud, donde es conocido como Río Amarillo, baja en dirección oriente para posteriormente cambiar de rumbo hacia el noreste hasta incorporarse al vaso de la presa, durante el periodo 1948 – 1993 se registró volúmenes promedio anuales del orden de 350.91 Mm³, que representan un gasto de 11.44 m³/seg, su principal afluente es el río San Bartolo al que recibe por margen izquierda.

La infraestructura hidráulica de la cuenca está integrada principalmente por las presas de almacenamiento Presidente Benito Juárez, José María Armenta y El Capitán; la primera tiene capacidad de almacenamiento de 942 Mm³, la cortina tiene una altura de 85.5 m y longitud de 375 m, el vertedor es de cresta libre con capacidad de desfogue de 5.5 m³/seg; el propósito principal de su construcción es para el desarrollo del riego y el control de avenidas del río Tehuantepec. La distribución del agua de esta presa se realiza mediante la derivadora Las Pilas, construida 20 km aguas abajo; cuenta con dos obras de toma, una planta de bombeo en la margen derecha para suministro de agua a la refinería Antonio Duvalí; de la margen izquierda se abastece el canal principal del Distrito de Riego 019 Tehuantepec, además se cuenta con otras derivadoras que en conjunto benefician 17,000 hectáreas. La presa José María Armenta se localiza en el municipio de San Baltazar Chichicápam, fue construida sobre el arroyo La Mina, la capacidad de almacenamiento es de 3 Mm³, la altura de la cortina y su longitud es de 34 y 238 m, respectivamente; la capacidad máxima del vertedor es de 0.5 m³/seg, esta obra beneficia 373 hectáreas de riego; la presa El Capitán tiene la capacidad de almacenar 579,060 m³ de agua, la altura de la cortina es de 14 m y la longitud de la misma es de 318 m; su uso principal es el almacenamiento para la distribución en zonas de riego, además se utiliza para el desarrollo de la actividad piscícola.

La cuenca de Lagunas superior e inferior (A), comprende parte de los extremos sureste y sur de las sierras Juárez y Atravesada, respectivamente, se extiende a lo largo de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec hasta la línea de costa; ocupa

un área equivalente al 8.51% de territorio oaxaqueño; colinda al norte con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH - 29, al sur con el Golfo de Tehuantepec, al oeste con la cuenca Río Tehuantepec (B) de esta misma RH - 22, mientras que al este con la cuenca Mar Muerto (D) de la RH - 23, además de penetrar a Chiapas. En promedio la cuenca recibe precipitación del orden de 1,500 mm que equivalen a un volumen de 8,588.95 Mm³, de esta agua 18.25% escurre, es decir 1,567.48 Mm³.

En la Sierra Atravesada dominan los suelos de fase lítica y las unidades rocosas de baja permeabilidad, en general la vegetación es densa con precipitación que varía de 1,500 a 2,000 mm, la interrelación de estos factores genera escurrimientos que caen dentro del intervalo de 20 a 30%; en gran parte de la planicie costera se localizan áreas con escurrimientos que caen dentro del rango de 10 a 20%, en ellas la permeabilidad varía de media a baja, la vegetación es de densidad media y las isoyetas oscilan entre los 1,000 y 1,500 mm; finalmente las unidades de escurrimiento que corresponden al intervalo 5 a 10% comprenden las zonas que rodean las lagunas superior e Inferior, donde la permeabilidad varía de media a alta y los registros de precipitación oscilan entre 1,000 y 1,200 mm.

El río Los Perros es el más importante dentro de esta cuenca, es un río maduro con 102.6 km de longitud; nace cerca del parteaguas de la Sierra Mixe a 1,380 msnm, baja con pendiente de 0.0135 y rumbo general sureste, pasa por importantes poblados de la región como Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza, para finalmente desembocar en la Laguna Superior; sus afluentes principales son numerosas corrientes intermitentes que se incorporan a lo largo de su recorrido; durante el periodo 1948 - 1992 se registró volúmenes anuales del orden de 95.96 Mm³, que equivalen a un gasto de 3.04 m³/seg.

El río Chicapa nace en la Sierra Atravesada a una altitud de 1,500 m donde recibe el nombre de río Espíritu Santo, drena un área aproximada de 634 km², con dirección este - oeste pasa por San Miguel Chimalapa, posteriormente cambia de rumbo hacia el sur a través de una trayectoria sinuosa, cruza por las poblaciones

Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo, finalmente desemboca en la Laguna Superior; durante el periodo 1948 - 1993 el volumen medio anual de este río era de 183.79 Mm³ que representa un gasto medio de 5.82 m³/seg

Otro río importante dentro de la cuenca es el Ostuta, también nace en la Sierra Atravesada a 1,400 msnm, drena 1,319 km² del distrito de Juchitán, presenta dirección con rumbo suroeste hasta desembocar en la Laguna Inferior, recibe por margen izquierda al río Zanatepec, su afluente más importante; durante el periodo 1948 - 1993, registró un volumen medio anual de 477.42 Mm³, que representan un gasto medio anual de 15.13 m³/seg; la Estación Hidrométrica Zanatepec, que mide el caudal de la corriente, registro 117.54Mm³ de volumen medio anual y 3.72 m³/seg de gasto medio. Las obras hidráulicas más importantes dentro de la cuenca son tres presas derivadoras, una construida sobre el cauce del río Los Perros, otra en un afluente de éste, localizado al noroeste de Ciudad Ixtepec, y la tercera, construida sobre el cauce del río Chicapa, al norte de Santo Domingo Ingenio; en conjunto derivan un volumen anual de 168.19 Mm³ que benefician una superficie de 2,787 hectáreas.

d) Edafología

El suelo es una de los elementos con mayor importancia para llevar a cabo el desarrollo sostenible de los ecosistemas naturales y antropogénicos (Dumanskin *et al.*, 1998), El suelo constituye un recurso natural indispensable para el hombre, ya que es la plataforma que soporta las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, además de toda la infraestructura desarrollada para el asentamiento urbano.

El suelo es un cuerpo natural vivo, con dinámica, que es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, el suelo está compuesto por horizontes edáficos con distintas propiedades (Alfaro, 2004).

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

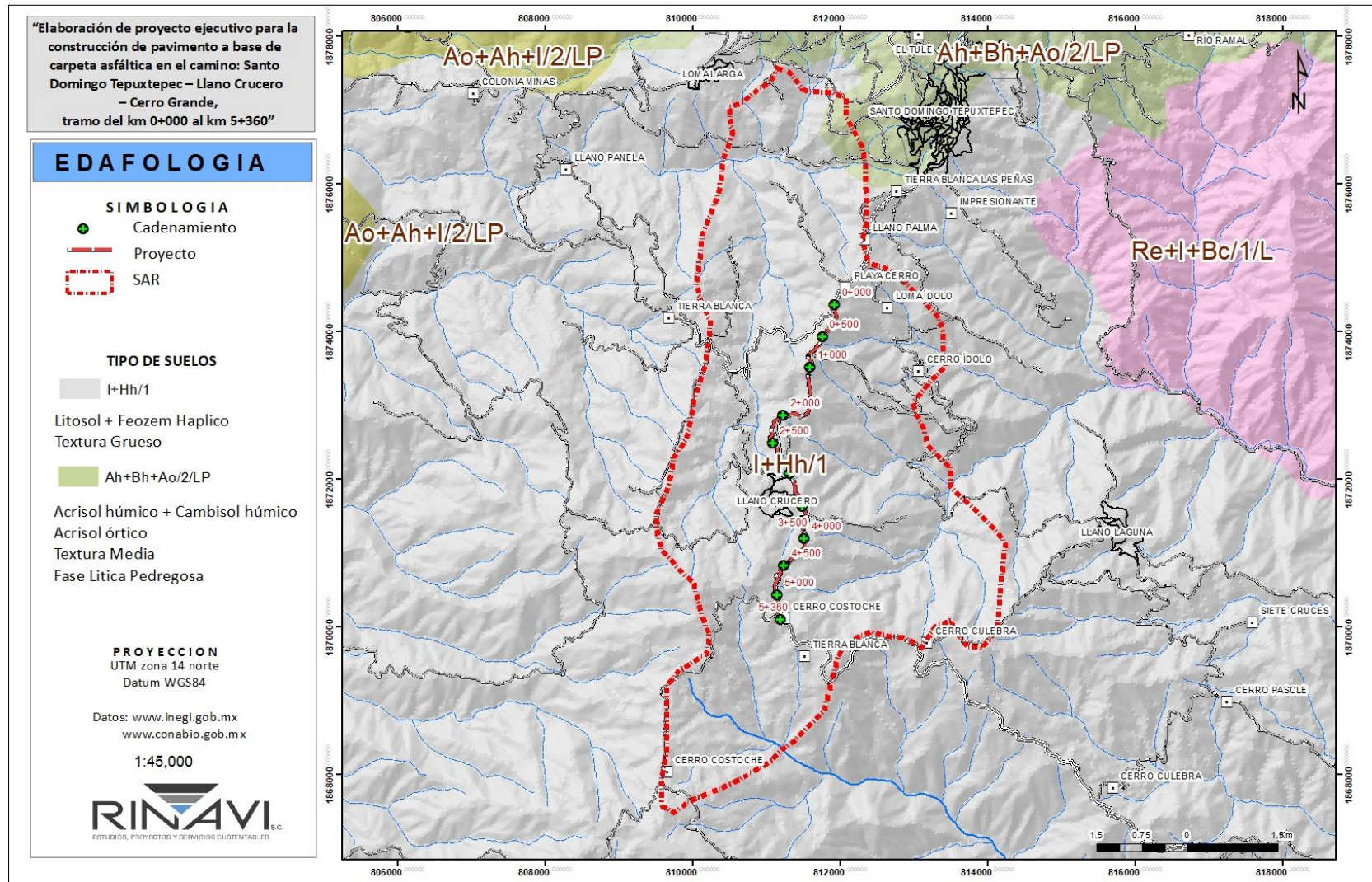


Figura 4.20 Mapa de edafología.

La cartografía edáfica del INEGI (1982 – 1998), menciona que para el estado de Oaxaca se tienen registradas 16 unidades de suelo; Acrisol, Arenosol, Cambisol, Castañosem, Feozem, Fluvisol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Nitosol, Planosol, Regosol, Rendzina, Solonchak, Vertisol y Xerosol. Sin embargo, tomando en cuenta la última clasificación mundial de la FAO – ISRIC – ISSS (1998), además de los datos actualizados de otros autores (Fuetes et al., 2002; Álvarez et al., 2003), la lista de suelos para la entidad podría incrementar incluyendo las unidades de suelo; Calcisoles, Plintisoles y Umbrisoles.

En el área de estudio se tienen dos unidades edáficas correspondientes al tipo I+Hh/1, Litosol + Feozem háplico de textura gruesa y al tipo Ah+Bh+Ao/2/LP, Acrisol húmico + Cambisol húmico + Acrisol órtico de textura media y fase lítica pedregosa.

Del griego *lithos* que significa piedra, literalmente el Litosol es un suelo de piedra, estos suelos son los más abundantes en el país, ya que ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo, se encuentran en todos los climas y sustentan diversos tipos de vegetación en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos, su característica principal es su profundidad que es menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. La fertilidad natural del Litosol y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales, el uso de los mismos depende principalmente de la vegetación que los cubre, en bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede efectuar un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en particular al cultivo de maíz o el nopal esto condicionado a la presencia de agua suficiente (INEGI, 2004).

Phaeo del griego, que es pardo; y del ruso *zemljá*, que es tierra; literalmente, tierra parda, los suelos Feozem se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, a excepción de regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas, en el país es el cuarto suelo más abundante, se caracteriza por tener una capa superficial oscura,

suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelo. Los Feozems son de profundidad muy variable, cuando son profundos se encuentran en terrenos planos y utilizan para la agricultura de riego o de temporal, de granos legumbres u hortalizas. Los Feozems menos profundos, situados en las laderas o pendientes, tiene como gran limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables; el uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para su riego (INEGI,2004).

Del latín *acris*, que significa, agrio, ácido; y *solum*, que es suelo; literalmente, suelo ácido. Los Acrisol son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas como las sierras orientales de Oaxaca, llanura costera veracruzana, sierra lacandona y Altos de Chiapas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque, se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, muy ácidos y pobres en nutrientes. En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los frutales tropicales como cacao, café o piña, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal (INEGI,2004).

Cambiare del latín, que es cambiar, suelo que cambia, los Cambisol son suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas, se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Estos suelos son muy

abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo; son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión (INEGI,2004).

La subunidad de suelo háplico del griego *haplos*, que es simple, es un suelo que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Del latín *humus*; tierra, la subunidad de suelo húmico es un suelo con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas. La subunidad de suelo órtico, del griego *orthos*: recto, derecho, es un suelo que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo (INEGI,2004).

La clase textural indica el tamaño general de las partículas que forman el suelo y que en la simbología está representada con números. El número 1 representa a los suelos arenosos de textura gruesa, con más del 65% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas; el número 2 se refiere a suelos con textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcillo y limo y finalmente el número 3 el cual es indicativo de los suelos arcillosos de textura fina, con más de 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo. Las unidades edáficas del sitio del proyecto presentan por lo tanto una textura gruesa y media (INEGI, 2004).

La fase física hace referencia a la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo y el empleo de maquinaria agrícola entre otros aspectos. La fase física se divide en fases superficiales y de profundidad, para el caso en cuestión se tiene una fase de profundidad que se refiere a capas duras que se encuentran a cierta profundidad y limitan la capacidad del suelo para las actividades humanas. Por lo tanto, la fase lítica es una capa dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de las raíces.

e) Susceptibilidad de la zona (sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, movimientos de tierra o roca, actividad volcánica).

México es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. Se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de Richter, lo que equivale a un 6% de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo (Atlas Nacional de Riesgos, 2010).

La principal actividad sísmica de México se encuentra en la zona de subducción en las costas del Océano Pacífico, en ella se ubica el estado de Oaxaca; por lo que es necesario prestarle importancia a los eventos sísmicos y los efectos que estos producen, así como las pérdidas que se pueden presentar en la región por esta causa.

Como se sabe, los sismos se originan en el movimiento de las placas tectónicas sobre las cuales descansa el lecho del océano Pacífico, que están en continuo movimiento y empujándose unas contra otras, lo que ocasiona que se acumule una gran tensión, cuando esta tensión se libera, producto del mismo movimiento de las placas, la tensión se libera originando los terremotos en la plataforma continental y provocando que se mueva la superficie de la corteza terrestre, este movimiento es lo que conocemos como temblor.

Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

Por otra parte, se debe decir que la república mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esta zonificación se elaboró para servir de apoyo en el

diseño sísmico de estructuras, se realizó con base a los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de los mismos, los cuales datan de aproximadamente inicios de siglo. Es decir, estas regiones sísmicas reflejan que tan frecuentes son los temblores y cuál es la aceleración máxima del suelo que se espera por la acción de las fuerzas sísmicas. Respecto a las zonas, a continuación, se presenta una descripción general de cada una de ellas.

- Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

El área donde se desarrollará el proyecto se encuentra en la zona, C de alta intensidad, donde el suelo sobrepasa el 70% de la aceleración de la gravedad.

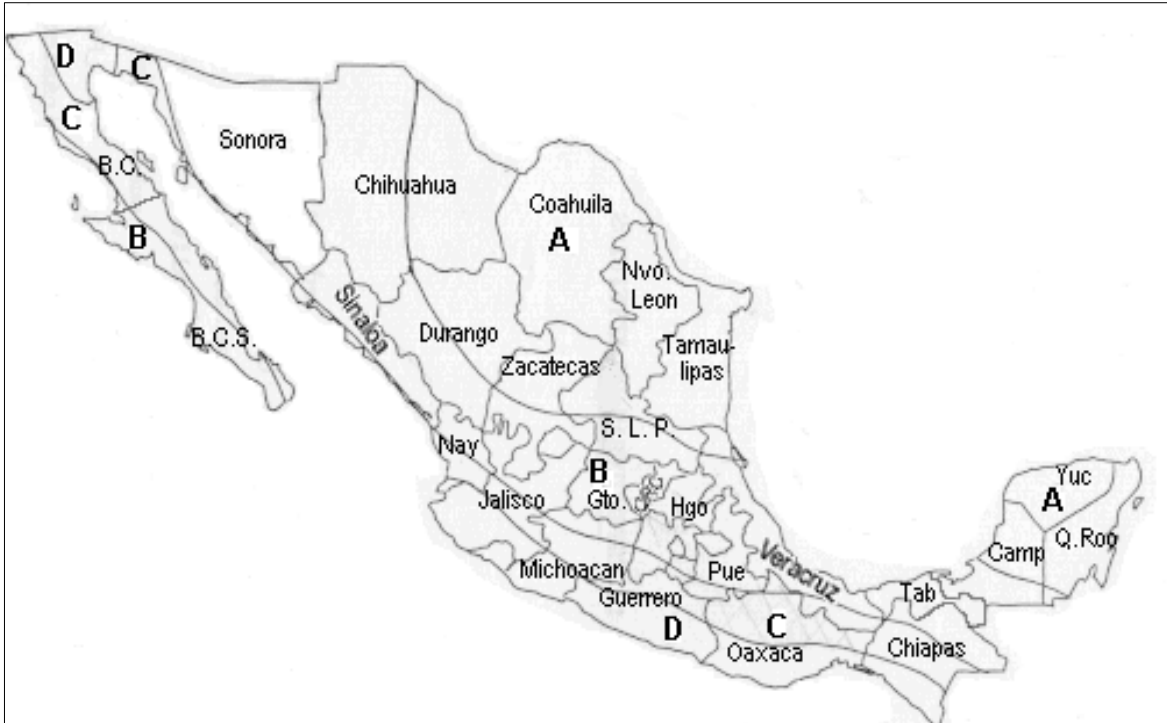


Figura 4.21 Zonas sísmicas de México.

La inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, flujos y deslizamientos.

De acuerdo al CENAPRED los movimientos de las laderas ocurren cuando el pie (parte inferior) o alguna otra parte del cuerpo de los cerros o de las montañas se ven afectadas por causas naturales o artificiales. Entre las causas naturales más comunes se encuentra el reblandecimiento del terreno por el agua de la lluvia, los sismos, la erosión y socavación que causan los ríos al pie de los cerros. Las causas artificiales están, en algunos casos, relacionadas con las excavaciones o cortes que se realizan para extraer materiales, construir carreteras o preparar el terreno para la construcción de casas. Además de estas causas, existen otros factores que determinan la inestabilidad de las laderas; éstos son el clima, el tipo de rocas (geología), la forma del terreno (topografía) y la deforestación.

La mayoría de los casos de inestabilidad ocurre en suelos y rocas alteradas suaves y su transporte ocurre de diferentes maneras: derrumbes, flujos y deslizamientos.

Un derrumbe se define como el desprendimiento violento de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando.

Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.

Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

Cada año, en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, causando decesos y cuantiosos daños materiales, principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Su ocurrencia es el resultado de la combinación de factores climáticos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y antropogénicos.

Se realizó la consulta del conjunto de datos vectoriales de susceptibilidad de deslizamiento en laderas del CENAPRED, basado en factores topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales. A partir de dicha información se define que la zona del proyecto tiene una alta susceptibilidad a deslizamientos.

4.2.2 Medio biótico.

Los factores o componentes bióticos son los organismos vivos que interactúan con otros seres vivos, los factores bióticos se pueden definir de una manera muy simple, como la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones.

4.2.2.1 Caracterización de la vegetación.

De acuerdo con los datos vectoriales de INEGI Serie VI para la zona de estudio se reportan cinco tipos de vegetación correspondientes a bosque de pino, bosque de pino – encino, bosque de encino, bosque de encino – pino y pastizal inducido, además de extensiones de terreno dedicadas a la agricultura de temporal.

Tabla 4.1 Uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI del SAR.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Agricultura de temporal anual	416.39	15.60
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	515.86	19.33
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	319.08	11.95
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	764.97	28.66
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	653.05	24.46
	2,669.35	100

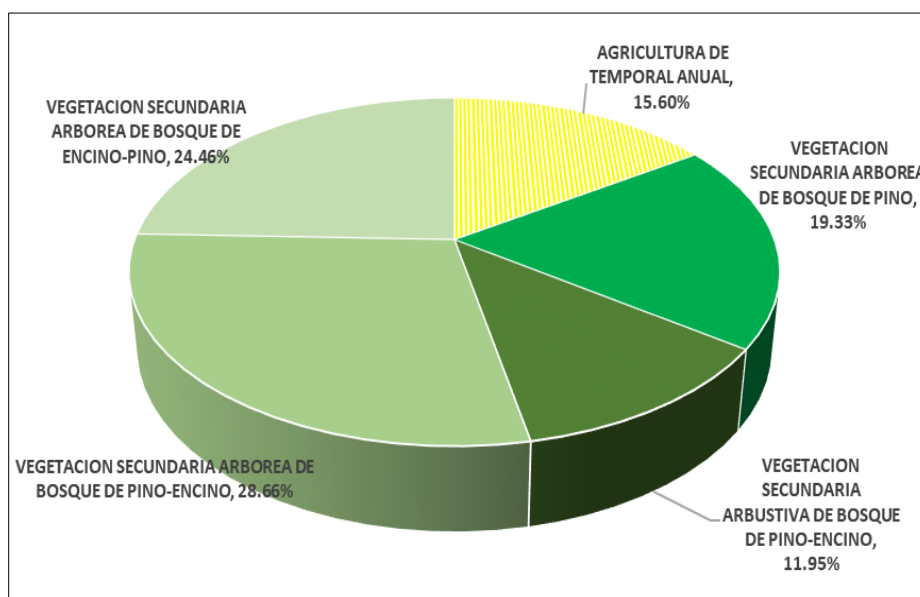


Figura 4.22 Uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI del SAR.

- **Bosque de pino.**

El bosque de pino se distribuye en la Sierra Madre Oaxaca; en los distritos de Teotitlán, Ixtlán y Cuicatlán, Villa Alta, Choapan y Mixe, Tlacolula y Tehuantepec; en la Sierra Atravesada existen bosques de pino en el distrito de Juchitán; en la Mixteca Alta, en los distritos de Juxtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula y Tlaxiaco; en las montañas que rodean los Valles Centrales, en los distritos de Etna, Centro, Zaachila, Ejutla, Ocotlán y Zimatlán; en la Planicie Costera del Golfo, en los distritos de Juchitán y Choapan; en la Sierra Madre del Sur, en los distritos de Jamiltepec, Juquila, Miahuatlán, Putla, Sola de Vega y Yauhtepec (Torres, 2004). El bosque de pino se establece y desarrolla en varios ambientes en elevaciones entre los 300 a 3000 m, en un clima templado por lo general, algunas de estas comunidades vegetales también se pueden desarrollar en climas semicálidas o cálidos húmedos, en suelos arcillosos, someros y ricos en materia orgánica, sobre rocas de origen sedimentario como lutita – arenisca o rocas ígneas.

La composición florística del bosque de pino varía de acuerdo a la región, puede estar conformada solo por especies del género *Pinus* o en compañía de especies de otros géneros como *Quercus*, *Liquidambar* y *Alnus*. El estrato arbóreo tiene una altura de entre 8 a 20 m, en este sobresalen las especies del género *Pinus* como *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Pinus devoniana*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote*, así como *Quercus crassifolia*, *Quercus elliptica*, *Quercus laeta*, *Juniperus flaccida*, *Arbustus xalapensis*, *Liquidambar styraciflua* y *Clethra* spp (Torres, 2004).

El estrato arbustivo del bosque de pino tiene una altura de 2 a 4 m y está formado por especies como *Arctostaphylos pungens*, *Gaultheria acuminata*, *Bejaria aestuans*, *Baccharis heterophylla*, *Amelanchier denticulada*, *Litsea glaucescens*, *Rhus virens*, *Calliandra grandiflora* y *Miconia hemenostegma*. El estrato herbáceo se compone de *Alchemilla pectinata*, *Arenaria megalantha*, *Lamourouxia tenuifolia*, *Stevia lucida* y *Dryopteris* spp.

- **Bosque de encino.**

Los encinos son una de las asociaciones vegetales más extensas de las zonas con clima templado o semifrío, semiseco o subhúmedo con una época seca pronunciada, pero se pueden encontrar también en lugares de clima cálido. Los encinares son bosques más o menos densos, de hojas generalmente persistentes. Las especies que forman el bosque de encino varían según la localidad y las condiciones ecológicas; de tal suerte, en México existen alrededor de 250 especies de *Quercus*. La altura del encinar al igual que su densidad, está en relación con la humedad del clima. Los bosques más densos y altos se localizan en las partes más húmedas de las serranías del Centro y Sur del país (Miranda y Hernández, 1963).

Los encinares arbóreos de México se desarrollan en condiciones de clima Cw; no obstante, también abarcan los tipos de clima Cf, Cs, Cx, Af, Am, Aw y Bs de la clasificación de Koeppen (1948). La precipitación media anual varía de 350 mm a más de 2000 mm, en algunos lugares de la Planicie Costera del Golfo de México; sin embargo, la mayor distribución se encuentra entre las isoyetas de 600 y 1200 mm. Las temperaturas medias anuales tienen una amplitud global de 10 a 26°C (Rzedowski, 2006).

Por su fisonomía y estructura hay diferentes tipos de bosques de *Quercus*, por lo que más allá de categorías discretas es pertinente analizar las situaciones extremas que se presentan en estos bosques. En ese sentido, hay una separación evidente entre los matorrales de *Quercus* o encinares arbustivos y los arbóreos.

Las características que distinguen los arbustos de los árboles, son la altura y la forma de ramificación; sin embargo, estos rasgos no siempre se presentan juntos, y no son raras las poblaciones de individuos que miden 4 ó 5 metros, que carecen de tronco único bien definido o, por el contrario, otros que miden 2 ó 2.5 metros de alto y tienen un eje claro de ramificación primaria. Se ha observado que

determinadas especies de *Quercus* pueden comportarse tanto como una planta arbórea, como arbustiva (Rzedowski, 2006).

En el estado de Oaxaca este tipo de vegetación es abundante, y se presenta dentro de la Sierra Madre de Oaxaca, en los distritos de Teotitlán, Ixtlán, Cuicatlán; dentro de la Sierra Mixe, en los distritos de Villa Alta, Choapan, Mixe y Juchitán; dentro de Tehuantepec, en Santiago Lachiguiri y Guevea de Humboldt; dentro de la Sierra Atravesada, en el distrito de Juchitán (San Miguel Chimalapas); dentro de la Mixteca Alta, en los distritos de Coixtlahuaca, Huajuapán de León, Juxtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula y Tlaxiaco; dentro de la Depresión de Balsas, en los distritos de Silacayoapan; dentro de la región de los Valles Centrales, en los distritos de Etlá, Centro y Zaachila; dentro de la Sierra Madre del Sur, en los distritos de Jamiltepec, Sola de Vega, Juquila, Miahuatlán, Yautepec, Tehuantepec y Pochutla (Torres, 2004).

En Oaxaca, el bosque de encinos se desarrolla en altitudes de entre 1600 y 2900 msnm, en un clima templado subhúmedo y sobre cualquier tipo de sustrato geológico, ya sea en rocas ígneas intrusivas, calizas, areniscas, lutitas, o en rocas metamórficas, sobre suelos arcillosos poco profundos, ricos en materia orgánica.

Las especies que conforman el estrato arbóreo del bosque de encino varían en función de la región. En su mayoría son árboles de 4 a 20 m de altura de varias especies de encinos como *Quercus magnoliifolia*, *Quercus crassifolia*, *Quercus acutifolia*, *Quercus obtusata*, *Quercus glaucoides*, *Quercus peduncularis* (Flores y Manzanero, 1999), *Quercus conspersa*, *Quercus elliptica*, *Quercus laeta*, *Quercus laurina*, *Quercus macdougalii*, *Quercus rugosa*, *Quercus scytophylla*, *Juniperus* sp., *Arctostaphylla* sp., *Pinus* spp., *Carpinus caroliniana*, *Styrax argenteus* y *Ternstroemia tepezapote*. Los arbustos de estos bosques forman un estrato de 2 a 5 m de altura, con especies como *Bejaria aestuans*, *Comarostaphyllis discolor*, *Gaultheria acuminata*, *Lyonia squamulosa*, *Litsea glaucescens*, *Myrica cerifera*, *Calliandra grandiflora* y *Symplocos austromexicana*; entre las herbáceas se pueden

encontrar *Salvia gracilis*, *Arenaria megalantha*, *Lobelia* sp., y *Lupinus* sp. En esta zona también se coexisten especies de plantas trepadoras como *Bomarea hirtella*, *Bomarea acutifolia*, *Smilax* sp., y epifitas o rupícolas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae como *Sobralia macrantha*, *Alamania punicea*, *Prothechea vitellina*, *Tillandsia imperiales* y *Tillandsia usneoides* (Torres, 2004).

- **Bosque de pino – encino – pino.**

Es una comunidad de bosque ampliamente distribuida en Oaxaca, conformada por diferentes especies de pinos y encinos, en donde, dependiendo del dominio de unos y otros, se denomina pino-encino cuando rebasan en número las coníferas y encino-pino cuando lo hacen las latifoliadas.

Casi la totalidad de estos bosques se localizan en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, excepto pequeñas áreas muy localizadas al oriente del estado, en la provincia de la Cordillera Centroamericana. De manera general, la transición del bosque de encino, pasando por el de encino-pino, pino-encino y pino está determinada por el gradiente altitudinal. En las laderas más bajas de las sierras impera el bosque de encino y, conforme se asciende, van apareciendo algunos elementos aislados de pino mezclados entre numerosos encinos. Al continuar el ascenso, los pinos se multiplican y van teniendo mayor cobertura que los encinos, de tal manera que dominan sobre éstos, hasta que, las partes más altas de las montañas están constituidas por masas puras de pinos. Los límites altitudinales de este tipo de vegetación se sitúan, el inferior hacia menos de 500 msnm en la región de barlovento de las sierras orientales del estado, y el superior alcanza hasta poco más de 3 000 m en la sierra Juárez y 3 250 m en el cerro Negro, ubicado al suroeste de Asunción Nochixtlán, en la subprovincia Cordillera Costera del Sur, pero en su gran mayoría estas comunidades se mantienen entre 1 500 y 2 500 msnm.

En la subprovincia Cordillera Costera del Sur, existen bosques de pino-encino que cubren una buena parte de la sierra, en muy diversos niveles altitudinales, se

presentan desde menos de 500 msnm donde colindan con selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y bosque de encino, y llega hasta 2 450 m de altitud, donde entra en contacto con el bosque de pino; los climas imperantes son cálido y semicálido subhúmedos, el sustrato rocoso consta de materiales metamórficos muy antiguos, tipo gneis y rocas ígneas intrusivas ácidas, que dan lugar -mediante procesos de intemperismo- a suelos poco profundos tipo Cambisol, Regosol y Litosol, además de suelos con mayor espesor y ácidos tipo Acrisol, y Luvisol con menor grado de acidez; en estos lugares una asociación frecuente es *Pinus michoacana* y diversas especies de *Quercus*; el estrato superior alcanza 20 a 25 m de altura, donde también se encuentran: *Pinus oocarpa*, *Pinus douglasiana*, *Pinus montezumae*, *Chiranthodendron pentadactylon*; en el estrato arbóreo bajo, entre 12 y 15 m: *Quercus scytophylla*, *Quercus conspersa*, *Quercus rugosa*, *Cleyera theaeoides*, *Alnus acuminata*, *Quercus urbanii*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus glaucescens*, *Quercus elliptica*, *Quercus obtusata*, *Quercus acutifolia*, *Carpinus caroliniana* e *Ilex sp.*; en el estrato arbustivo de hasta 1.80 m se encuentran algunas de las siguientes especies: *Baccharis glutinosa*, *Desmodium sp.*, *Tephrosia lanata*, *Arctostaphylos sp.*, *Dodonaea viscosa* y *Acacia pennatula*. La mayor parte de estos lugares se encuentran sometidos a explotaciones forestales comerciales y a nivel doméstico. En muchos sitios hay evidencias de incendios.

- **Pastizal inducido.**

Esta composición vegetal se encuentra de manera secundaria en varias regiones del estado, en la Mixteca se conocen pastizales en los distritos de Nochixtlan, Coixtlahuaca y Juxtlahuaca, en la Planicie Costera del Pacifico, la vertiente del Golfo, en el Istmo de Tehuantepec, en el Valle de Tehuacán – Cuicatlán, y en la Sierra Madre de Oaxaca donde abarca los distritos del Centro, Mixe, Ixtlán y Tehuantepec. La mayoría de los pastizales presentes en la entidad estas dedicados a la alimentación de ganado vacuno (Torres, 2004).

Los pastizales se desarrollan sobre suelos profundos derivados de rocas ígneas, en suelos alcalinos o salinos, el disturbio ocasionado por el hombre es un factor importante en la formación de esta comunidad vegetal, las cuales están formadas por plantas herbáceas donde las gramíneas son abundantes, especies como; *Aegopogon cenchroides*, *Aegopogon tenellus*, *Muhlenbergia emersleyi*, *Trisetum deyeuxiodes*, *Panicum pilosum*, *Panicum jaliscanum*, *Bouteloua laguroides*, *Schizachyrium sanguineum*, *Sporobolus splendens* y *Stipa ichu*; además de otros géneros de hierbas como; *Euphorbia*, *Plantago* y *Tagetes*.

- **Agricultura de temporal.**

Oaxaca tiene una superficie de 93,757 km², por ello es la quinta entidad en extensión territorial. El estado de Oaxaca está dividido en ocho regiones geográficas y 570 municipios; del total de la superficie estatal, el 14.34% está destinada a la agricultura con 1,367,440.34 hectáreas sembradas, de las cuales 652,719.28 hectáreas están destinadas a cultivos anuales y 714,721.06 hectáreas a cultivos perennes, 631,294 hectáreas mecanizadas y 736,147 hectáreas no mecanizadas, 618,396 hectáreas fertilizadas y 749,044 hectáreas no fertilizadas. Del total de hectáreas sembradas únicamente el 6.55% cuentan con riego, el resto son de temporal (SEDAPA, 2016) Para la zona del proyecto la agricultura es de temporal, se cultiva principalmente maíz para el auto consumo, además de frijol.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

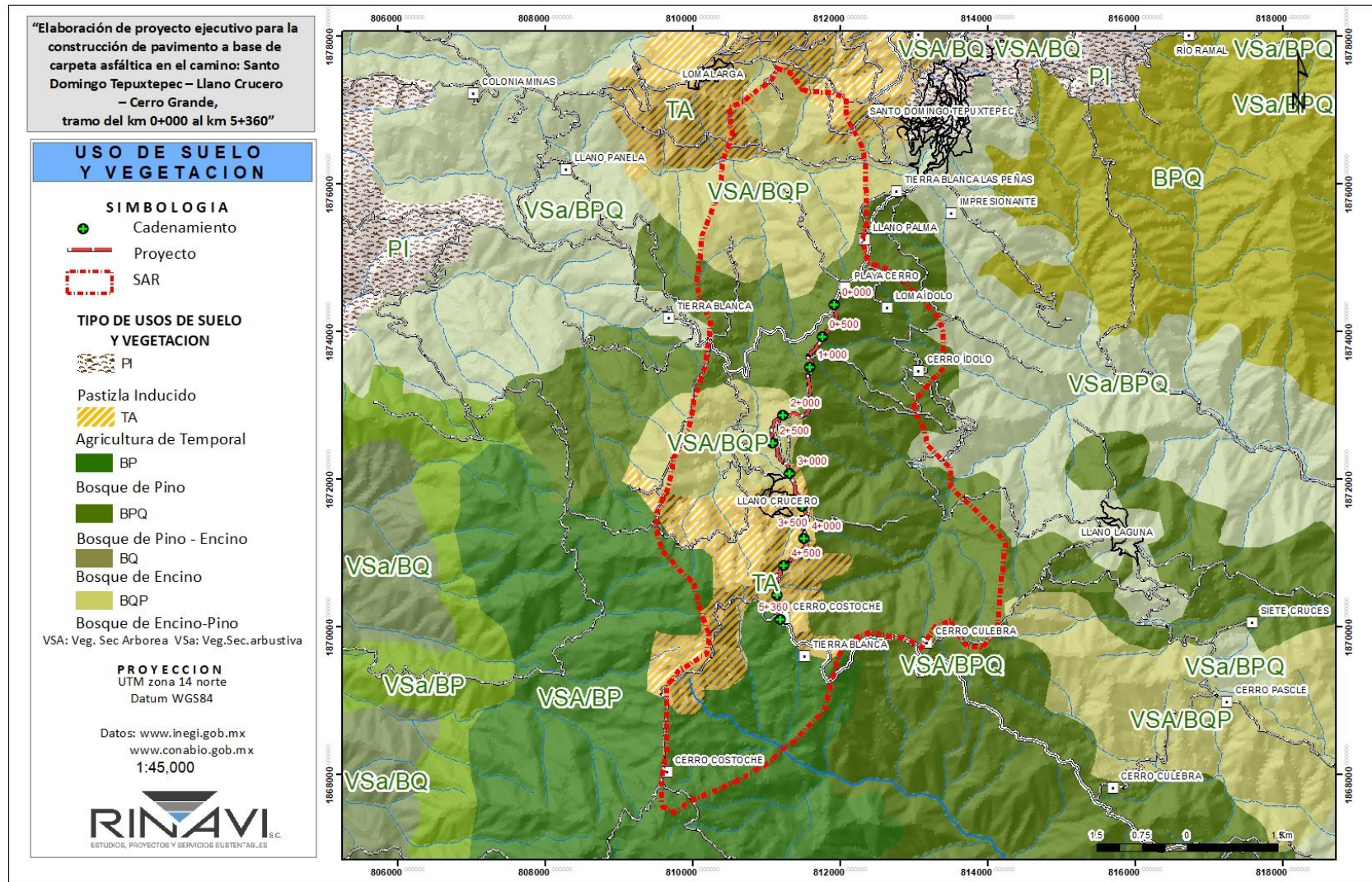


Figura 4.23 Mapa de uso del suelo y vegetación.

4.2.2.2 Muestreo de vegetación

a) Técnicas de muestreo de vegetación.

Para obtener un listado y llevar a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de las especies de plantas que existen en el área de estudio, esta fue dividida en dos componentes: 1) Sistema ambiental regional (SAR) y 2) Área del proyecto (AP). Primero se realizó un análisis por separado y posteriormente se analizaron en conjunto.

El muestreo es la herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados. El número, el tamaño y la distribución de estas unidades está en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008). El muestreo tiene como objetivo determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El periodo de muestreo abarco dos semanas del mes de julio de 2019.

Para estimar los parámetros ecológicos de la vegetación se establecieron sitios de forma rectangular, cuadrangular y círculos, estos sitios tuvieron distintas dimensiones de acuerdo con las necesidades del muestreo y la estructura de la vegetación del área de estudio. En ambos componentes Área de proyecto (AP) y Sistema ambiental regional (SAR) el muestreo considero tres estratos de vegetación; arbóreo, arbustivo y herbáceo. En los dos componentes la superficie de muestreo fue igual, para el estrato arbóreo se muestreó una superficie de 7,000 m², siete sitios de 1000 m² en el SAR (en el AP se realizó censo), para el estrato arbustivo de muestrearon siete sitios de 150 m² en ambos componentes y para el estrato herbáceo siete sitios de 1 m² en ambos componentes.

En el caso del AP, para el estrato arbóreo se realizó un censo directo y completo de los árboles con un diámetro normal (DAP) igual o mayor a 10 cm que pudieran verse afectados por la implementación del proyecto (5,360 m de longitud), por lo cual se cuantificaron los arboles a 1.5 m de distancia hacia ambos lados del camino. La longitud del camino es de 5,360 m, por lo tanto se realizó el censo de árboles en una superficie de 16,080 m² la cual resulta de multiplicar la longitud del proyecto (5,360 m) por 1.5 m (8,040 m²) y considerando que se realizó hacia ambos lados del camino se obtienen 16,080 m², es importante señalar que gran parte de esa superficie está ocupada por la zona urbanizada de la comunidad de Llano Crucero, por lo que la superficie vegetal que pudiera verse afectada por la implementación del proyecto es de 7000 m².

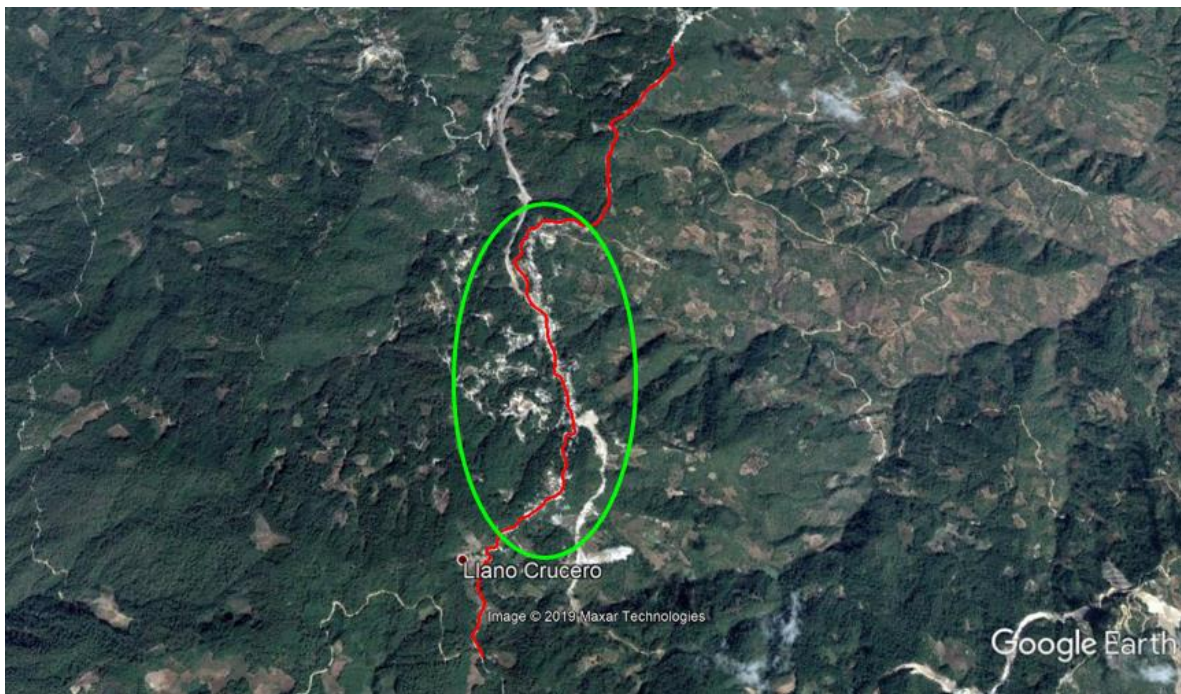


Figura 4.24 Zona urbana en el área del proyecto.

Para el estrato arbustivo se establecieron sitios tipo Gentry (1982) con algunas modificaciones para ajustarlo a las distintas condiciones del proyecto, se establecieron transectos de 1.5 m de ancho por 100 m de largo (150 m²) a los lados del camino. En el caso de las hierbas se realizaron cuadrantes de 1 x 1 m (1m²) dentro de los transectos arbustivos.



Figura 4.25 Disposición de los sitios arbustivos en el Área de proyecto.

En cuanto al muestreo en el SAR se realizaron sitios circulares de 1000 m^2 , para el estrato arbóreo se midieron todos los individuos dentro de esa superficie con un diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo igual o mayor a 10 cm. Para el estrato arbustivo se realizaron subsitios rectangulares de 10 x 15 m (150 m^2) en el centro del círculo y para el caso las hierbas se realizaron subsitios cuadrados de 1 x 1 m (1 m^2) dentro de los cuadrantes arbustivos.

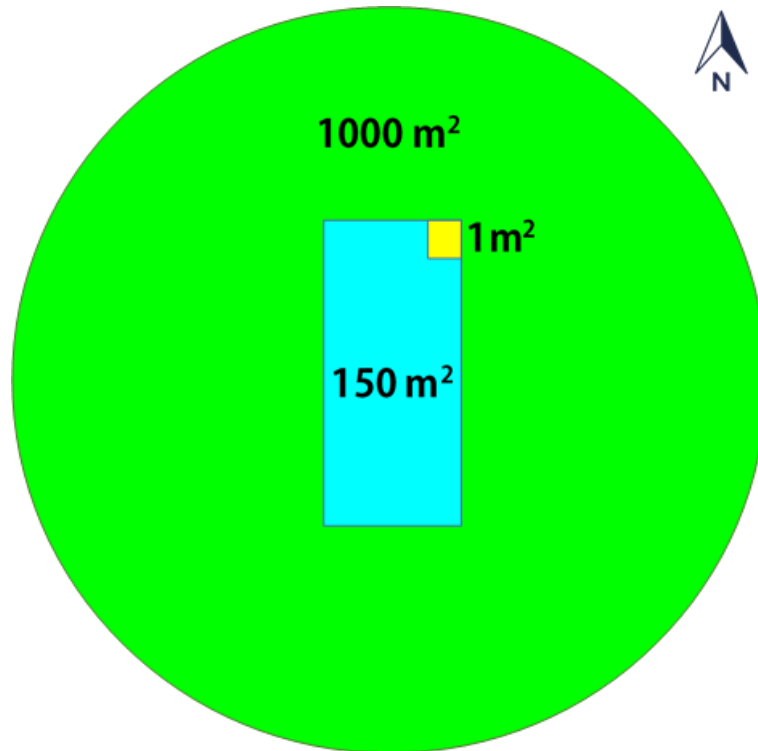


Figura 4.26 Forma y disposición de los sitios de muestreo de vegetación en el SAR.



Figura 4.27 Ubicación del centro y delimitación de los sitios de muestreo.

Para el levantamiento de la información de campo se consideraron variables dasométricas y ecológicas en cada sitio muestra comprendiendo las siguientes:

Variabes ecológicas: Nombre común, nombre científico (para aquellas que se pudieron identificar en campo), pendiente media, forma de vida, exposición, altura sobre el nivel del mar.

Variabes dasométricas: Se toma información de diámetro y altura. Este último solo se toma para los árboles con diámetro igual y mayores a 5 cm de diámetro y para aquellos que presentan diámetros menores a 5 solo se obtuvo la frecuencia.

Para el levantamiento de la información se utilizó el siguiente equipo de campo: Cinta diamétrica, clinómetro, pistola Haga, brújula, GPS, cámara fotográfica, hilo, tijera y extensión, cinta métrica, engrapadora, etiquetas.

Diámetro: El diámetro del tronco de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para estudios de ecología vegetal. El diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia (Romahn de la Vega et al., 1994). Esta medida sirve, a su vez, para medir el área basal y el volumen del tronco de los árboles. Esta medición se logra con una cinta diamétrica de manera transversal al tronco de los árboles a una altura de 1.30 m respecto del suelo y a favor de la pendiente del terreno.

Altura total: La altura es uno de los principales parámetros que se miden en una vegetación o una especie. La altura se mide de acuerdo al interés que se tenga y puede ser de forma cualitativa o cuantitativa. En el caso de los árboles la medición de la altura se consigue con un Clinómetro Suunto, donde a una distancia determinada de 15 o 20 metros se avista el tocón del árbol y el ápice de la copa del mismo; tomando lecturas en metros por medio de funciones trigonométricas.

Cobertura de copa: La posición de la copa se refiere a la posición de ésta respecto a su exposición a la luz solar. Se consideró el diámetro mayor y su perpendicular (solo para árboles).



Figura 4.28 Medición de variables dasométricas del estrato arbóreo.



Figura 4.29 Etiquetado del estrato arbóreo.

Para la identificación de las especies se llevó a cabo la recolección de muestras botánicas por duplicado con la ayuda de tijeras y garrocha, dichas muestras se procesaron con una prensa botánica, papel periódico y cartón para su traslado al laboratorio taxonómico. El secado de cada ejemplar botánico se realizó con una secadora prefabricada de madera aislada con aluminio, donde permanecieron de 8 a 24 horas para su posterior identificación. Para la identificación taxonómica de cada

ejemplar se utilizaron las siguientes claves, Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Flora de Veracruz, Flora Fanerogámica del Valle de México, Familias de Plantas Neotropicales y Woody Plants of Northwest South America, también se realizó una revisión bibliográfica de las especies florísticas reportadas para el área de estudio.

Tabla 4.2 Coordenadas UTM (14 norte) de los sitios de muestreo.

NP	SAR		AP	
	X	Y	X	Y
1	811103	1876077	811156	1870368
2	811197	1874356	811520	1871202
3	809922	1867786	811507	1871276
4	811334	1869794	811922	1874350
5	812546	1873210	811909	1874325
6	810241	1873747	811557	1873398
7	813740	1869844	811548	1873395

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

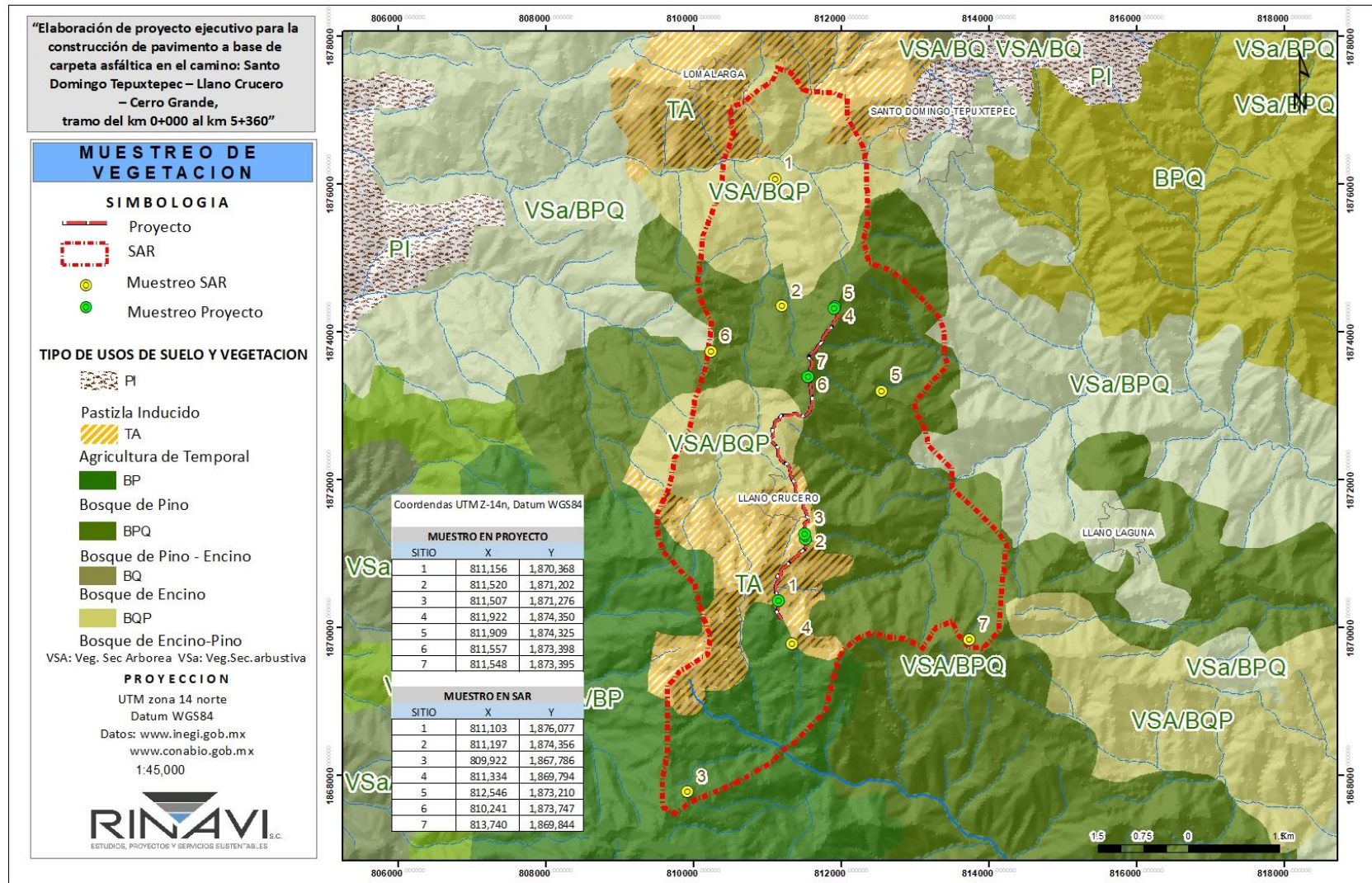


Figura 4.30 Ubicación de los sitios de muestreo en el área de estudio.

b) Análisis de diversidad de la vegetación

Se entiende como estructura de la vegetación el patrón espacial de distribución que presentan las plantas de un determinado ecosistema (Barkman, 1979). La forma en que se puede conocer la distribución espacial de una agrupación vegetal es a través de la inferencia o de la definición de su ordenación vertical (es decir, de la identificación de los estratos que presenta la formación vegetal) o bien mediante la ordenación horizontal (según los parámetros de abundancia, dominancia y/o frecuencia, número de individuos por unidad de superficie, distribución diamétrica, etc.).

En ese mismo sentido Alvis G, J. F. (2009) afirma que la estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Por lo anterior, establecemos las definiciones de los elementos estructurales de la vegetación:

Densidad. Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Montes, C.A. et al, 2014).

$$\textit{Densidad por hectárea} = \frac{\textit{Número de individuos de una especie}}{\textit{Área muestreada}}$$

$$\textit{Densidad relativa} = \frac{\textit{Densidad por hectárea por especie}}{\textit{Densidad por hectárea de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas (en este caso sobre la muestra), o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Montes, C.A. et al, 2014).

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Núm. de sitios en los que se presenta cada especie}}{n \text{ (número de sitios muestreados)}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia por cada especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Dominancia. Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Montes, C.A. et al, 2014).

Cobertura de una especie

$$= \frac{\pi * (\text{Diámetro mayor de copa} + \text{Diámetro menor de copa})^2}{4}$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal total de una especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Índice de valor de importancia (IVI). Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), y se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies

registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

= *Dominancia relativa + densidad relativa + frecuencia relativa*

Índice de Shannon- Wiener H' , este índice se basa en la teoría de la información, mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1...p_s$.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

El índice de Pielou mide la equitabilidad si todas las muestras presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equitabilidad deberá ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer teniendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

$\log_2 S$ = es la diversidad máxima (H'_{max}) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

$$H'_{max} = -S \left(\frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Estimador CHAO1: basado en la abundancia, esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*).

$$\text{Sest} = \text{Sobs} + F^2/2G$$

Dónde: Sest es el número de especies que deseamos conocer, Sobs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de *singletons* y G es el número de *doubletons*. (Chao, 1984).

Curvas de acumulación de especies: son instrumentos en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo. Son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado.

La lista florística se ordenó alfabéticamente por familia y género; la nomenclatura de las familias, géneros y especies, así como los autores, se verificaron en la base de datos W₃TROPICOS. Además, se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para verificar las categorías de riesgo de las especies.

c) Resultados del análisis de diversidad alfa de la vegetación

A continuación, se presenta la información analizada de los muestreos realizados en campo en los componentes estudiados: Área de proyecto (AP) y Sistema ambiental regional (SAR). La información se detalla por estrato de vegetación.

Los componentes estudiados presentan similitud en la composición florística, pero diferencias amplias en cuanto a la estructura y diversidad.

En cuanto a la riqueza específica (S) la que presenta SAR es mayor en todos los estratos en comparación con la del AP.

Tabla 4.3 Riqueza específica observada en los muestreos del área de estudio.

Riqueza (S)		
Estrato	AP	SAR
Arbóreo	8	15
Arbustivo	15	19
Herbáceo	8	10
Epífitas	0	3

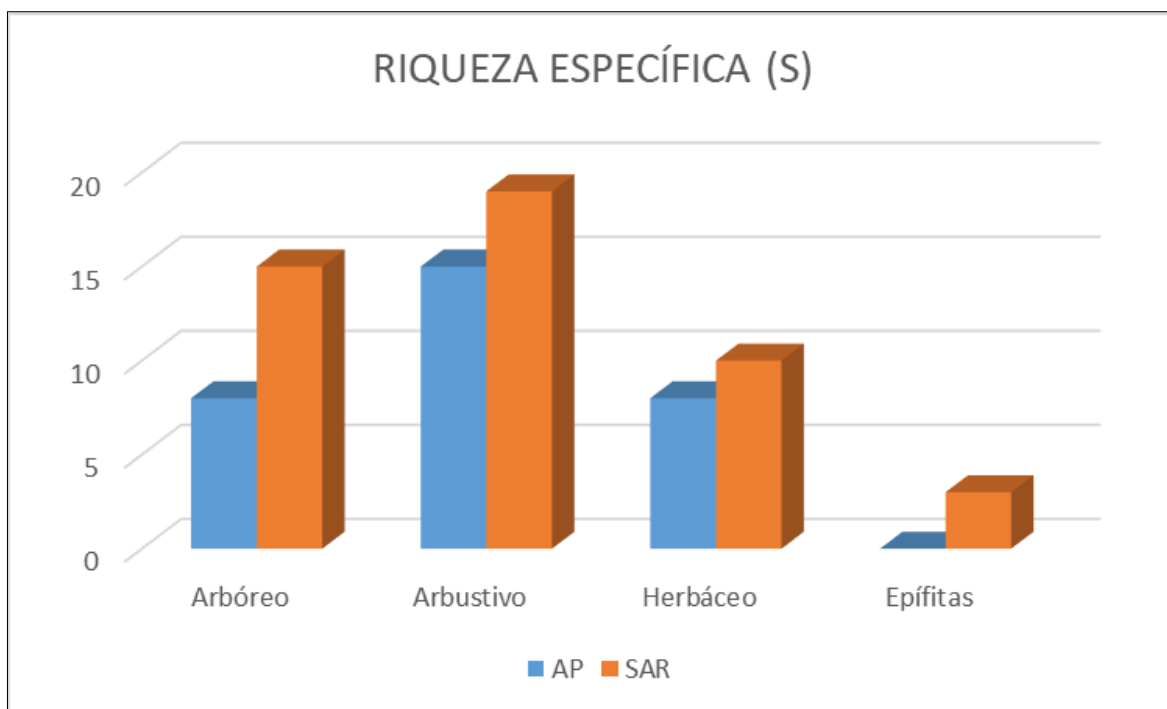


Figura 4.31 Riqueza específica observada en los muestreos del área de estudio.

En el censo realizado en la superficie AP se registraron 823 individuos, de los cuales 71 pertenecen al estrato arbóreo, 670 son del estrato arbustivo y 82 son del estrato herbáceo. Por otra parte en los sitios de muestreo del SAR se registraron 866 individuos, de los cuales 533 pertenecen al estrato arbóreo, 278 son del estrato arbustivo y 55 son del estrato herbáceo.

En la siguiente tabla se muestra el número de individuos por forma de crecimiento.

Tabla 4.4 Número de individuos por forma de crecimiento.

Forma de crecimiento	AP	SAR
Árboles	71	533
Arbustos	670	278
Hierbas	82	55
Total	823	866

En cuanto a las formas de crecimiento, los arbustos y las hierbas son más abundantes en el AP esto debido a que estos estratos se desarrollan ampliamente a los lados del camino y en los bordes de las zonas de cultivo, esto debido a que no

existe un estrato arbóreo conformado (y por lo tanto un dosel) los arbustos y hierbas reciben mayor radiación solar, mayor cantidad de agua y tienen más espacio para desarrollarse.

Por otra parte el estrato arbóreo es más diverso y mucho más abundante en el SAR ya que el AP es una superficie perturbada por la zona urbana, tránsito vehicular y actividades agrícolas.

En la siguiente tabla se concentran los valores estructurales y el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies arbóreas existentes en el AP y el SAR.

Tabla 4.5 Valores estructurales de los árboles.

NP	Nombre científico	Área de proyecto							Sistema ambiental regional						
		Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	Dom.	Dom. Rel.	IVI	Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	Dom.	Dom. Rel.	IVI
1	<i>Alnus acuminata</i>								2	0.38	1	2.38	4.91	0.33	3.09
2	<i>Arbutus xalapensis</i>	3	4.23	2	16.67	5.94	2.42	23.32	20	3.75	7	16.67	41.92	2.85	23.27
3	<i>Leucaena leucocephala</i>								2	0.38	1	2.38	3.53	0.24	3.00
4	<i>Litsea glaucescens</i>								5	0.94	1	2.38	13.01	0.88	4.20
5	<i>Nolina parviflora</i>								2	0.38	1	2.38	1.57	0.11	2.86
6	<i>Pinus oaxacana</i>	37	52.11	2	16.67	113.88	46.49	115.27	67	12.57	5	11.90	219.72	14.94	39.41
7	<i>Pinus oocarpa</i>	9	12.68	1	8.33	44.52	18.18	39.19	120	22.51	6	14.29	399.38	27.15	63.95
8	<i>Pinus pringlei</i>	3	4.23	2	16.67	9.42	3.85	24.74	8	1.50	3	7.14	27.98	1.90	10.55
9	<i>Quercus calophylla</i>	5	7.04	1	8.33	11.49	4.69	20.06	194	36.40	5	11.90	461.37	31.37	79.67
10	<i>Quercus corrugata</i>								19	3.56	2	4.76	45.95	3.12	11.45
11	<i>Quercus glabrescens</i>	4	5.63	1	8.33	11.49	4.69	18.66	6	1.13	2	4.76	14.73	1.00	6.89
12	<i>Quercus glaucoides</i>								9	1.69	1	2.38	16.54	1.12	5.19
13	<i>Quercus laurina</i>	7	9.86	2	16.67	40.89	16.69	43.22	10	1.88	1	2.38	28.42	1.93	6.19
14	<i>Quercus magnoliifolia</i>								43	8.07	1	2.38	130.33	8.86	19.31
15	<i>Quercus rugosa</i>	3	4.23	1	8.33	7.31	2.99	15.54	26	4.88	5	11.90	61.41	4.18	20.96
		71	100	12	100	244.95	100	300	533	100	42	100	1470.76	100	300

Ind.: Individuos totales, Dens. Rel.: Densidad relativa, Frec.: Frecuencia, Frec. Rel.: Frecuencia relativa, Dom.: Dominación, Dom. Rel.: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia.

De acuerdo con la tabla anterior la especie arbórea más abundante en el AP es *Pinus oaxacana*, que poseen 37 individuos y representa el 52 % del total de los individuos existentes en la superficie del AP. En cuanto al SAR las especies más abundantes son *Quercus calophylla* con 194 individuos y *Pinus oocarpa* con 120 individuos. Las especies arbóreas con valores más altos del IVI (que resulta de la suma de tres parámetros estructurales) en el AP son, en orden decreciente, *Pinus oaxacana*, *Quercus laurina* y *Pinus oocarpa*. En el SAR las especies arbóreas con valores más altos del IVI son *Quercus calophylla*, *Pinus oocarpa* y *Pinus oaxacana*.

En el estrato arbustivo las especies más abundantes en el AP son *Baccharis salicifolia* con 233 individuos, *Pinus oaxacana* con 161 individuos y *Polypodium vulgare* con 83 individuos. En el SAR las especies arbustivas más abundantes son *Polypodium vulgare* con 88 individuos, *Quercus calophylla* con 36 individuos y *Pinus oocarpa* con 28 individuos. Las especies arbustivas con valores más altos del IVI en el AP son *Baccharis salicifolia* y *Pinus oaxacana*. En el SAR las especies arbustivas con valores más altos del IVI son *Polypodium vulgare* y *Quercus calophylla*.

En el estrato herbáceo las especies más abundantes en el AP son *Panicum pilosum* con 26 individuos, *Trifolium repens* con 22 individuos y *Tagetes nelsonii* con 13 individuos. En el SAR la especie herbácea más abundantes es *Panicum pilosum* con 26 individuos. Las especies herbáceas con valores más altos del IVI en el AP son *Panicum pilosum*, *Trifolium repens* y *Tagetes nelsonii*. En el SAR las especies herbáceas con valores más altos del IVI son *Panicum pilosum*, *Mikania micrantha*, *Lobelia erinus* y *Arenaria megalantha*.

En las siguientes tablas se muestran los valores estructurales del estrato arbustivo y herbáceo.

Tabla 4.6 Valores estructurales de los arbustos.

NP	Nombre científico	Área de proyecto					Sistema ambiental regional				
		Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	IVI	Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	IVI
1	<i>Alnus acuminata</i>	4	0.60	2	4.44	5.04					
2	<i>Arbutus xalapensis</i>	10	1.49	4	8.89	10.38	17	6.12	2	5.41	11.52
3	<i>Baccharis salicifolia</i>	233	34.78	6	13.33	48.11	10	3.60	3	8.11	11.71
4	<i>Buddleja parviflora</i>	56	8.36	5	11.11	19.47					
5	<i>Calliandra grandiflora</i>						4	1.44	1	2.70	4.14
6	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	7	1.04	1	2.22	3.27					
7	<i>Comarostaphylis polifolia</i>	1	0.15	1	2.22	2.37					
8	<i>Dodonaea viscosa</i>						2	0.72	1	2.70	3.42
9	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.45	2	4.44	4.89					
10	<i>Leucaena leucocephala</i>						11	3.96	2	5.41	9.36
11	<i>Litsea glaucescens</i>						1	0.36	1	2.70	3.06
12	<i>Lyonia squamulosa</i>						12	4.32	5	13.51	17.83
13	<i>Nolina parviflora</i>						22	7.91	1	2.70	10.62
14	<i>Pinus oaxacana</i>	161	24.03	6	13.33	37.36	6	2.16	2	5.41	7.56
15	<i>Pinus oocarpa</i>						28	10.07	2	5.41	15.48
16	<i>Polypodium vulgare</i>	83	12.39	3	6.67	19.05	88	31.65	5	13.51	45.17
17	<i>Quercus calophylla</i>	59	8.81	5	11.11	19.92	36	12.95	3	8.11	21.06
18	<i>Quercus corrugata</i>						3	1.08	1	2.70	3.78
19	<i>Quercus glabrescens</i>	13	1.94	2	4.44	6.38					
20	<i>Quercus laurina</i>						14	5.04	1	2.70	7.74
21	<i>Quercus magnoliifolia</i>						2	0.72	1	2.70	3.42
22	<i>Quercus rugosa</i>	3	0.45	1	2.22	2.67	4	1.44	2	5.41	6.84
23	<i>Rhus virens</i>						2	0.72	1	2.70	3.42
24	<i>Roldana petasitis</i>	4	0.60	1	2.22	2.82					
25	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	21	3.13	4	8.89	12.02					
26	<i>Tithonia tubiformis</i>						15	5.40	2	5.41	10.80
27	<i>Vatairea lundellii</i>						1	0.36	1	2.70	3.06
28	<i>Verbesina encelioides</i>	12	1.79	2	4.44	6.24					
		670	100	45	100	200	278	100	37	100	200

Ind.: Individuos totales, Dens. Rel.: Densidad relativa, Frec.: Frecuencia, Frec. Rel.: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia.

Tabla 4.7 Valores estructurales de los hierbas.

NP	Nombre científico	Área de proyecto					Sistema ambiental regional				
		Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	IVI	Ind.	Dens. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	IVI
1	<i>Arenaria megalantha</i>	4	4.88	1	7.14	12.02	4	7.27	3	15	22.27
2	<i>Baccharis salicifolia</i>						3	5.45	1	5	10.45
3	<i>Calliandra grandiflora</i>	4	4.88	2	14.29	19.16					
4	<i>Lobelia erinus</i>						5	9.09	3	15	24.09
5	<i>Lupinus campestris</i>	5	6.10	1	7.14	13.24	1	1.82	1	5	6.82
6	<i>Mikania micrantha</i>						7	12.73	4	20	32.73
7	<i>Nolina parviflora</i>						1	1.82	1	5	6.82
8	<i>Panicum pilosum</i>	26	31.71	4	28.57	60.28	26	47.27	4	20	67.27
9	<i>Pinus oaxacana</i>	4	4.88	2	14.29	19.16					
10	<i>Polypodium vulgare</i>	4	4.88	1	7.14	12.02					
11	<i>Salvia gracilis</i>						1	1.82	1	5	6.82
12	<i>Tagetes nelsonii</i>	13	15.85	2	14.29	30.14	1	1.82	1	5	6.82
13	<i>Trifolium repens</i>	22	26.83	1	7.14	33.97	6	10.91	1	5	15.91
		82	100	14	100	200	55	100	20	100	200

Ind.: Individuos totales, Dens. Rel.: Densidad relativa, Frec.: Frecuencia, Frec. Rel.: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia.

Respecto a la diversidad florística en el AP y el SAR, se calcularon los índices de diversidad alfa para árboles, arbustos y hierbas. A continuación se muestran los valores respectivos para los árboles.

Como se observa en la siguiente tabla, el número de individuos arbóreos registrados fue de 71 para el AP y 533 para el SAR esto significa que la cantidad de árboles del AP representa apenas el 13 % de lo observado en el SAR. Respecto a la Riqueza específica (S), se obtuvo información de 8 especies de árboles en el AP y 15 especies en el SAR, como se puede observar la riqueza del AP representa la mitad (53 %) de la riqueza observada en el SAR.

Tabla 4.8 Valores de diversidad calculados para los árboles en el área de estudio.

Componente	No. Ind.	S	d	D	H'	E
Área de proyecto	71	8	0.52	0.69	1.58	0.76
Sistema ambiental regional	533	15	0.36	0.79	1.92	0.70

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; D= Índice de Simpson; H'= Índice de Shannon-Weiner; E= Equitatividad.

Respecto a los índices de diversidad, el índice de Berger-Parker en el AP es de 0.52, este valor medio se debe a que se presenta una especie ligeramente abundante, la cual es *Pinus oaxacana* que representan el 52 % del total de los individuos existentes en la superficie del AP. En el SAR el índice de Berger-Parker es de 0.36 este valor indica que existen especies muy abundantes, como son *Quercus calophylla*, *Pinus oocarpa* y *Pinus oaxacana* que representan más del 70% del total de los individuos existentes en los sitios observados del SAR.

En el mismo sentido que el anterior, el índice de Simpson (D) se basa en parámetros inversos a la equidad; por ello, cuando el valor del índice incrementa, la diversidad decrece. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como el inverso del índice de Simpson; así, cuando mayor es el valor del inverso de este índice, más diverso es el sitio. Para el estrato arbóreo, en el AP este índice arrojó un valor de 0.69 lo cual indica cierta dominancia de especies. Para el SAR

este índice arroja un valor de 0.79 lo cual muestra una dominancia alta por parte de algunas especies confirmando lo indicado por el índice de Berger-Parker.

Otra de las formas de analizar la diversidad de un sitio es mediante la equidad, que es un parámetro inverso a la dominancia. Por ello, mientras más alto es el valor más diverso resulta el sitio. Para el presente estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, que contempla la cantidad de especies presentes en el grupo (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Para su cálculo se empleó logaritmo neperiano. Cabe señalar que el valor del índice de Shannon (H') suele hallarse entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa 4.5. En la superficie del AP se obtuvo un valor de $H'= 1.58$, y en el SAR un valor de $H'= 1.92$. De acuerdo con lo anterior la diversidad florística es mayor en el SAR.

Para complementar el análisis de la diversidad de Shannon-Weiner, se ha calculado la Equitatividad (E), que mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada, dando idea de que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies; por ello, mientras mayor sea el valor obtenido, mayor igualdad hay en la abundancia. De acuerdo a lo anterior, este índice indica una tendencia a la equitatividad en la distribución de las especies del AP y una mayor dominancia de especies en el SAR.

Tabla 4.9 Valores de diversidad calculados para los arbustos en el área de estudio.

Componente	No. Ind.	S	d	D	H'	E
Área de proyecto	670	15	0.34	0.79	1.88	0.69
Sistema ambiental regional	278	19	0.31	0.85	2.32	0.78

S= Riqueza específica; d= índice de Berger-Parker; D= Índice de Simpson; H'= Índice de Shannon-Weiner; E= Equitatividad.

En cuanto al estrato arbustivo el comportamiento de la diversidad es muy diferente que en los árboles. Se tiene un registro de 670 individuos para el AP y 278 individuos para el SAR, esto significa una mayor densidad de arbustos en el AP. En contraste con lo anterior la riqueza específica (S) es mayor en SAR (S=19) que en el AP (S=15). Estos datos indican que tanto el estrato arbóreo como el arbustivo son más

diversos en el SAR. Además la alta densidad del estrato arbustivo en el AP indica una degradación de la estructura arbórea en el sitio, ya que al carecer del dosel arbóreo, los estratos bajos se desarrollan más rápido aunque con menor diversidad.

Respecto a los índices de diversidad, el índice de Berger-Parker es de 0.34 en el AP y de 0.31 en el SAR, este valor se debe a que hay especies muy abundantes en ambos componentes.

El índice de Simpson (D) arrojó un valor de 0.79 en el AP y de 0.85 en el SAR lo cual indica dominancias por parte de algunas especies, *Baccharis salicifolia*, *Pinus oaxacana* y *Polypodium vulgare* en el caso del AP y *Polypodium vulgare*, *Quercus calophylla* y *Pinus oocarpa* en el SAR.

El Índice de Shannon-Wiener en el AP tiene un valor de $H' = 1.88$ y en el SAR un valor de $H' = 2.32$, lo cual indica que la diversidad florística del estrato arbustivo es mayor en el SAR.

El índice de Equitatividad (E) arrojó un valor de 0.69 en el AP y 0.78 en el SAR, de acuerdo a lo anterior, este índice indica una tendencia a la equitatividad en la distribución de las especies del SAR y una mayor dominancia de especies en el AP.

En el estrato herbáceo se tiene un registro de 82 individuos y una riqueza $S = 8$ en el AP y el SAR se registraron 55 individuos de 10 especies, la densidad de hierbas es mayor en el AP y la diversidad mayor en el SAR. En este estrato la estimación de la diversidad de los sitios es relativa, debido a la estacionalidad de este estrato, ya que estas especies solo prevalecen en la temporada de lluvias.

Tabla 4.10 Valores de diversidad calculados para las hierbas en el área de estudio.

Componente	No. Ind.	S	d	D	H'	E
Área de proyecto	82	8	0.31	0.79	1.77	0.85
Sistema ambiental regional	55	10	0.47	0.73	1.72	0.74

S= Riqueza específica; *d*= índice de Berger-Parker; *D*= Índice de Simpson; *H'*= Índice de Shannon-Weiner; *E*= Equitatividad.

Además de los índices de diversidad estimados también se generaron las curvas de acumulación de especies. Respecto a ello, las curvas de acumulación de especies se realizaron mediante el ajuste al modelo de Clench. En este caso aunque los valores esperados que generan los estimadores se pueden usar como medidas de la diversidad alfa, también se utilizan para determinar cuán eficaz fue el muestreo realizado. En este contexto, se utiliza la información de los estimadores para conocer qué porcentaje de las especies esperadas hemos observado en el muestreo.

De acuerdo con Palmer (1990), Soberón y Llorente (1993), el modelo de Clench es un método que usa la curva observada de acumulación de especies para modelar el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo, y el valor de la riqueza es la asíntota de la curva. Además de lo anterior, diversos autores (Soberón & Llorente, 1993; Hortal et al., 2004; Jiménez-Valverde et al., 2004; Ricketts et al., 2002; Moreno & Halffter, 2000) mencionan que la ecuación de Clench es el modelo más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. La ecuación de Clench se expresa matemáticamente como:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

En el presente estudio para realizar el ajuste del modelo de Clench en primer lugar se ejecutó un proceso algorítmico con el software EstimateS (Colwell, 1994-2004), con ello se realiza un proceso de interpolación (Rarefacción) a partir de la riqueza de especies agrupada del conjunto completo de muestras, a la riqueza esperada de un subconjunto de aquellas muestras. Este proceso de Rarefacción, según Hurlbert (1971), Simberloff (1972) y Heck et al. (1975) se utiliza para producir una curva “suave” que estima el número de especies que se observaría para cualquier número menor de individuos, bajo el supuesto de mezcla aleatoria de individuos.

Posterior a este proceso, mediante el software STATISTICA (data analysis software system) StatSoft, Inc. (2004), version 7, se realizó el ajuste del modelo de Clench mediante una estimación no lineal, de acuerdo con el software empleado la función específica para el modelo de Clench es $v_2=(a*v_1)/(1+(b*v_1))$, finalmente se graficó la curva de acumulación de especies.

A continuación se muestran las gráficas con el ajuste del modelo de Clench generadas para los muestreos en el área de estudio, en ambos componentes y por estratos. En este sentido es importante señalar que en el caso del estrato arbóreo del AP no se generó la curva debido a que se realizó un censo completo de los árboles y además a que las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se pueden encontrar, más no la riqueza total observada.

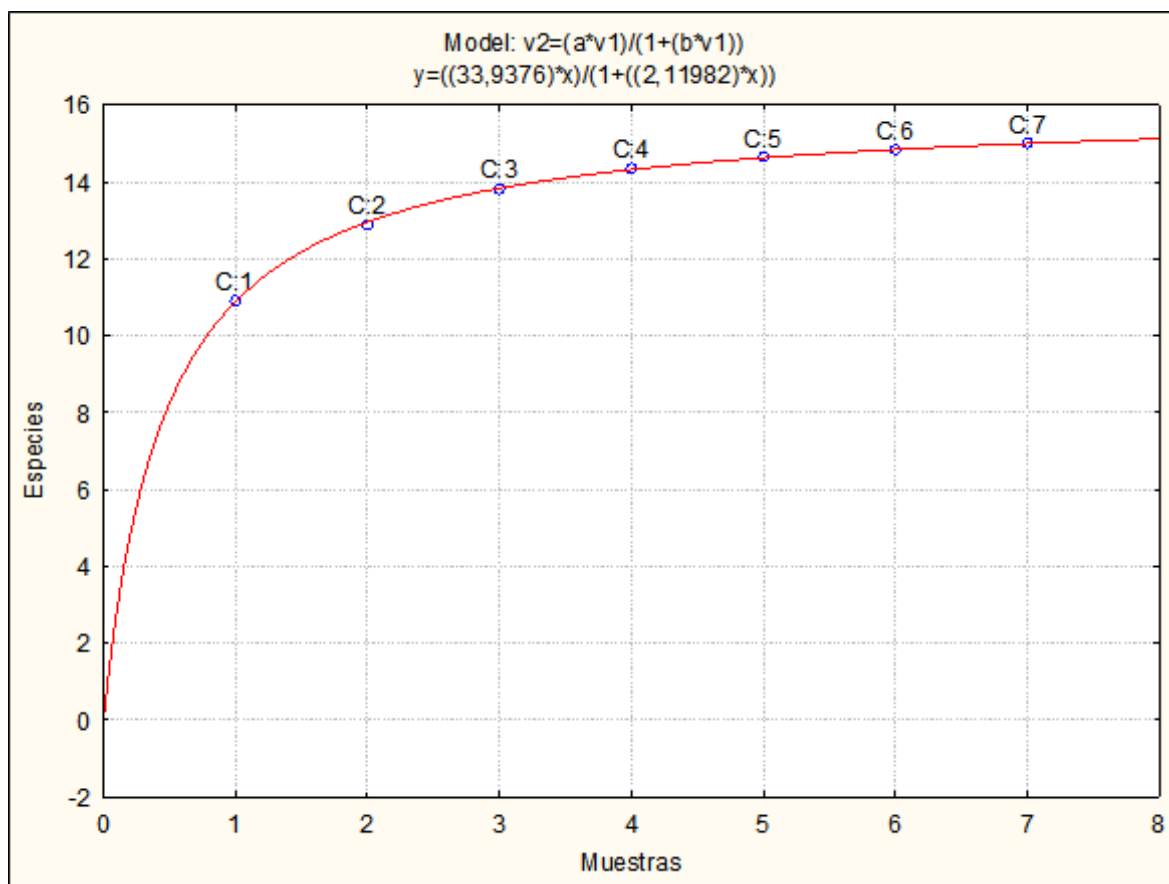


Figura 4.32 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de arbustos del AP.

Como se puede observar en la gráfica, la curva de acumulación de especies de arbustos es asintótica, en este caso, el estrato arbustivo presenta una riqueza de 15 especies distribuida en 7 sitios de muestreos. De acuerdo con Hortal, J. *et al.* (2003) las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables cuando se ha conseguido un buen esfuerzo de muestreo.

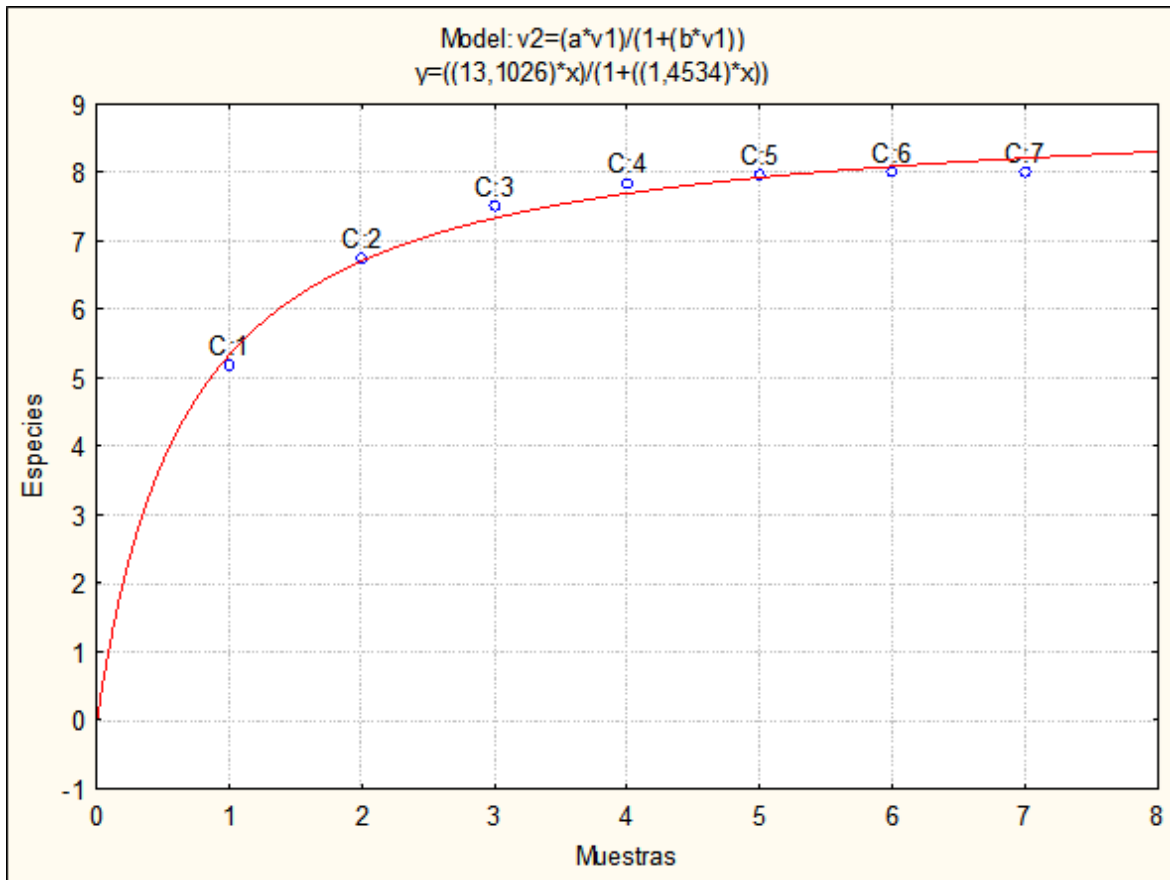


Figura 4.33 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de hierbas del AP.

En el caso de las hierbas los datos presentados están en función de la temporalidad de estas especies, para el presente estudio se obtuvo una riqueza de 8 especies de hierbas en 7 sitios, no obstante, aunque la riqueza es menor en comparación con los estrato arbustivo y se ha obtenido una curva asintótica es posible esperar una mayor cantidad de especies de hierbas.

En la siguiente grafica se observa la curva de acumulación de todas las especies observadas en los muestreos del AP conjuntando el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, en donde se obtuvo una riqueza de 24 especies en siete sitios observados.

Se observa el comportamiento de la curva de forma asintótica, al igual que en las curvas anteriormente presentadas, esto indica un buen esfuerzo de muestreo y una fiabilidad del inventario obtenido en el AP.

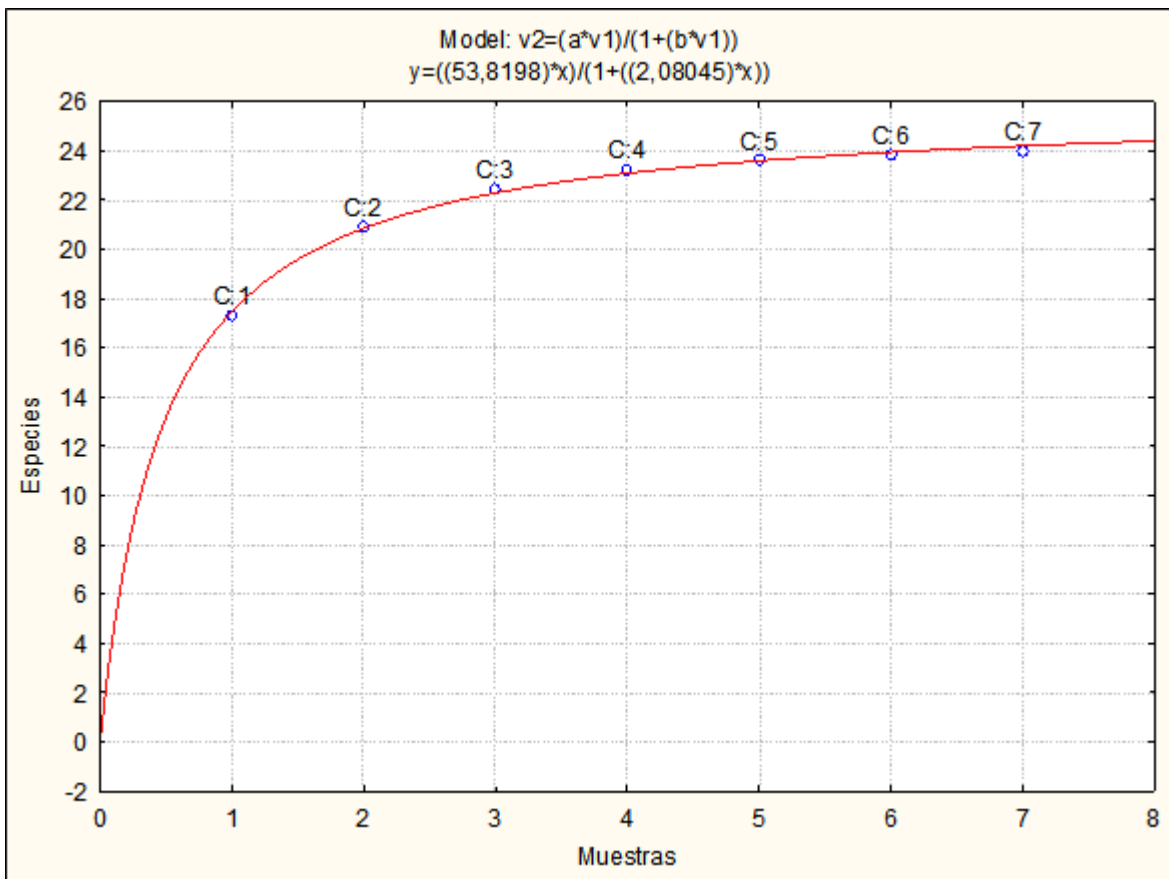


Figura 4.34 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de flora en el AP.

En el caso de las curvas de acumulación de especies del SAR se observa un comportamiento similar en los muestreos realizados.

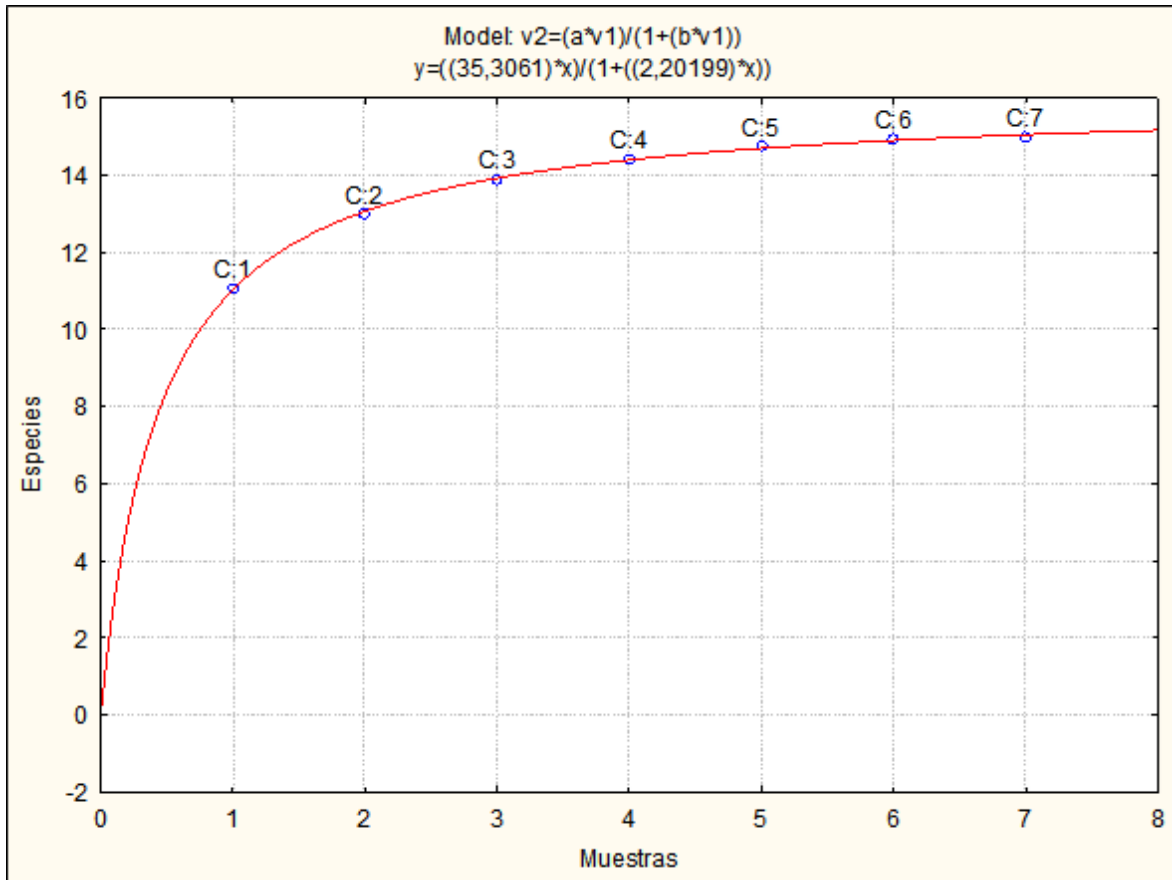


Figura 4.35 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de árboles del SAR.

Como se puede observar en la gráfica, la curva de acumulación de especies de árboles del SAR es asintótica, en este caso, el estrato arbóreo presenta una riqueza de 15 especies distribuida en 7 sitios de muestreos.

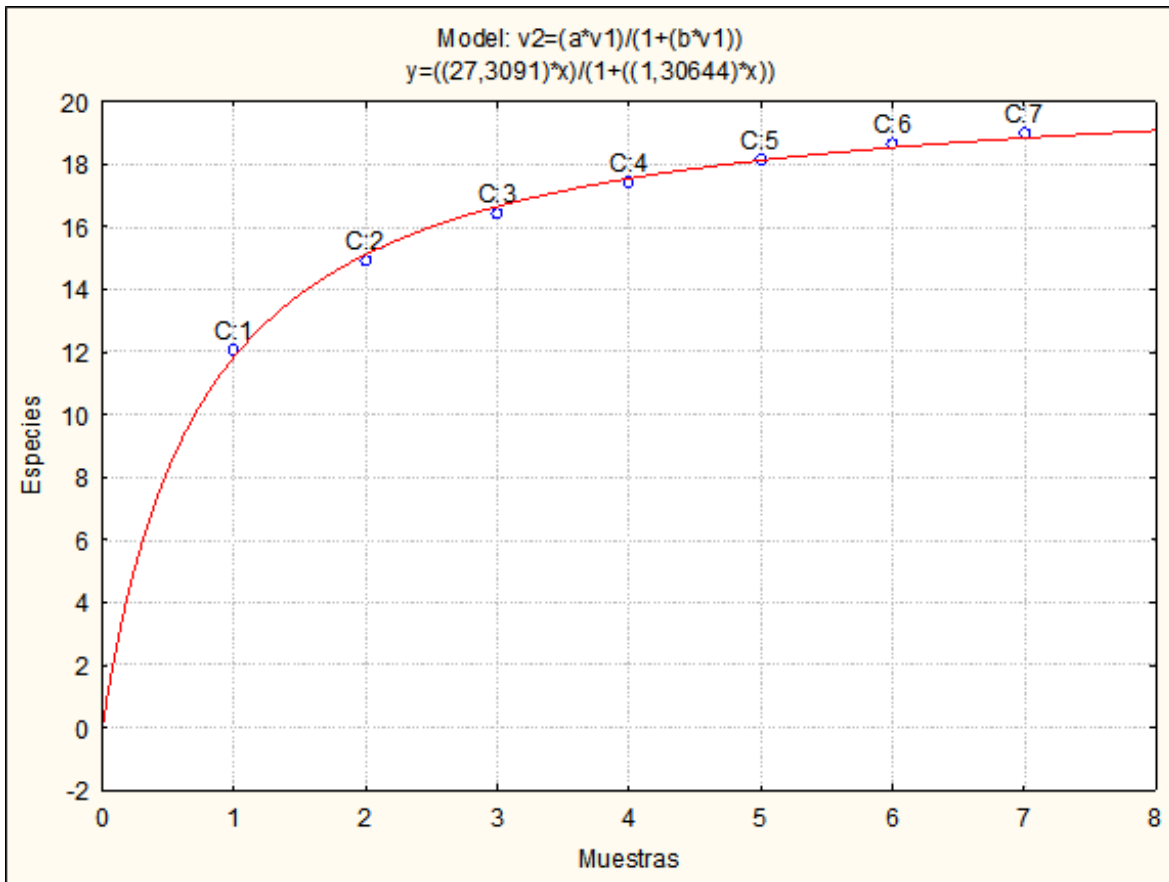


Figura 4.36 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de arbustos del SAR.

En el estrato arbustivo se registraron 19 especies en 7 sitios de muestreo. En este caso, al igual que en los árboles se puede observar una curva asintótica lo cual indica un buen inventario de las especies que componen el estrato arbustivo del SAR.

En el caso de las hierbas los datos presentados están en función de la temporalidad de estas especies, para el presente estudio se obtuvo una riqueza de 10 especies en 7 sitios, no obstante, aunque es mayor la riqueza de hierbas del SAR en comparación con la del AP la curva indica que es probable encontrar más especies de hierbas.

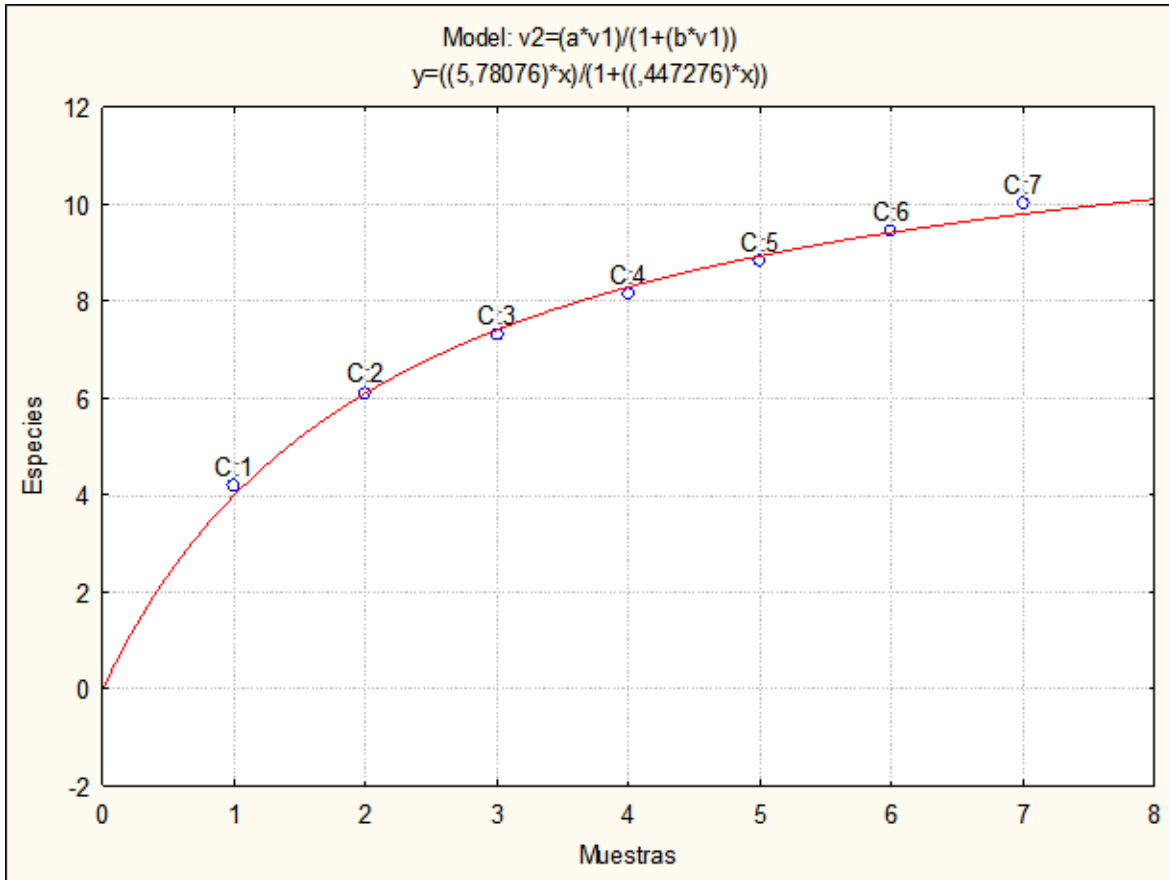


Figura 4.37 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de hierbas del SAR.

Finalmente en la siguiente grafica se observa la curva de acumulación de todas las especies observadas en los muestreos de vegetación del SAR conjuntando el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, en donde se obtuvo una riqueza de 34 especies en siete sitios observados.

Se observa el comportamiento de la curva de forma asintótica, al igual que en las curvas anteriormente presentadas, esto indica un buen esfuerzo de muestreo y una fiabilidad del inventario obtenido tanto en el AP como en el SAR.

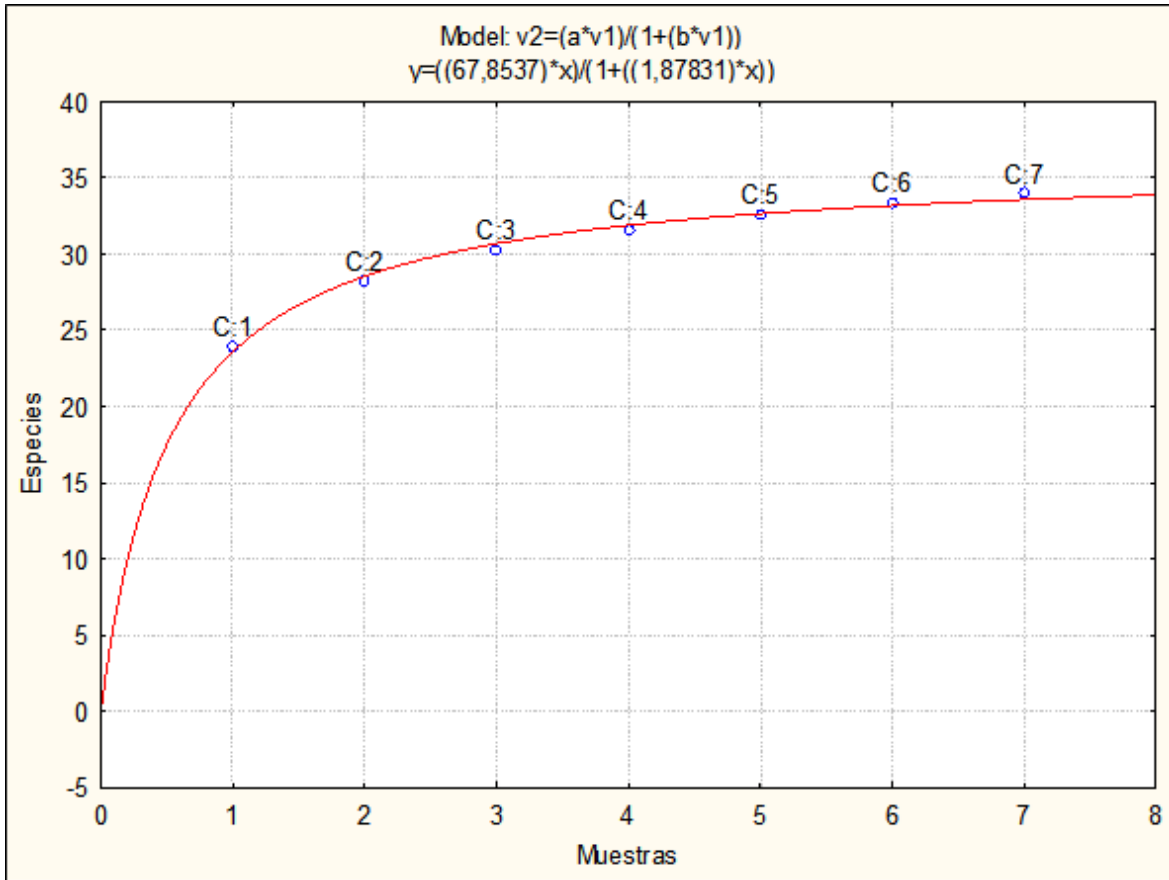


Figura 4.38 Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies de flora en el SAR.

d) Resultados del análisis de la diversidad beta de la vegetación

La diversidad beta fue calculada usando índices de similitud/disimilitud cualitativos (Índice de Jaccard, Índice de Sorensen), además del índice de Bray–Curtis. Este análisis se realizó considerando el AP y el SAR como dos componentes ambientales a comparar, en esta estimación se evaluó la vegetación por estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

El índice de similitud de Jaccard arrojó un valor de 0.53 para el estrato arbóreo, 0.21 para el estrato arbustivo y 0.38 para el estrato herbáceo, cabe señalar que el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos componentes, hasta 1 cuando los dos componentes tienen la misma composición de especies, por lo tanto el valor obtenido indica que ambos

componentes (AP – SAR) comparten el 53 % de las especies de árboles, 21 % de las especies de arbustos y el 38 % de las especies de hierbas.

Tabla 4.11 Valores de los índices de diversidad beta calculados para la flora del AP y el SAR.

Índice	Árboles	Arbustos	Hierbas
Índice de Jaccard	0.53	0.21	0.38
Índice de Sorensen	0.69	0.35	0.55

Así, de acuerdo al índice de Jaccard, hay una mayor similitud de especies a nivel de los estratos arbóreo, mientras que los estratos arbustivo y herbáceo son más distinto entre los sitios muestreados, esto debido a las estructura vegetal de cada componente. Así mismo el Índice de Sorensen también indica una mayor similitud de los estratos arbóreos y arbustivos en ambos componentes (AP – SAR).

Por otra parte el índice o coeficiente de similitud de Bray–Curtis arrojó los siguientes resultados:

En el estrato arbóreo el análisis del dendrograma de presencia-ausencia realizado para el AP y el SAR, arrojó la formación de similaridad en la diversidad de los dos componentes comparados con un valor de 23.50, es importante señalar que en este índice o coeficiente si el valor se acerca al 100 % significa que las unidades analizadas son similares completamente, por lo tanto con el valor obtenido indica que la estructura de la vegetación arbórea entre el AP y el SAR tienen una similaridad del 23 %, lo que establece una diferencia alta entre el dosel del SAR y del AP.

Tabla 4.12 Matriz de similaridad entre los componentes AP y SAR para el estrato arbóreo.

Matriz de similaridad		
	SAR	AP
SAR	*	23.5099
AP	*	*

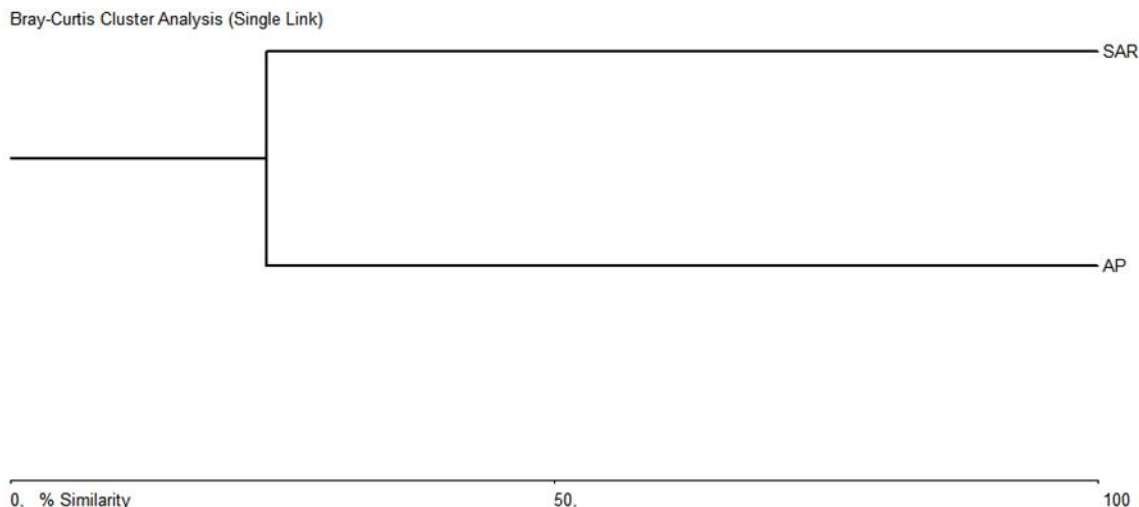


Figura 4.39 Dendrograma de similaridad entre los componentes AP y SAR para el estrato arbóreo.

En el estrato arbustivo el análisis del dendrograma de presencia-ausencia realizado, arrojó la formación de similaridad en los dos componentes comparados con un valor de 31.22. El valor obtenido indica que la estructura arbustiva del AP y el SAR tienen una similaridad del 31 %. Este valor indica que la estructura arbustiva presenta diferencias debido a la alta densidad de individuos en el AP por efecto de la perturbación de los sitios observados.

Tabla 4.13 Matriz de similaridad entre los componentes AP y SAR para el estrato arbustivo.

Matriz de similaridad		
	SAR	AP
SAR	*	31.2236
AP	*	*

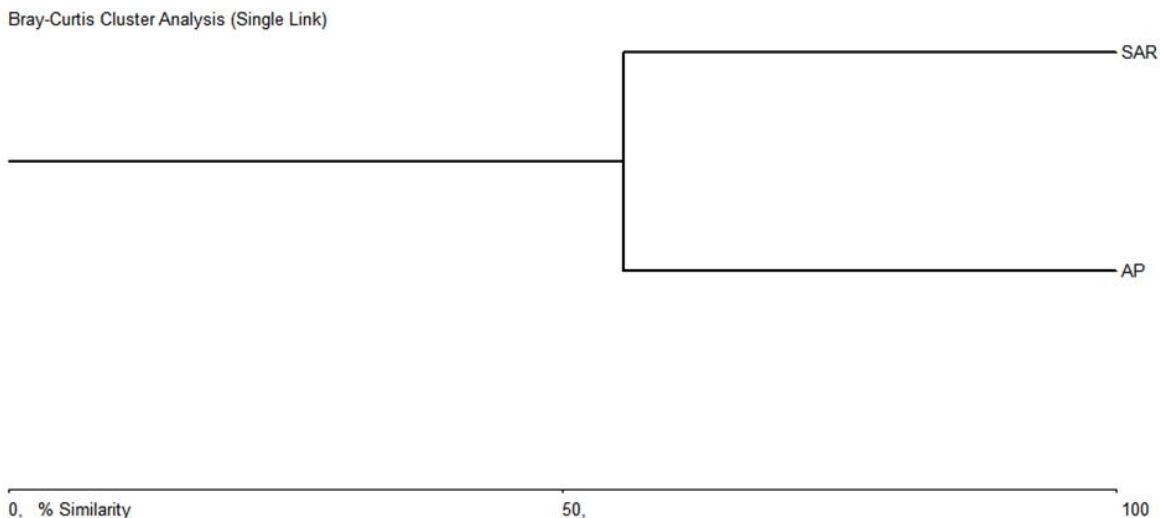


Figura 4.41 Dendrograma de similitud entre los componentes AP y SAR para el estrato herbáceo.

e) Conclusión del análisis de la vegetación

De acuerdo a los recorridos de campo y muestreo realizados, en general la vegetación en el área de estudio presenta una vegetación uniforme a excepción de las zonas sometidas y fragmentadas por las actividades humanas, este deterioro está ligado a la cercanía que el área del proyecto tiene con centros de población.

De acuerdo a los atributos evaluados se aprecia que la vegetación en el Área del proyecto presenta una densidad y riqueza menor del estrato arbóreo en comparación con el SAR, debido a la fragmentación de las comunidades vegetales. En el SAR presenta una densidad arbórea alta la cual forman un dosel cerrado, como el que se presenta en bosques con mayor grado de conservación, además de albergar una mayor riqueza específica en los distintos estratos.

En el contexto del SAR, la vegetación del Área de proyecto es un reflejo en un estado de distorsión pausado, aunque diversos elementos de la flora son compartidos en ambos componentes.

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación, conjuntando la información del AP y el SAR se concluye que la vegetación predominante en el SAR

es el de Bosque de pino – encino. El estrato con mayor riqueza específica es el arbustivo, ya que está conformado por el mayor número de especies (S=28), seguido del estrato arbóreo con la cantidad de 15 especies, el estrato herbáceo con la cantidad de 13 especies, además de 3 especies de epífitas. (Ver Anexo en Excel: *DIVERSIDAD ALFA_FLORA*)

De igual forma los índices de biodiversidad más altos se presentan en el estrato arbustivo, seguido del estrato arbóreo y finalmente el estrato herbáceo.

En cuanto a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la superficie del AP no se registró ninguna, en cuanto al SAR se registraron cuatro especies: *Vatairea lundellii* y *Litsea glaucescens* en la categoría P (peligro de extinción), *Tillandsia imperialis* en la categoría A (Amenazada) y *Encyclia sp.* en la categoría Pr (Sujeta a protección especial).

f) Listado florístico

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies observadas en los muestreos para el presente estudio, se registraron 41 especies de 20 familias botánicas. Las familias, géneros y especies están ordenadas alfabéticamente; la nomenclatura de las familias, géneros y especies, así como los autores, se verificaron en la base de datos W3TROPICOS. Se indica también si se encuentra bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.15 Listado florístico.

Familia	Especie	AP	SAR	NOM-059
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A. Gray		x	
Asparagaceae	<i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.		x	
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.	x	x	
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth		x	
Asteraceae	<i>Roldana petasitis</i> (Sims) H. Rob. & Brettell	x		
Asteraceae	<i>Tagetes nelsonii</i> Greenm.	x	x	
Asteraceae	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.		x	

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

Asteraceae	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray	x		
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> (Kunth)	x	x	
Bromeliaceae	<i>Hechtia sphaeroblata</i> B.L. Rob.		x	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren ex Mez		x	A
Campanulaceae	<i>Lobelia erinus</i> L.		x	
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michaux) Rohrb.	x	x	
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> (Kunth)	x	x	
Ericaceae	<i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch	x		
Ericaceae	<i>Lyonia squamulosa</i> M. Martens & Galeotti		x	
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i> (Pax) I.M. Johnst.	x		
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth.	x	x	
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.		x	
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit		x	
Fabaceae	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schldl.	x	x	
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	x	x	
Fabaceae	<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record		x	P
Fagaceae	<i>Quercus calophylla</i> Schldl. & Cham.	x	x	
Fagaceae	<i>Quercus corrugata</i> Hook.		x	
Fagaceae	<i>Quercus glabrescens</i> Benth.	x	x	
Fagaceae	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti		x	
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	x	x	
Fagaceae	<i>Quercus magnoliifolia</i> Née		x	
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	x	x	
Lamiaceae	<i>Salvia gracilis</i> Benth.		x	
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth		x	P
Orchidaceae	<i>Encyclia</i> Hook.		x	Pr
Pinaceae	<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	x	x	
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldl.	x	x	
Pinaceae	<i>Pinus pringlei</i> Shaw	x	x	
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	x	x	
Polypodiaceae	<i>Polypodium vulgare</i> Michx.	x	x	
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.		x	
Scrophulariaceae	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	x		
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	x		

SIMBOLOGÍA NOM-059-SEMARNAT-2010. E: Probablemente extinta en el medio ambiente; P: En peligro de extinción; A: Amenazadas, Pr: Sujetas a protección especial.

Bibliografía.

Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera. 2001. La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 44: 18-38.

Chao, A. (1984) Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270

Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783-791

Chao, A. HWANG W-H, CHEN Y-C & KUO C-Y (2000) Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica* 10:227-246

Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. 547p.

Pérez-García, E., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*. No. 56, Octubre. Instituto de Ecología A.C.. Pátzcuaro, México. 19-88.

Rosete, F., J. Pérez y G. Bocco. 2009. Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la Península de Baja California, México. *Investigación ambiental* 1(1): 70-82.

Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds): Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México. 105-117.

Raaijmakers, J.G.W., (1987) Statistical analysis of the Michaelis-Menten equation. *Biometrics* 43:793-803

4.2.2.3 Caracterización de la fauna.

a) Metodología de muestreo de fauna

En cuanto al muestreo de fauna se establecieron tres transectos a lo largo del trazo del camino (AP) de 500 m de largo por 5 mm de ancho y siete transectos en el SAR de 250 m cada uno.

Tabla 4.16 Ubicación de los transectos para el trazo del proyecto

Transecto	Coordenada de inicio		Coordenada final	
P_1	16°55'54.77"N	96° 4'18.34"O	16°55'40.86"N	96° 4'24.34"O
P_2	16°54'53.59"N	96° 4'46.45"O	16°54'39.44"N	96° 4'39.44"O
P_3	16°53'52.02"N	96° 4'47.71"O	16°53'37.56"N	96° 4'45.11"O

Reptiles y anfibios: con el fin de conocer la diversidad de los herpetozoos se elaboró una lista preliminar de especies para la región, basados en el trabajo de Casas-Andreu *et al.* (2004) y se realizó búsquedas intensivas en el suelo, la hojarasca, en las oquedades de los árboles, en cuerpos de agua y entre las rocas, con el objetivo de capturar organismos con la mano, el pie, pinzas y/o ganchos (García-Grajales, 2008), a los individuos solo se les tomo fotos con una cámara SONY DSC-HX400V a las estructuras que pudieran servir para la identificación correcta, siguiendo las recomendaciones de García-Grajales (2008). Los individuos se identificaron con el trabajo de Flores-Villela *et al.* (1995).

Aves: se realizó un de observación por día para cada transecto. Se utilizó el método de Cuenta en Puntos Fijos (Ralph *et al.* 1996), en el transecto se establecieron 10 puntos de observación (estaciones) separados por un mínimo de 50 m, y una estancia de 10 minutos por estación; durante este tiempo se registran todas las aves vistas o escuchadas alrededor de este punto en una circunferencia variable que depende de las condiciones de visibilidad. La observación se realizó con binoculares Celestron de 10 x 50 mm. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de aves de Peterson y Chalif (2000), Howell y Webb (1995) y Allen-Sibley (2000).

Mamíferos: Se realizaron recorridos a lo largo del transecto para el registro de huellas, excretas, restos de comida y observaciones. Para capturar mamíferos terrestres de talla pequeña no voladores (i. e., roedores e insectívoros) se colocaron 5 trampas Sherman plegables de aluminio espaciadas cada 10 m, las trampas se cebaron con avena, se colocaron dos trampas cámara sobre senderos. Los individuos o indicios se identificaron con las huellas con la guía de Aranda (2000) y con las claves de Hall (1981), Álvarez *et al.* (1994) y Medellín *et al.* (1997).



Figura 4.42 Colocación de trampas cámara.



Figura 4.43 Trampas Sherman ubicadas en el transecto 1 y 2.



Figura 4.44 Monitoreo de quirópteros.



Figura 4.45 Colocación de redes de niebla.

b) Análisis de datos

La composición de poblaciones y comunidades se analizó mediante el uso de índices de diversidad a una escala dentro de las comunidades (alfa) y a través del recambio entre estas (beta).

Diversidad alfa: Para conocer la diversidad entre el área del proyecto y en el sistema ambiental se estimó la diversidad verdadera (Jost, 2006) obteniendo a partir del exponencial de índice de entropía de Shannon (*op. cit.*):

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left[-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right]$$

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras son iguales (proyecto vs SA), se siguió el procedimiento modificado por Hutcheson (citado por Zar, 1996).

Así mismo, se estimó el índice de dominancia, ya que además de considerar el valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Se empleó el índice de Simpson representa la probabilidad de que 2 individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita corresponda a la misma especie.

$$D=1- \sum (p_i)^2$$

Donde:

D=índice de diversidad Simpson

Pi= proporción de individuos de la especie, en la comunidad

Este índice concede poca importancia a especies no abundantes. La gama de valores va de 0 (diversidad baja) hasta un máximo de $(1-1/S)$ en S =número de especies.

Se estimó el índice de Shannon-Wiener. Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i

\ln = logaritmo natural

Para conocer la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se empleó la equidad de Pielou, sus valores van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde: H' = índice de Shannon, $H'_{\max} = \ln(S)$.

Se arreglaron los datos en una matriz de abundancia y análisis con el programa PAST 3.01 (Hammer et al., 2001).

Diversidad Beta: Para poder hacer comparaciones y estimar el grado de afectación del proyecto en el SAR y debido a lo heterogéneo del área se empleó un análisis de diversidad beta (Koleff et al., 2003). La diversidad beta se ha definido como el grado de reemplazo o cambio biótico a través de gradientes ambientales, para nuestro caso se evaluó con base en índices o coeficientes de similitud de Jaccard y Sørensen (Moreno, 2001), basados en incidencia, para lo cual se empleó la siguiente fórmula, para calcular el índice de similitud de Jaccard:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A (Bancos)

b = número de especies presentes en el sitio B (SAR)

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

y para calcular el índice de similitud de Sorensen se empleo

$$I_s = \frac{2c}{a+b}$$

Al igual que Jaccard tienen las mismas variables

Se arreglaron los datos en una matriz de presencia ausencia y analizo con el programa **SPADE** (Chao y Shen, 2010).

Para conocer el número de especies a registrar se empleó el estimador no paramétrico de Chao 1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera (Chao, 1984). Para el cálculo de los valores de los parámetros del modelo se utilizó el programa EstimateS 7.0 (Colwell, 2005).

c) Resultados del análisis de fauna, diversidad alfa

Las especies de anfibios de posible incidencia para el área de estudio de acuerdo con Casas-Andreu *et al.* (2004), serian 32 especies, mientras que para los reptiles se reporta un total de 83 especies. Para el grupo de los mamíferos a nivel de distrito Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) reportan 45 especies de posible incidencia y para el grupo de las aves a nivel de Aicas, CONABIO reporta 484 especies (Anexo 1). No se registró ninguna especie de anfibio durante el tiempo de monitoreo.

A nivel de comunidad de vertebrados la riqueza de especies registradas son para el Área del proyecto son 40 y para el SAR 64 especies. La abundancia observada es de 154 y 219 especies para el AP y el SAR respectivamente. El índice de dominancia de Simpson muestra una mayor dominancia en el AP ($D= 0.057$) respecto al SAR ($D= 0.026$) aunque los valores son muy bajos, esto debido a que las especies *Junco phaeonotus* representa el 16 por ciento del total de los registros en el AP, mientras que para el SAR los valores no son tan marcados.

Tabla 4.17 Lista de especies registradas con sus valores de abundancia durante el muestreo.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM	AP	SAR
AVES	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	0	1
AVES	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán Cabeza Gris	Pr	0	1
AVES	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo		0	2
AVES	Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo Negro		1	2
AVES	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo Cuello Castaño		2	2
AVES	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorrín		0	1
AVES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja		5	8
AVES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común		3	8
AVES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas		8	6
AVES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común		0	5
AVES	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga		2	4
AVES	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo		1	3
AVES	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela		0	2
AVES	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca		0	3
AVES	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde		0	1
AVES	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos Tropical		0	1
AVES	Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris		0	1
AVES	Emberizidae	<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco Vientre Canela		0	3
AVES	Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre		25	14
AVES	Emberizidae	<i>Pipilo albicollis</i>	Toquí		9	6
AVES	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Cejas Blancas		2	0
AVES	Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln		2	1
AVES	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador		1	1
AVES	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano		0	7
AVES	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler		2	5
AVES	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore		1	0

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM	AP	SAR
AVES	Incertae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira Pico Negro		1	2
AVES	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo		5	0
AVES	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto Corona Negra		0	2
AVES	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		3	2
AVES	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas		0	3
AVES	Parulidae	<i>Oporornis formosus</i>	Chipe		0	2
AVES	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera Común		0	1
AVES	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero		0	2
AVES	Ptilonotidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulinerio Gris		11	7
AVES	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris		0	3
AVES	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja		3	7
AVES	Thraupidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia Garganta Negra		0	1
AVES	Trochilidae	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí Corona Violeta		2	3
AVES	Trochilidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		2	0
AVES	Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas		2	6
AVES	Turdidae	<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo Azteca	Pr	12	9
AVES	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera		4	4
AVES	Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal Corona Negra	Pr	0	2
AVES	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Cenizo		2	2
AVES	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo		1	3
AVES	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		2	2
AVES	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí		2	5
AVES	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas Vientre Amarillo		0	2
AVES	Tyrannidae	<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas Pinero		3	1
AVES	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos		0	2
AVES	Vireonidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Copetona		0	1
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija		8	0

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM	AP	SAR
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus formosus</i>	Lagartija		5	8
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus squamata</i>	Lagartija		7	12
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija		3	2
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija		0	2
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cryptus</i>	Lagartija		0	3
REPTILES	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	Pr	0	1
REPTILES	Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Lagartija		2	3
REPTILES	Colubridae	<i>Conopsis amphisticha</i>	culebra		0	1
REPTILES	Colubridae	<i>Imantodes gemmistratus</i>	culebra		1	0
REPTILES	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	culebra		0	2
MAMÍFEROS	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		3	0
MAMÍFEROS	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla		0	9
MAMÍFEROS	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra		2	0
MAMÍFEROS	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado		0	2
MAMÍFEROS	Didelphinae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache		0	3
MAMÍFEROS	Dasypodinae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo		0	4
MAMÍFEROS	Soricidae	<i>Sorex veraepacis</i>	Musaraña		0	1
MAMÍFEROS	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo		1	0
MAMÍFEROS	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		0	1
MAMÍFEROS	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle		2	3
MAMÍFEROS	Muridae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Raton		1	0

La diversidad analizada con el índice de equidad de Shannon muestra valores de $H' = 3.269$ y $H' = 3.876$, estos valores representan el 88 % y 93% de la diversidad máxima esperada con este índice para el AP y SAR respectivamente. La prueba de t modificado por Hutcheson muestran que AP vs SAR son estadísticamente diferentes ($t = -6.1723$; $p = 2.27E-09$). La diversidad verdadera para el AP es $1_D = 26.285$ y para el SAR es $1_D = 48.230$.

Las especies estimadas por el estimador no paramétrico de Chao 1, que se basa en la abundancia de especies da un valor de 42 y 70 especies para el AP y SAR respectivamente. Que representa el 94% y 91% de las especies posibles para el AP y SAR respectivamente.

Tabla 4.18 Comparación de la diversidad alfa entre el AP y el SAR para el total de la comunidad de vertebrados.

Comunidad de vertebrados		
Variable	AP	SAR
Riqueza	40	64
Individuos	154	219
D_Simpson	0.057	0.026
H' Shannon	3.269	3.876
Pielou_J	0.886	0.932
Chao-1	42.4	70.32
Jost 1_D	26.285	48.230

La riqueza de las aves para el AP y para el SAR fue de 29 y 48 especies, y 119 y 162 registros respectivamente. El índice de dominancia de Simpson muestra valores muy bajo. El índice de equidad de Shannon muestra valores de $H' = 2.904$ y $H' = 3.601$, lo que representa el 86% y 96% de la diversidad máxima esperada. La diversidad verdadera para el AP y el SAR es de $1_D = 18.24$ y $1_D = 36.63$ respectivamente. La prueba de t modificado por Hutcheson muestran que el AP vs SAR son estadísticamente diferentes ($t = -6.0863$; $p = 5.18E-09$).

Las especies estimadas por el estimador no paramétrico de Chao 1, que se basa en la abundancia de especies da un valor de 30 y 52 especies para el AP y SAR respectivamente. Que representa el 95.8% y 91.6% de las especies posibles para el AP y el SAR respectivamente.

Tabla 4.19 Comparación de la diversidad alfa entre el AP y el SAR para el total de la comunidad de aves.

Variable	AP	SAR
Riqueza	29	48
Individuos	119	162
D_Simpson	0.08382	0.03422
H' Shannon	2.904	3.601
Pielou_J	0.8624	0.9302
Chao-1	30.25	52.4
Jost 1_D	18.246	36.634

La riqueza de los reptiles para el AP y para el SAR fue de 6 y 9 especies, y 26 y 34 registros respectivamente. El índice de dominancia de Simpson muestra valores bajos. El índice de equidad de Shannon muestra valores de $H' = 1.605$ y $H' = 1.844$, lo que representa el 89% y 83% de la diversidad máxima esperada (tabla 4.19). La diversidad verdadera para el AP y el SAR es de $1_D = 4.9778$ y $1_D = 6.3217$ respectivamente. La prueba de t modificado por Hutcheson muestran que el AP vs SAR son estadísticamente iguales ($t = -1.2286$; $p = 0.22404$).

Las especies estimadas por el estimador no paramétrico de Chao 1, que se basa en la abundancia de especies da un valor de 6 y 9 especies para el AP y el SAR respectivamente. Que representa el 100% y 97.2% de las especies posibles para el AP y el SAR respectivamente.

Tabla 4.20 Comparación de la diversidad alfa entre el AP y el SAR para el total de la comunidad de reptiles.

Variable	AP	SAR
Riqueza	6	9
Individuos	26	34
D_Simpson	0.2249	0.2076
H' Shannon	1.605	1.844
Pielou_J	0.8956	0.8392
Chao-1	6	9.25
Jost 1_D	4.977	6.321

La riqueza de los mamíferos para el AP y para el SAR fue de 5 y 7 especies, y 9 y 23 registros respectivamente. El índice de dominancia de Simpson muestra valores bajos. El índice de equidad de Shannon muestra valores de $H' = 1.523$ y $H' = 1.688$, lo que representa el 94% y 86% de la diversidad máxima esperada (tabla 4.20). La diversidad verdadera para el AP y el SAR es de $1_D = 4.585$ y $1_D = 5.408$ respectivamente. La prueba de t modificado por Hutcherson muestran que el AP vs SAR son estadísticamente iguales ($t = -0.62591$; $p = 0.53823$).

Las especies estimadas por el estimador no paramétrico de Chao 1, que se basa en la abundancia de especies da un valor de 5.3 y 7.5 especies para el AP y SAR respectivamente. Que representa el 93.7% y 93.3% de las especies posibles para el AP y SAR respectivamente.

Tabla 4.21 Comparación de la diversidad alfa entre el AP y el SAR para el total de la comunidad de mamíferos.

Variable	Proyecto	SA
Riqueza	5	7
Individuos	9	23
D_Simpson	0.2346	0.2287
H' Shannon	1.523	1.688
Pielou_J	0.9463	0.8673
Chao-1	5.333	7.5
Jost 1_D	4.585	5.408

d) Resultados de análisis de la fauna, diversidad beta

En lo que respecta al recambio de especies entre el AP y el SAR, para el total de la comunidad el índice más optimista basado en la incidencia de especies muestra una similitud del 57% entre el AP y el SAR. Para el grupo de los reptiles el índice más optimista basado en la incidencia de especies muestra una similitud del 53%. En el caso de las aves bajo el índice más optimista basado en la incidencia de especies muestra una similitud del 64%. El grupo de los mamíferos fue el que tuvo la menor similitud, ya que el índice más optimista basado en la incidencia de especies muestra una similitud del 16%.

Tabla 4.22 Comparación de la diversidad alfa y beta por grupo taxonómico.

Estimador	Comunidad		Reptiles		Aves		Mamíferos	
	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
Jaccard *	0.4054		0.3636		0.4808		0.0909	
Sorensen *	0.5769		0.5333		0.6494		0.1667	
Jaccard **	0.5822		0.5293		0.6788		0.0896	
Sorensen **	0.7360		0.6922		0.8087		0.1644	

* Estimador basado en la incidencia de especies, ** Estimador basado en la abundancia de especies

e) Conclusiones del análisis de fauna

El área de estudio presenta una baja diversidad, si se compara con la diversidad reportada en la literatura. Sin embargo, es importante señalar que el AP, presenta un notorio deterioro, misma que se ve reflejado en la riqueza de especies registradas. Respecto a las especies esperadas el inventario muestra valores superiores al 90% de las especies estimadas por el estimador no paramétrico de Chao 1. A nivel de comunidad es importante señalar que el SAR y el AP son estadísticamente diferentes, sin embargo, el SAR contiene para la comunidad y para los grupos *per se* una composición similar en el orden arriba del 40%, excepto en el grupo de los mamíferos que presenta valores muy bajos, en términos reales, el SAR contiene una buena proporción de las especies registradas en el área del proyecto, por lo que, en caso de verse comprometida la diversidad de fauna por el proyecto, existe una carga de especies que pueden compensar a la fauna afectada.

Bibliografía

Allen-Sibley, D. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Ed. Knopf. Nueva York 544 p.

Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López Vidal. 1994. Claves para Murciélagos Mexicanos. Instituto Politécnico Nacional, México. 85 p.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. México. 212 p.

Casas-Andreu, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y reptiles. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 375-390.

Chao, A. and Shen, T.-J. (2010) Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Program and User's Guide published at <http://chao.stat.nthu.edu.tw>. (You can download the pdf files of all relevant papers directly from the above website.)

Colwell, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.

Flores-Villela, O., F. Mendoza-Quijano y G. Gonzáles-Porter. 1995. Recopilación de claves para la identificación de anfibios y reptiles de México. Publ. Esp. Mus. Zool., México, 10: 1-285.

García-Grajales, J. 2008. Herpetología — Notas para el estudio de los anfibios y reptiles en Oaxaca. Ciencia y Mar. 12(34): 47-56.

Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic Software package for education and data analysis. *Paleontologia electrónica*.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York. USA. 851p.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.

Koleff, P., K. Gaston y J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72:367-382.

Medellín, R. A., H. Arita y O. Sánchez. 1997. *Guía de Identificación de los Murciélagos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. México. 83 p.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T—Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Peterson, R. T. y E. L. Chaliff. 1973. *A Field Guide to Mexican Birds*. Houghton Mifflin Co. Boston.

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. DeSante y B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. United States Department of Agriculture-Forest Service-Pacific Southwest Research Station. U.S. 46 p.

Zar, H. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4^a. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. xii+663+212+11+23 p.

4.2.3 Calidad paisajística

Las condiciones físicas, químicas y biológicas en conjunto, delimitan el medio ambiente que rodea a los diferentes organismos. La percepción de este ambiente se encuentra ligada a la forma en que lo percibimos. La forma de percibirlo como científicos, nos aproxima a la realidad más inmediata, para que de esta manera el analizar, controlar, medir e identificar, nos conlleve a establecer índices de la calidad ambiental existente en una zona determinada. Podemos entonces decir que la calidad visual del paisaje se puede establecer como un índice de la calidad ambiental teniendo en cuenta al científico como instrumento de medida y como usuario del medio.

Para la evaluación de la calidad paisajística, es necesario el estudio de los componentes básicos de todos los elementos que intervienen en la composición y formación del paisaje, los cuales son elementales para su observación, definiendo su composición, su contraste y su dominancia visual. Las líneas base del paisaje percibido son las que describen el estado del paisaje en su etapa inicial, antes de la ejecución del proyecto, determinando de esta manera su calidad escénica y fragilidad visual. La calidad escénica comprende, la evaluación en términos comparables, de las características visuales básicas, como, la forma, la línea, el color y la textura de los componentes del paisaje. La fragilidad visual se define como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se lleva un uso sobre él.

El análisis de los efectos que causará la operación del proyecto sobre el paisaje visual, se realizará confrontando los datos obtenidos en el análisis de los componentes básicos, para así proponer las medidas más adecuadas para la recuperación y conservación del paisaje visual.

a) Líneas base del paisaje percibido

El sitio de estudio se encuentra ubicado en un área destinada al desarrollo urbano, a la construcción de infraestructura básica y eléctrica, a vías de comunicación, así como a la agricultura de temporal y la explotación forestal. El proyecto se ubica en el distrito Mixe, teniendo como origen de su cadenamamiento el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec, se desarrolla en dirección norte a sur, para comunicar a la cabecera municipal de Santo Domingo Tepuxtepec con la localidad de Llano Crucero.

b) Componentes del paisaje, caracterización visual

Componente: Topografía



Características visuales: relieve variado en tamaño y forma.

Atributos: rocas sedimentarias tipo calizas, limonitas y areniscas; rocas extrusivas de tipo toba ácida.

Observaciones: áreas desprovistas de vegetación por crecimiento de zona urbana, apertura de camino y bancos de tiro y extracción de material.

Componente: Edafología



Características visuales: unidades edáficas correspondientes al tipo I+Hh/1 Litosol + Feozem háplico de textura gruesa; Ah+Bh+Ao/2/LP Acrisol húmico + Cambisol húmico + Acrisol órtico de textura media y fase lítica pedregosa.

Atributos: suelo de color blanco, amarillento, tonos pardos.

Observaciones: suelo destinado al desarrollo humano y la agricultura de temporal.

Componente: Fauna



Características visuales: presencia de especies como: *Piranga rubra*

Atributos: Baja diversidad.

Observaciones: especies tolerantes a la presencia humana

Componente: Vegetación



Características visuales: vegetación secundaria derivada del bosque de pino, bosque de encino, bosque de pino – encino y bosque de encino – pino, pastizal inducido y agricultura de temporal.

Atributos: la vegetación se desarrolla sobre laderas con pendientes pronunciadas sobre suelo arcilloso.

Observaciones: en los terrenos adyacentes se desarrolla la agricultura de temporal, existencia de vías de comunicación y asentamientos humanos.

Componente: Clima



Características visuales: clima de tipo C(w2) templado subhúmedo, con una temperatura media anual entre 12° C y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3° C y 18° C y temperatura del mes más caliente bajo 22° C.

Atributos: lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Observaciones: precipitación en el mes más seco menor de 40 mm.

Componente: Agua



Características visuales: existencia de escurrimientos intermitentes.

Atributos: el río Tehuantepec es el de mayor importancia dentro de esta cuenca, está considerado como uno de los más caudalosos de la vertiente del Océano Pacífico dentro del estado de Oaxaca; drena un área de 10,374 km².

Observaciones: el agua se utiliza para consumo humano.

Componente: Presencia humana



Características visuales: desarrollo urbano y actividades antropogénicas.

Atributos: casas construidas con materiales de la región.

Observaciones: desarrollo de infraestructura básica como la línea de energía eléctrica, la red de agua potable y vías generales de comunicación.

c) Características visuales básicas

Componente: Morfología



Característica: relieve montañoso variado en tamaño y forma.

Componente: Vegetación



Característica: vegetación de bosque de pino, así como vegetación secundaria derivada del bosque de encino-pino y pastizal inducido, además de terrenos de cultivo de temporal.

Componente: Agua



Característica; existencia de escurrimientos intermitentes.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

Componente: Color



Característica: colores blancos a amarillentos, presencia de tonos pardos sin llegar a hacer oscuros, son elementos dominantes.

Componente: Fondo escénico



Característica: el paisaje circundante disminuye la calidad del conjunto paisajístico.

Componente: Rareza



Característica: bastante común en la región.

Componente: Actuación humana



Característica: presencia de actividades antropogénicas tales como vías de comunicación, asentamientos humanos, desarrollo urbano y agricultura.

d) Sumatoria de elementos

Tabla 4.23 Sumatoria de los elementos.

Elemento	Puntuación
Morfología	3
Vegetación	3
Agua	3
Color	1
Fondo escénico	3
Rareza	1
Actuación humana	0
Total	14

Los resultados obtenidos indican que la calidad visual del paisaje donde se desarrollará el proyecto corresponde a un área de clase **B**, área de calidad media (valor obtenido 14), esta se caracteriza por presentar rasgos con variedad en la forma, el color y la línea pero que resultan comunes en el área.

4.3 Medio socioeconómico

El desarrollo económico y social de la población humana tiene como base el aprovechamiento de los recursos naturales. Por ello, es importante conocer su situación actual y sus tendencias con el fin de prever sus posibles impactos sobre la biodiversidad a mediano y largo plazo.

El municipio que será beneficiado directamente e indirectamente con la construcción del proyecto será el de Santo Domingo Tepuxtepec, Mixes; además de que éste se definió como el área de estudio del proyecto a la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec, así como el área de influencia, por lo que a continuación se presentan las características socioeconómicas del mismo.

4.3.1 Aspectos socioeconómicos del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec.

a) Demografía

La tabla 4.24 muestra los datos generales del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec, Mixe; Oaxaca.

Tabla 4.24 Datos generales del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec.

Datos generales del municipio		
Entidad federativa:	Oaxaca	
Municipio:	Santo Domingo Tepuxtepec	
Superficie del municipio:	66.34 km ²	
Número de localidades:	17	
Cabecera municipal:	Santo Domingo Tepuxtepec	
		Representa el total del municipio
Población de la cabecera 2000:	1,140 hab.	28.47%
		Representa el total del estado
Población del municipio 2005:	3,714 hab.	0.11%

La siguiente tabla muestra los datos poblacionales del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec.

Tabla 4.25 Número de habitantes del municipio, Santo Domingo Tepuxtepec.

Año	Total	Densidad del municipio Hab/km²	% de la población del municipio con respecto al estado
1980	1,222	18.42	0.05
1990	4,214	63.52	0.13
1995	2,710	40.85	0.08
2000	4,004	60.35	0.11
2005	3,714	55.98	0.10

b) Estructura por sexo y edad

La tabla que se muestra continuación contiene la población con respecto a la estructura de edades.

Tabla 4.26. Población según grupo de edades.

Distribución según los grupos de edad	
0 a 14 años	1,498
15 a 59 años	1,866
De 60 años y más	323
De 65 años y más	219

En la siguiente tabla podemos observar el desglose de la población conforme al sexo.

Tabla 4.27 Número de habitantes de la localidad.

Característica	Cantidad
Población total	3,714
Población masculina	1,743
Población femenina	1,971

c) Población indígena

La población indígena ocupa un 92.78% de la población total del municipio, la tabla siguiente muestra la distribución indígena con respecto a su estructura de edades.

Tabla 4.28 Distribución de la población indígena

Descripción	Total
Número total de indígenas en el municipio	3,446
Indígenas menores de 5 año	523
Indígenas mayores de 5 año	2,923
Población monolingüe	1,673

d) Vivienda

En el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec, casi la totalidad de las viviendas son particulares, la siguiente tabla muestra la ocupación por viviendas.

Tabla 4.29 Ocupación por vivienda

Descripción	Cantidad
Total de viviendas	760
Viviendas particulares	759
Ocupantes en viviendas particulares	3,690
Promedio de ocupantes en viviendas particulares	5

e) Crecimiento y distribución poblacional

La tasa de crecimiento de la población dentro del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec ha sufrido cambios que reflejan una disminución en la tasa de crecimiento. En el año de 1980 hasta el año de 1995, esta tasa disminuyó de 13.17% a -8.45%, para posteriormente aumentar en el año 2000 a 8.11% y volviendo a disminuir en el año 2005 a -1.49% la siguiente tabla presenta las tasas de crecimiento por periodo.

Tabla 4.30 Tasa de crecimiento de Santo Domingo Tepuxtepec.

Años	Tasa de crecimiento %
1980 – 1990	13.17
1990 – 1995	-8.45
1995 – 2000	8.11
2000 - 2005	-1.49

f) Migración

Muchos municipios del estado de Oaxaca presentan el fenómeno de migración y el municipio de Santo Domingo Tepuxtepec no está exento de presentarla, a continuación, se muestra la tabla de migración que ha sufrido este municipio en los últimos años.

Tabla 4.31 Datos de migración dentro del municipio.

Concepto	Cantidad	% de la población total del municipio
Población que nació en la entidad.	49,638	
Población que nació en otra entidad.	3,270	81.66
Población que nació en otro país.	55	1.37
Población que no especifica lugar de nacimiento.	266	6.64

Población que reside en la entidad.	46,139	
Población que reside en otra entidad.	1,199	29.94
Población que reside en otro país.	25	0.62
Población que no especifico su lugar de residencia.	155	3.87
No migrante municipal.	44,986	
Migrante municipal.	1,043	26.04
No especifica migración municipal.	110	2.74
Total de migrantes estatal e internacional.	1,224	30.56
Migrante estatal y municipal en otra entidad.	1,199	29.94

g) Población económicamente activa por edad y sexo

La población económicamente activa en el municipio es de 990 habitantes, sus actividades comprenden las propias del sector primario, destacando la agricultura con 78.29% como la de mayor importancia.

Tabla 4.32 Población económica del municipio.

Descripción de la participación económica	Cifras
Población económicamente activa	990
PEA ocupada	986
PEA desocupada	4
PEA no especificada	56
Población económicamente inactiva	1,565
Tasa de participación económica	38.68%
Tasa de ocupación	99.59%
Población económicamente inactiva estudiante	366
Población económicamente inactiva dedicada al hogar	616

Tabla 4.33 Población económicamente activa por sector.

PEA por sector		
Actividad	PEA	Porcentaje de PEA
Sector primario		
Agricultura, ganadería y pesca	772	78.29
Sector secundario		
Minería	1	0.10
Industria manufacturera	80	8.11
Energía, electricidad y agua	1	0.10
Construcción	33	3.34
Sector terciario		
Comercio	14	1.41
Transporte y comunicaciones	5	0.50
Servicios financieros	0	0.00
Actividad gobierno	16	1.62

Servicios de esparcimiento y cultura	0	0.00
Servicios profesionales	1	0.10
Servicios. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	0	0.00
Servicios. de restaurantes y hoteles	7	0.70
Otro excepto gobierno	22	2.23
Apoyo a los negocios	0	0.00
Servicios educativos	21	2.12
Servicios. de salud y asistencia social	4	0.40

Tabla 4.34 Situación de la ocupación de trabajo.

Descripción	Total de PEA	Porcentaje de PEA
Empleado u obrero	35	3.54
Jornalero o peón	32	3.24
Trabajo por cuenta propia	789	80.02
Patrón, negocio particular, no especificado	130	13.18

h) Marginación

El Concejo Nacional de Población clasifica al municipio de Santo Domingo Tepuxtepec con un índice muy alto de marginación desde el año de 2005 hasta la fecha.

Tabla 4.35 Indicadores del índice de marginación.

Descripción	Porcentaje
Población analfabeta de 15 años o mas	50.21
Población sin primaria completa de 15 años o más	65.93
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	100.00
Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	91.34
Sin drenaje ni excusado	3.86
Sin energía eléctrica	40.42
Sin agua entubada	20.72
Con hacinamiento	63.33
Con piso de tierra	76.13

i) Desarrollo humano

El grado de desarrollo según la clasificación de la CONAPO es medio, en la tabla 4.36 se observan los índices del desarrollo humano.

Tabla 4.36 Indicadores de desarrollo humano

Descripción	
Tasa de alfabetización	49.7
Tasa de asistencia escolar	70.6
Ingreso per cápita anual dólares	1,940
Tasa de mortalidad infantil	44.10
Índice de salud	0.64
Índice de educación	0.56
Índice de ingreso	0.49

j) Servicios básicos

Los servicios básicos son de suma importancia en cualquier localidad, en la tabla 4.37 se muestran los servicios básicos del municipio.

Tabla 4.37 Servicios básicos.

Servicio básico	
Viviendas particulares que disponen de excusado o sanitario	717
Viviendas particulares que disponen de agua de la red pública	487
Viviendas particulares que no disponen de agua de la red pública	263
Viviendas particulares que disponen de drenaje	121
Viviendas particulares que no disponen de drenaje	481
Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica	427
Viviendas particulares que disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	4
Viviendas particulares que no disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	75

k) Comunicaciones y transportes

Al municipio de Santo Domingo Tepuxtepec se puede acceder a través de la carretera federal 190 Tehuantepec - Oaxaca hasta llegar al cruce con la carretera Internacional para acceder a la localidad de San Pablo Villa de Mitla, siguiendo esta carretera se pasara por las localidades de San Lorenzo Albarradas, San Bartolo

Albarradas y Santa María Albarradas para posteriormente seguir en dirección Noreste por un camino de terracería, el trayecto de esta vía accede a la cabecera municipal de Santo Domingo Tepuxtepec en un recorrido de aproximadamente 99 kilómetros. Al municipio llegan las ondas de radio y televisión abierta y de paga.

4.3.2 Aspecto socioeconómicos de la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec

a) Demografía

Tabla 4.38 Datos generales de la localidad, Santo Domingo Tepuxtepec

Datos generales de la localidad	
Entidad federativa	Oaxaca
Municipio	Santo Domingo Tepuxtepec
Localidad	Santo Domingo Tepuxtepec
Clave de la localidad	0001
Población de la localidad	1,140

Tabla 4.39 Número de habitantes.

Hombres	Mujeres	Total
544	596	1,140

b) Estructura por sexo y edad

Tabla 4.40 Población por grupos de edades.

Distribución según los grupos de edades	
Población femenina de 15 a 49 años	262
Población de 18 y más	561
Población masculina de 18 años y más	258
Población femenina de 18 años y más	303

c) Población indígena

Tabla 4.41 Distribución de la población indígena de la localidad.

Indígenas	Total
Población de 5 años y más que hablan lengua indígena	979
Población de 5 años y más que hablan lengua indígena y no hablan español	398
Población de 5 años y más que hablan lengua indígena y hablan español	580

d) Migración

Tabla 4.42 Datos de migración, Santo Domingo Tepuxtepec.

Migración	Cantidad
Población nacida en la entidad	1,122
Población nacida fuera de la entidad o país	6
Población de 5 años y más residente en la entidad en 1995	983
Población de 5 años y más residentes en otra entidad o país en 1995	3

e) Población económicamente activa por edad y sexo

La población económicamente activa en la localidad es de 281 habitantes, sus actividades comprenden las propias del sector primario.

Tabla 4.43 Población económicamente activa de la localidad.

Participación económica	
Población económicamente activa	281
Población económicamente inactiva	440
Población ocupada	278
Población ocupada en el sector primario	172
Población ocupada en el sector secundario	47
Población ocupada en el sector terciario	55
Población ocupada que no recibe ingresos por trabajo	58
Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	157
Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	32
Población ocupada que recibe 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	25
Población ocupada que recibe 5 y hasta 10 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	2
Población ocupada con más de 10 salarios mínimos mensuales de ingresos por trabajo	2

f) Desarrollo humano

Tabla 4.44 Indicadores de desarrollo humano.

Alfabetismo	
Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir	170
Población de 6 a 14 años que no sabe leer y escribir	162
Población de 15 años y más alfabeta	309
Población de 15 años y más analfabeta	313
Asistencia escolar	
Población de 5 años que asiste a la escuela	18

Población de 5 años que no asiste a la escuela	13
Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	291
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	41
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	29
Población de 15 a 24 años que asiste a la escuela	41
Población de 15 a 24 años que no asiste a la escuela	150
Nivel de instrucción	
Población de 15 años y más sin instrucción	264
Población de 15 años y más con primaria incompleta	135
Población de 15 años y más con primaria completa	83
Población de 15 años y más con instrucción posprimaria	118
Población de 15 años y más sin instrucción posprimaria	482
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	24
Población de 15 años y más con secundaria completa	62
Población de 15 años y más con instrucción secundaria o estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	86
Población de 15 años y más con instrucción media superior o superior	32
Población de 18 años y más sin instrucción media superior	509
Población de 18 años y más con instrucción media superior	21
Población de 18 y más con instrucción superior	8
Grado promedio de escolaridad	3.41

g) Vivienda

En la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec casi la totalidad de las viviendas son particulares, en la tabla 4.45 se muestra la ocupación por vivienda.

Tabla 4.45 Ocupación por vivienda.

Descripción	Cantidad
Total de viviendas	228
Viviendas particulares	226
Ocupantes en viviendas particulares	1,133
Promedio de ocupantes en viviendas particulares	5.01
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares	2.33

h) Servicios básicos

Los servicios básicos son de suma importancia en cualquier localidad, en la tabla 4.6 se muestra los servicios básicos de la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec

Tabla 4.46 Servicios básicos

Descripción	
Viviendas que disponen de sanitario exclusivo	195
Viviendas con agua entubada	202
Viviendas con drenaje	3
Viviendas con energía eléctrica	155
Viviendas con drenaje y agua entubada	3
Vivienda con drenaje y energía eléctrica	3
Viviendas con agua entubada y energía eléctrica	147
Vivienda con agua entubada, drenaje y energía eléctrica	3
Viviendas sin agua entubada, drenaje ni energía eléctrica	15

A nivel nacional el estado de Oaxaca tiene el mayor número de municipios con alta marginación y bajo desarrollo humano, este es el caso del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec mismo que se encuentra catalogado con un grado de marginación muy alto y un rezago social municipal alto; esta condición que ostenta el municipio exige una gran demanda de servicios básicos, como lo es la construcción y modernización de carreteras que propicien un crecimiento urbano en asociación con el incremento en las capacidades productivas y de servicios en las comunidades, repercutiendo con ello al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

La construcción de carreteras modernas puede llevar a la integración económica, social y cultural de las microrregiones indígenas de alta marginación y bajo desarrollo humano, así como fomentar la comercialización y formación de cadenas productivas, con lo cual se estará en la posibilidad de impulsar la producción y productividad agropecuaria y forestal, favoreciendo el comercio e incrementando la calidad de vida de los pobladores. Para llegar a esta condición favorable es necesario que los tres niveles de gobierno impulsen la ejecución de proyectos sustentables con apego a las necesidades de cada región, por lo cual la ampliación y modernización del camino es imprescindible para lograr dicho objetivo.

La importancia social de la modernización del tramo carretero, radica en que forma parte de un conjunto de vías de comunicación terrestres del estado de Oaxaca, ya que conectará de manera rápida y segura a la localidad de Llano Crucero con la cabecera municipal de Santo Domingo Tepuxtepec, permitirá acortar el tiempo de

traslado para el transporte de mercancías y propiciará la integración social y la construcción de infraestructura básica en el municipio.

Si bien la modernización y ampliación de este camino trae todos estos beneficios, en específico las actividades derivadas de este proyecto no solo contribuirán a la mejora de las vías de comunicación, si no que la derrama económica que implica su ejecución beneficiara indirectamente a una población de 3,714 habitantes del municipio de Santo Domingo Tepuxtepec y directamente a 1,140 habitantes de la localidad de Santo Domingo Tepuxtepec, abriendo posibilidades para la generación de empleos directos e indirectos, como son la contratación de personal para el desarrollo de las actividades que comprende la modernización y ampliación del camino, así como la comercialización de productos alimenticios y de servicios varios.

Por consiguiente, la apertura económica derivada del proyecto tendrá repercusión en la población económicamente activa al incrementarse por la contratación de personal; abra más circulante de efectivo derivado de la demanda de alimento y de servicios varios, esto propiciará un aumento en la economía familiar elevando la calidad de vida de los habitantes. La generación de empleos y comercio también tendrá como consecuencia el acceso a la salud y la educación, ya que la economía familiar será más solvente. Por último, la economía fortalecida por la ejecución del proyecto permitirá tener un empleo a mediano plazo en la región deteniendo o disminuyendo la migración de la población.

4.4 Diagnóstico ambiental

De acuerdo a los datos vectoriales de la cartografía temática de INEGI serie VI, en su carta de Uso de Suelo y Vegetación dentro del SAR definido para este proyecto se reportan cinco tipos de vegetación correspondientes a bosque de pino, bosque de pino – encino, bosque de encino, bosque de encino – pino y pastizal inducido, además de extensiones de terreno dedicadas a la agricultura de temporal.

La condición de la vegetación en el SAR presenta áreas conservadas con alta naturalidad, en ellas el estrato arbóreo y el dosel están bien conformados aunque no son continuos debido al gradiente altitudinal y a la orografía de la zona. De acuerdo con Franklin et al. (2002) la estructura de estos bosques se reconoce como un indicador de diversidad y la estabilidad ecológica, que junto con la densidad y la diversidad son características importantes para la descripción cuantitativa de la vegetación (Gadow et al., 2007). En este sentido, Del Río et al. (2003) comenta que los árboles son los elementos principales de la estructura del ecosistema. Por lo anterior se puede mencionar que la estructura vegetal del SAR indica una estabilidad ecológica y un estado activo de regeneración.

Como se mencionó con anterioridad existen diversos usos del suelo y vegetación en el SAR, los cuales se encuentran en diferentes estados de conservación; siendo en las zonas altas en los rangos de altitud de más de 2000 msnm, la presencia de bosques más conservados y su combinación con vegetación secundaria que se distribuyen entre los 1,200 msnm a 2,000 msnm, por otra parte, la distribución de bosques de pinos, bosques de encinos y sus combinaciones encino-pino y pino-encino con vegetación secundaria tipo arbórea y arbustiva son lo más abundantes en el SAR siendo el predominante el de pino – encino y encino – pino de acuerdo con los muestreo realizados.

En cuanto a las áreas perturbadas del SAR están propiciadas sobre todo por la extracción de árboles para leña, establecimiento de áreas de cultivo y el crecimiento de zonas urbanizadas. En relación a esto en la zona donde se pretende modernizar el camino predomina la vegetación secundaria arbustiva de estos bosques, aunque el uso de suelo esta combinado con áreas de cultivo y la zona urbana.

En cuanto a la diversidad de la fauna a nivel de comunidad el SAR se tiene una proporción acorde a las condiciones biológicas, orográficas y climáticas del área, aunque de acuerdo con los muestreos presenta una baja diversidad siempre y cuando se compare con la diversidad reportada en la literatura.

El clima se caracteriza por ser del tipo C(w2) Templado subhúmedo, con una temperatura media anual entre 12° C y 18° C, temperatura del mes más frío de -3° C a 18°C y una temperatura del mes más caliente por debajo de los 22° C. Precipitación en el mes, más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual

En el SAR se tienen dos unidades edáficas correspondientes al tipo I+Hh/1, Litosol + Feozem háplico de textura gruesa y al tipo Ah+Bh+Ao/2/LP, Acrisol húmico + Cambisol húmico + Acrisol órtico de textura media y fase lítica pedregosa.

En este sentido es importante señalar que el suelo en donde se desarrollará la pavimentación no tendrá un impacto significativo a nivel del SAR.

Las localidades que se encuentran dentro del SAR tiene un índice de desarrollo humano bajo; el rezago social va de medio a muy alto y el índice de marginación muy alto, el porcentaje de población en pobreza extrema es del 50%, con una sociedad dedicada a las actividades primarias, como lo es la agricultura.

La importancia social de la modernización del tramo carretero, radica en que forma parte de un conjunto de vías de comunicación terrestres del estado de Oaxaca, ya que conectará de manera rápida y segura a la localidad de Llano Crucero con la cabecera municipal de Santo Domingo Tepuxtepec, permitirá acortar el tiempo de traslado para el transporte de mercancías y propiciará la integración social y la construcción de infraestructura básica en el municipio.

En el medio biótico, la flora y fauna con los programas de mitigación que se apliquen contribuirán al cuidado de las áreas degradadas dentro del SAR, y representará una fuente de empleo para los comuneros, en el lapso que se marque para asegurar el mantenimiento de este aspecto.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

5.1 Impacto ambiental

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo - jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

Sanz (1991) define al IA, como la alteración producida en el medio natural dónde el hombre desarrolla su vida, ocasionada por un proyecto o actividad dados. El IA tiene una clara connotación de origen humano, dado que son las actividades, proyectos y planes desarrollados por el hombre, los que inducen las alteraciones mencionadas, las cuales pueden ser o bien positivo, cuando impliquen mejoramiento de la calidad ambiental, o bien negativo cuando ocurra la situación contraria.

El término Impacto Ambiental se utiliza en dos campos diferenciados, aunque relacionados entre sí: el ámbito científico - técnico y el jurídico - administrativo. El primero ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la identificación y la valoración de los impactos ambientales, incluidas en el proceso que se conoce como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); el segundo ha producido toda una serie de normas y leyes que garantizan que un determinado proyecto pueda ser modificado o rechazado debido a sus consecuencias ambientales.

Este rechazo o modificación se produce a lo largo del procedimiento administrativo de la evaluación de impacto.

La palabra utilizada en la terminología de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para caracterizar un efecto es “Impacto Ambiental”, lo cual de acuerdo a Rau (1980) quiere decir que es cualquier alteración de las condiciones del ambiente o la creación de una serie de condiciones ambientales adversas o benéficas, causadas o inducidas por una acción o serie de acciones bajo consideración, donde las condiciones ambientales variarán de acuerdo a la naturaleza, tamaño y localización de la acción propuesta.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa; la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo. La EIA admite varias aproximaciones en su definición, las cuales son interdependientes entre sí, estas son:

- Aproximación conceptual: percibe la EIA como un proceso de análisis adecuado a la formación de un juicio previo, lo más objetivo posible, acerca de la importancia que tienen los impactos generados por actividades desarrolladas por el hombre – proyectos y las posibilidades existentes para su prevención de ocurrencia, o reducción a niveles aceptables.
- Aproximación administrativa: se enfoca al EIA como un procedimiento de carácter administrativo, que conduce a la aceptación, modificación o rechazo definitivo de un proyecto sometido a evaluación, con base en la incidencia que éste tenga en el medio.
- Aproximación técnica: entiende la EIA como un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa - efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir, y comunicar (participación pública) el IA de un proyecto

en caso de que éste sea ejecutado. De esta forma, la EIA desde la aproximación técnica, representa la herramienta fundamental para la toma de decisiones desde la esfera de la administración, o soporte para la aproximación administrativa.

De forma adicional, puede afirmarse que la EIA tiene además como objetivo, la identificación, cuantificación y mitigación en forma preventiva o correctiva, de los diferentes impactos de una política, acción o proyecto en los casos siguientes:

- Distintas alternativas de un mismo proyecto o acción.
- Diferentes niveles de aproximación (estudios preliminares y estudios detallados).
- Diferentes fases de ejecución de un proyecto (preliminar, de construcción y de operación).

5.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de impactos existen diferentes metodologías, que van desde las más simples, donde no se pretende evaluar numéricamente el impacto global que se produce, sino exponer los principales impactos, hasta aquellas más complejas en las que a través de diferentes procesos de ponderación, se intenta dar una visión global de la magnitud del impacto.

A continuación, se presenta una lista de las metodologías que son empleadas para realizar evaluaciones de impacto ambiental:

- Método de Batelle - Columbus
- Método de superposición
- Listas de control (check list)

- Diagramas de flujo
- Matrices de interacción causa - efecto
- Método de Sorensen
- Redes
- Método Ad Hoc
- Método de Bereano
- Método de Leopold
- Método de transparencias

Para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales se utilizó la lista de chequeo y el método de matriz de causa-efecto.

5.3 Justificación de las metodologías empleadas

Existen diferentes métodos para realizar la evaluación de impactos ambientales causados por las obras y actividades contempladas en el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, ya que cada metodología fue desarrollada para solucionar un caso particular (García, 2004).

Es por ello que se empleó una combinación de métodos en lo que intervinieron la lista de chequeo y el método denominado causa – efecto, ya que son útiles en la identificación de factores ambientales, permiten predecir, interpretar y valorar los impactos tanto cuantitativa como cualitativamente, es por ello su ventaja sobre otros métodos y la decisión de emplearlos en este estudio.

5.3.1 Listas de chequeo o verificación

Este método consiste en elaborar una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana o de la naturaleza (Canter,

1999). Las listas de chequeo son exhaustivas y su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

La principal función de esta lista es la de servir en las primeras etapas para identificar los impactos ambientales, su contenido cambia según el tipo de proyecto y el medio de actuación, por lo que no son inmutables. Hay dos tipos de componentes a conocer, unos ambientales en los que se incluyen elementos de naturaleza física, biológica, humana y otros que serían los componentes del proyecto en el que se incluyen las actividades realizadas en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

5.3 2 Método de evaluación matriz de causa – efecto

Este método de identificación y valoración puede ser ajustado a las distintas etapas del proyecto generando resultados cualitativos y cuantitativos, permite realizar un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada, y sus posibles efectos sobre el medio.

La matriz de causa efecto o matriz de Evaluación de Impactos sobre los factores ambientales, establece los siguientes criterios de evaluación: carácter, probabilidad de ocurrencia, magnitud (extensión, intensidad, desarrollo, duración y reversibilidad) e importancia.

5.4 Desarrollo de las metodologías empleadas

En un principio se elabora la lista de chequeo o verificación, con la finalidad de tener de manera ordenada todas las actividades y factores ambientales, que intervienen en el proyecto.

Tabla 5.1 Descripción de los factores ambientales.

Componente	Factores ambientales		Descripción
Físico	Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, dentro de una región determinada.
		Ruido	Sonido que resulta molesto a una persona, debido a las actividades de la obra y la maquinaria
	Suelo	Erodabilidad	Expresa la susceptibilidad del suelo a la erosión.
		Relieve	Expresión de la geoforma en un sitio específico.
		Microclima	Son las condiciones de temperatura, humedad, precipitación e incidencia solar.
	Hidrología	Escurrimiento superficial	Existencia y persistencia de escurrimientos intermitentes y permanentes.
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Área que se encuentra cubierta por vegetación.
	Fauna	Distribución de la fauna	Especies faunísticas presentes en la zona (Se incluyen las especies endémicas y/o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001).
		Destrucción del hábitat	Disminución de la cobertura vegetal y cambio y uso de suelo.
Social	Calidad de vida	Factores socioculturales	El conjunto de características que describen el nivel de satisfacción de las necesidades de los habitantes.
		Paisaje	El conjunto de elementos que le proporcionan al sitio su calidad escénica.
	Generación de empleo	Nivel de ingresos	Número de personas con empleo.
	Actividades económicas	Infraestructura y servicios	Comercio, turismo y actividades agropecuarias.
		Transporte	Ampliación y modernización de una vía de comunicación facilitando el desplazamiento en la región.

En la tabla 5.2 se presentan las actividades de la obra y su descripción. Se considera que la ejecución de estas actividades desencadenará los cambios y los impactos del sistema ambiental. En la etapa de preparación del sitio se realizarán tres actividades; desmonte, despalle e instalaciones provisionales; en la etapa de construcción se efectuarán dieciséis actividades; operación de maquinaria y equipo, cortes, nivelación, extracción y acarreo de materiales, formación y compactación de terraplenes, formación de la capa subrasante, almacenamiento temporal de

materiales, excavación para estructuras y obras complementarias, obras de drenaje menor, construcción de base, pavimentos, manejo adecuado de residuos sólidos no pétreos, manejo adecuado de aguas residuales, planta de asfalto, señalización y marcas en el pavimento; por último la etapa de operación y mantenimiento solo contara con la realización de dos actividades, tránsito vehicular y mantenimiento.

Tabla 5.2 Definición de las actividades de la obra, por etapa.

Etapas y actividades del proyecto		
Etapa	Actividad	Descripción
Preparación del sitio	Desmonte	Preparación del terreno de las diferentes actividades a realizar, siendo por lo general necesaria la tala de árboles menores y arbustos presentes puesto que estos constituyen en cierta medida un obstáculo para la operación.
	Despalme	Consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para las actividades posteriores.
	Instalaciones provisionales	Aquellas que es necesario disponer a lo largo del proceso constructivo para poder llevar acabo, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos encargados, y una vez que hayan sido realizados, sea posible retirarlas.
Construcción	Operación de maquinaria y equipo	Ejecución de trabajos realizados con la ayuda de máquinas fabricadas para obras industriales, diseñadas para actividades tales como movimiento de tierras, transporte de materiales, etc
	Cortes	Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.
	Nivelación	Ejecución de todas las obras de explanación necesarias para la correcta nivelación de las áreas destinadas a la construcción, la excavación de préstamos cuando estos sean necesarios, la evacuación de materiales inadecuados que se encuentran en las áreas sobre las cuales se van a construir.
	Extracción y acarreo de materiales	Remoción de los materiales producto de las excavaciones y cortes y su transporte para su posterior utilización en la formación de terraplenes o la capa de revestimiento.
	Formación y compactación de terraplenes	Obras en las que se realiza la reducción del espesor de capas de tierra mediante el apisonamiento mecánico del terreno. Utilizando el material originado en los cortes.

	Formación de la capa subrasante	Se refiere al mezclado, tendido y compactado de la capa subrasante formada por material seleccionado y compactado al 95 %.
	Almacenamiento temporal de materiales	Adaptación de espacios destinados para el almacenamiento temporal de los materiales pétreos que estarán en continuo movimiento durante la construcción de la obra.
	Excavación para estructuras y obras complementarias	Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, cunetas y otras obras: Además incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos de la obra.
	Obras de drenaje menor	Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, y la facilidad de acceso de las unidades beneficiadas por el proyecto.
	Construcción de base	Etapas en la que se utilizan materiales granulares o suelos seleccionados con características específicas, para colocarlos sobre el camino de terracería, para formar un revestimiento como capa de rodadura.
	Pavimentos	Tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cementos asfáltico modificado, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura.
	Manejo adecuado de residuos sólidos no pétreos	Separación y almacenamiento temporal protegido de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial (por volumen) generados durante la etapa de construcción.
	Manejo adecuado de aguas residuales	Almacenamiento temporal de aguas residuales provenientes de letrinas portátiles en renta por la constructora a cargo de la obra.
	Planta de asfalto	Maquina especializada móvil para el mezclado del asfalto a través de calor.
	Señalización	Colocación de signos en postes o letreros diseñados especialmente para impartir información necesaria acerca de las condiciones y variables que ofrece el camino a los conductores usuarios del mismo.
	Marcas en el pavimento	El pintado de rayas, signos, letras y cifras en el pavimento.
Operación y mantenimiento	Tránsito vehicular	Circulación periódica de automóviles que utilizarán el camino.
	Mantenimiento	Acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes tales como funcionalidad y seguridad. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto

		periódico como permanente, preventivo y correctivo.
--	--	---

De acuerdo con la información anterior se elaboraron las siguientes tablas donde se presentan los principales factores ambientales y su descripción, así como las actividades de la obra que ocasionaran los cambios o impactos dentro del sistema ambiental.

Tabla 5.3 Actividades e impactos, etapa de preparación del sitio

Actividades e impacto en la etapa de preparación del sitio			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Descripción del impacto
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Desmote Despalme	Emisión de gases contaminantes a la atmosfera derivados de la maquinaria y vehículos utilizados, además de las partículas suspendidas en el aire producto de las actividades de la ejecución de la obra. La dispersión de los contaminantes y polvo será proporcional al tipo de corriente de aire que se presente en el área.
	Ruido	Desmote Despalme Instalaciones provisionales	Aumento en el nivel de ruido en el sitio por la presencia de trabajadores y la operación de maquinaria y equipo para la ejecución de los trabajos de desmote, despalme e instalaciones provisionales.
Suelo	Erodabilidad	Desmote Despalme	Las características fisicoquímicas del suelo se modificarán, debido a la exposición del suelo a los procesos de erosión eólica o hídrica.
	Relieve	Desmote Despalme	Se presentarán cambios en la geoforma por la remoción de materia vegetal.
	Microclima	Desmote Despalme	Se presenta un incremento de la erosión eólica o hídrica y con ello la alteración de la temperatura y humedad por la remoción de los estratos arbustivo y herbáceo.
Hidrología	Escurrimiento superficial	Despalme	El agua de lluvia llegará directamente al suelo como resultado de la remoción de la cubierta vegetal, saturando los poros de las capas superficiales a una velocidad mayor, provocando una modificación en los patrones de escurrimiento y tasa de infiltración.
Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal	Desmote Despalme Instalaciones provisionales	Se presenta una disminución de la cobertura vegetal por las actividades contempladas, no obstante, la remoción de vegetación se realizará únicamente en áreas previamente definidas de acuerdo con el proyecto.
Fauna	Distribución de la fauna	Desmote Despalme Instalaciones provisionales	Se presentará desplazamiento de fauna hacia otras zonas que les proporcionen refugio y alimento, principalmente las especies con alta movilidad, lo cual se reflejará en un cambio en la densidad de las poblaciones.

	Destrucción del hábitat	Desmonte Despalme	Se modificará la disponibilidad y continuidad del hábitat de las especies, alterando parámetros poblacionales como la diversidad, la riqueza y la distribución de especies de fauna, como resultado de la eliminación de la protección y fuente de alimento que proporcionan los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales		
	Paisaje	Desmonte Despalme	La calidad escénica del entorno se verá disminuida por la pérdida de la cobertura vegetal.
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Este impacto es de carácter benéfico, debido a la generación de empleos temporales tendientes a incrementar las oportunidades laborales y a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona donde se ejecutará el proyecto.
Actividades económicas	Infraestructura y servicios	Desmonte	Este impacto es de carácter benéfico ya que la implementación del proyecto permitirá el desarrollo del comercio, el turismo, de las actividades agropecuarias y de producción, con lo cual se elevará la calidad de vida de los habitantes.
	Transporte	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Este impacto es de carácter benéfico, ya que con el desarrollo del proyecto se facilitará la comunicación de la región, disminuyendo el tiempo de desplazamiento de los habitantes hacia los servicios de salud, dependencias gubernamentales entre otros.

Tabla 5.4 Actividades e impactos, etapa de construcción

Actividades e impacto en la etapa de construcción			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Descripción del impacto
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales	Se emitirán gases contaminantes como dióxido de azufre (SO ₂), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO ₂), como resultado del uso de maquinaria, equipo y vehículos de combustión interna.

		<p>Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>El tránsito de vehículos y maquinaria provocara la emisión de partículas suspendidas (polvos), que podrían impedir la visibilidad y con ello afectar la calidad del aire</p>
	Ruido	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	<p>Se genera ruido por las distintas actividades del proyecto, en el caso de maquinaria pesada algunos equipos pueden exceder frecuentemente los 35 dBA establecidos por las Organización Mundial de la Salud (OMS) como óptimos para la salud, asimismo, se espera que las emisiones de ruido no excederán de los 68 db(A) establecidos por la NOM – 081 – SEMARNAT – 1994.</p>
Suelo	Erodabilidad	<p>Cortes Nivelación Formación y compactación de terraplenes</p>	<p>Las características fisicoquímicas del suelo se modificarán, debido a la exposición del suelo a los procesos de erosión eólica o hídrica.</p>

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

		<p>Formación de la capa subrasante Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	<p>Se presentarán cambios en la textura, la porosidad, el porcentaje de humedad y el contenido de materia orgánica por la usencia de vegetación.</p> <p>El manejo inadecuado de residuos provenientes de las actividades de construcción, provocara contaminación de suelo.</p>
	Relieve	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>Modificación de las características originales del terreno, principalmente por la extracción de material, la realización de cortes y en algunos casos la introducción de material de relleno.</p>
	Microclima	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>Se presentará un incremento de la erosión eólica o hídrica y con ello la alteración de la temperatura y humedad por la remoción de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.</p>
Hidrología	Escurrimiento superficial	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación</p>	<p>Se presenta una modificación en los patrones de escurrimiento y la tasa de infiltración.</p>

		<p>Formación y compactación de terraplenes Almacenamiento temporal de los materiales Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>En las áreas destinadas a la vialidad e infraestructura se presentará la pérdida de superficie de infiltración de agua de lluvia ya que estas obras representan áreas impermeables que evitara la captación de agua.</p>
Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal	<p>Cortes Almacenamiento temporal de los materiales Planta de asfalto</p>	<p>Disminuirá la cobertura vegetal con la remoción de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.</p>
Fauna	Distribución de la fauna	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	<p>Se presentará desplazamiento de fauna hacia otras zonas que les proporcione refugio y alimento, principalmente las especies con alta movilidad, lo cual se reflejará en un cambio en la densidad de las poblaciones.</p> <p>Se causará afectación a los parámetros poblacionales o modificación de la distribución de las especies de fauna.</p>

	Destrucción del hábitat	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Almacenamiento temporal de los materiales	Se modificará la disponibilidad y continuidad del hábitat de las especies, alterando parámetros poblacionales como la diversidad, la riqueza y la distribución de las especies de fauna, como resultado de la eliminación de la protección y fuente de alimento que proporciona los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales	Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Señalización Marcas en el pavimento	Este impacto es de carácter benéfico, ya que se promoverá la educación ambiental, a través del buen manejo de los residuos sólidos, así como la educación vial para salvaguardar la seguridad de los usuarios y de los habitantes de la zona.
	Paisaje	Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Almacenamiento temporal de los materiales Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto	Se presentará la disminución de la cálida paisajística debido a la presencia de elementos provisionales ajenos al conjunto esenio, tales como la presencia de maquinaria, instalaciones provisionales y de almacenes, así como la carretera pavimentada.
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor	Este impacto es de carácter benéfico, la generación de empleos temporales beneficiará y mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona donde se ejecutará el proyecto.

		Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento	
Actividades económicas	Infraestructura y servicios		
	Transporte	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Planta de asfalto Señalización	Este impacto es de carácter benéfico, ya que con la modernización de una vía de comunicación se facilita el desplazamiento en la región.

Tabla 5.5 Actividades e impactos, etapa de operación y mantenimiento.

Actividades e impacto en la etapa de operación y mantenimiento			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Descripción del impacto
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Tránsito vehicular Mantenimiento	El uso de equipo para realizar las actividades de mantenimiento de la carretera y el tránsito vehicular ocasionarán la emisión de gases contaminantes a la atmósfera como óxidos de nitrógeno (NO _x), óxidos de azufre (SO _x), monóxido de carbono (CO) y partículas suspendidas, mismos que disminuirán la calidad del aire.
	Ruido	Tránsito vehicular Mantenimiento	Se incrementa el nivel de ruido como resultado de la presencia de los trabajadores y operadores de maquinaria y equipo para las labores de mantenimiento de la carretera, así como por el tránsito vehicular que utilizara esta vía de comunicación. Cabe señalar que el ruido fuera del área del proyecto es mínimo ya que los trabajos de mantenimiento se realizaran de manera programada y paulatinamente
Suelo	Erodabilidad		
	Relieve		
	Microclima		
Hidrología	Escorrentamiento superficial		
Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal		
Fauna	Distribución de la fauna	Tránsito vehicular Mantenimiento	Se presenta el desplazamiento de la fauna por el incremento del nivel de ruido durante la operación de maquinaria y equipo para las labores de mantenimiento de la carretera, así mismo por el tránsito vehicular.
	Destrucción del hábitat		
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales	Tránsito vehicular Mantenimiento	Este impacto es de carácter benéfico, ya que los usuarios tendrán la certeza de transitar una vía en buenas condiciones garantizando un menor desgaste a sus vehículos, así como la disminución en tiempo y gastos, el mantenimiento efectuado a la carretera mantendrá a esta en óptimas condiciones

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

			cumpliendo así con su objetivo de facilitar el desplazamiento en la región.
	Paisaje		
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Tránsito vehicular Mantenimiento	Este impacto es de carácter benéfico, la generación de empleos temporales continuara para llevar a cabo las actividades propias de mantenimiento de la carretera.
Actividades económicas	Infraestructura y servicios	Tránsito vehicular Mantenimiento	Este impacto es de carácter benéfico, debido a la generación de infraestructura para el comercio, el turismo y actividades productivas dentro y en zonas cercanas al área del proyecto.
	Transporte	Tránsito vehicular Mantenimiento	La modernización de la carretera permitirá un desplazamiento mayor en la región, contribuyendo con ello a la economía local.

5.4.1 Criterios de evaluación

Para evaluar los impactos ambientales, se realizó una estimación cualitativa - cuantitativa de acuerdo a la metodología de matrices de causa - efecto, la cual se basa en la metodología de evaluación de Leopold (Matriz de Leopold).

De acuerdo con la metodología, se elaboró una matriz de causa – efecto, las actividades de la obra se ubicaron en las filas y los factores ambientales en las columnas. Se estableció la descripción de los factores ambientales en la tabla 5.1 y en la tabla 5.2 la descripción de las actividades de la obra, esto ayuda a evitar confusiones y desviaciones en la evaluación.

Se hizo una relación entre los diferentes factores que son afectados por la realización de la obra con las actividades de ésta en cada una de sus etapas, esto es una tabla de doble entrada conocida como matriz de causa - efecto, el análisis de las interacciones entre filas y columnas permite identificar las afectaciones potenciales.

El método aplicado, denominado matriz causa - efecto (conocido como Matriz de Leopold), es uno de los métodos más usados para evaluaciones de impacto ambiental. Este es un método de identificación y valorización que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto generando resultados cualitativos - cuantitativos y realizan un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos sobre el medio.

La matriz de causa - efecto sobre los factores ambientales, establece criterios de valoración a las interacciones, estas se clasificarán por su carácter, probabilidad de ocurrencia, magnitud (extensión, duración y reversibilidad) y trascendencia.

Tabla 5.6 Simbología de los criterios de evaluación.

Simbología de los criterios	
Carácter	Ca
Probabilidad de ocurrencia	Pro
Magnitud	Mg
Extensión	E
Duración	Du
Reversibilidad	Rev
Transcendencia	T

Carácter (Ca): muestra si el impacto es adverso o benéfico.

- a. **Adverso:** se refiere al carácter de afectación de las actividades del proyecto, según las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.
- b. **Benéfico:** se refiere al carácter positivo de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

Probabilidad de ocurrencia (Pro): se valora con una escala arbitraria.

- | | |
|-----------------------|-------------|
| a. Muy poco probable | 0.10 – 0.20 |
| b. Poco probable | 0.21 – 0.40 |
| c. Probable o posible | 0.41 – 0.60 |
| d. Muy probable | 0.61 – 0.80 |
| e. Cierta | 0.81 – 1.00 |

Magnitud (Mg): se tomará basándose en un conjunto de criterios característicos y cualidades.

Extensión (E.): se valorará con una escala.

- | | |
|-------------|---|
| a. Reducida | 1 |
| b. Media | 2 |

- c. Alta 3

Duración (Du): se valorará con una escala.

- a. Temporal 1
- b. Permanente en el mediano plazo 2
- c. Permanente 3

Reversibilidad (Rev): se valorará con una escala.

- a. Reversible 1
- b. Reversible en parte 2
- c. Irreversible 3

Trascendencia (T): se valorará con una escala que se aplicará tomando en cuenta que el impacto se relaciona con el valor ambiental de cada componente que es afectado por el proyecto:

- a. 0.1 - 0.3 Componente ambiental con baja calidad basal y no es relevante para otros componentes.
- b. 0.4 - 0.5 Componente ambiental presenta alta calidad basal pero no es relevante para otros componentes.
- c. 0.6 - 0.7 Componente ambiental tiene baja calidad basal pero es relevante para otros componentes.
- d. 0.8 – 1.0 Componente ambiental relevante para los otros componentes ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales se elaboró una matriz de interacciones, esta contiene las diferentes etapas que constituyen el proyecto; **“Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360”**. La matriz en su etapa de preparación del sitio se compone de 3 actividades y 14 factores ambientales; la etapa de construcción está compuesta por 16 actividades y 14 factores ambientales; en la etapa de operación la matriz contiene 2 actividades y 14 factores ambientales.

Se identificó el carácter adverso o benéfico de los impactos de acuerdo al sentido del cambio. Cuando los efectos ocasionan cambios positivos sobre los atributos ambientales son benéficos, pero si provocan alteraciones que rompen el equilibrio en las condiciones ambientales son adversos. La permanencia o temporalidad del impacto se consideró en el criterio de duración. La escala reducida y alta se incluyó en el criterio de extensión. Lo reversible o irreversible del impacto se incluyó en el criterio de reversibilidad. La magnitud como la suma de Extensión, Duración y Reversibilidad.

$$\mathbf{Mg = E + Du + Rev}$$

Apoyándose en lo anterior, la importancia del Impacto Ambiental fue calculada como el producto del carácter, probabilidad de ocurrencia, magnitud y trascendencia:

$$\mathbf{Importancia\ del\ Impacto = Ca * Pro * Mg * T}$$

La importancia del impacto tendrá valores entre 0 y 10, y presenta valores intermedios entre 4 y 6 cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- a. Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.

- b. Intensidad muy alta o alta y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- c. Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- d. Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta al menos de los restantes símbolos.

Tabla 5.7 Escala de calificación de importancia o significación de los impactos.

Valor del impacto	Importancia del impacto
0 – 2	No significativo
2.1 – 4	Poco significativo
4.1 – 6	Medianamente significativo
6.1 – 8	Significativo
8.1 – 10	Altamente significativo

Con la elaboración de la matriz de identificación de impactos (Anexo 6), se detectaron un total de 171 interacciones, de las cuales 123 se consideran adversos y 48 se consideran impactos benéficos. La etapa de mayor importancia por la cantidad de impactos identificados es la de construcción con 130 interacciones, de estas 95 son impactos adversos y 35 son impactos benéficos, seguida de la etapa de preparación del sitio con 29 interacciones (22 impactos adversos y 7 impactos benéficos), finalmente la etapa de operación con 12 interacciones, de estas 6 son impactos adversos y 6 impactos benéficos.

La segunda matriz elaborada (Anexo 6), evalúa la significancia de cada una de las interacciones, es decir, si la relación entre la actividad y el factor ambiental es un impacto no significativo, poco significativo, medianamente significativo, significativo o altamente significativo.

En esta matriz se detectaron 123 impactos adversos de estos 30 impactos son no significativos; 78 impactos poco significativos; 14 impactos medianamente significativos y 1 impacto significativo; además de 48 impactos benéficos de los

cuales 33 son impactos no significativos, 11 poco significativos y 4 son medianamente significativos.

Una segunda razón para la elaboración de esta matriz fue la de conocer la importancia que tiene cada impacto.

Tabla 5.8 Importancia del impacto.

Actividades del proyecto	Importancia del impacto
Etapas de preparación del sitio	
Desmonte	28.3
Despalme	32.81
Instalaciones provisionales	6.04
Etapas de construcción	
Operación de maquinaria y equipo	22.99
Cortes	40.61
Nivelación	29.04
Extracción y acarreo de materiales	12.91
Formación y compactación de terraplenes	24.84
Formación de la capa subrasante	17.04
Almacenamiento temporal de materiales	15.77
Excavación para estructuras y obras complementarias	19.49
Obras de drenaje menor	25
Construcción de base	24.34
Pavimentos	33.3
Manejo adecuado de residuos sólidos no pétreos	11.6
Manejo adecuado de aguas residuales	9.48
Planta de asfalto	27.13
Señalización	14.24
Marcas en el pavimento	11.9
Etapas de operación y mantenimiento	
Tránsito vehicular	18.72
Mantenimiento	9.55

En la tabla anterior se puede observar que las actividades que generan impactos de mayor importancia son el desmonte, el despilme, los cortes, la nivelación, los pavimentos y la planta de asfalto; sin embargo, el valor de significancia se encuentra entre poco significativo a medianamente significativo y solo un impacto significativo, lo cual indica que a pesar de la magnitud de estos impactos pueden ser mitigados.

En segundo término, en cuanto el valor que presentan los impactos, se identifica también a la formación y compactación de terraplenes, la construcción base y la operación de maquinaria y equipo.

5.5 Impactos residuales

El impacto residual es aquel que persiste después de la aplicación de las medidas de mitigación, es decir los efectos que causa la realización de una actividad sobre el medio ambiente y que después de efectuar acciones para su minimización este continúa en el ecosistema con un grado de intensidad menor. En la realización de este proyecto se detectó como impacto residual a la pérdida de la cobertura vegetal en la zona del proyecto, esto a consecuencia de la ampliación y modernización del camino.

La apertura de carreteras, así como sus ampliaciones y modernizaciones, al igual que todas las obras de infraestructura y actividades humanas, causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos.

Entre los efectos ecológicos más significativos de las carreteras pueden citarse los siguientes: fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de fauna nativa.

La fragmentación ocurre cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área.

Si bien al abrir una carretera el área afectada de modo directo puede ser relativamente pequeña, la fragmentación del hábitat tiene dos efectos principales que amenazan la persistencia de las especies, denominados el efecto barrera y el efecto de borde.

Según Primack (1998), las vías rompen la continuidad del dosel (estrato superior de los bosques) e interrumpen las posibilidades de movilidad de los animales. Esto es especialmente válido para algunas especies que no acostumbran descender a los estratos inferiores. Las barreras también pueden restringir la habilidad de los organismos de encontrar sus parejas, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo.

Se ha medido el efecto de los claros en las poblaciones de vertebrados en desiertos, pastizales, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, y se ha encontrado que la carretera actúa como una barrera que inhibe a los animales para cruzar las vías.

El efecto barrera tiende a crear metapoblaciones, definidas como la población (o grupo) de poblaciones que resulta de la división de una población grande y continua en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas. Estas subpoblaciones fluctúan más ampliamente en el tiempo y tienen una mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Primack, 1998). Algunas de ellas tienen un tamaño tan pequeño que no alcanzan a ser viables, ya que no se dan los procesos reproductivos, lo que puede llevar a posibles extinciones locales. Adicionalmente, el proceso de recolonización se disminuye por las barreras impuestas por la vía; es posible que se afecten muchas especies cerca de la red de carreteras disminuyendo aún más la variabilidad genética entre las poblaciones (Forman y Alexander, 1998). Hacer que las carreteras sean más permeables, es decir, que las especies de fauna puedan atravesarlas, reduce la amenaza demográfica, pero al costo de un número mayor de atropellamientos. En contraste, incrementar el efecto barrera de las vías reduce la mortalidad, pero acentúa el problema de las poblaciones pequeñas. El efecto barrera quizás afecta más especies y se extiende sobre un área más amplia que los efectos del atropellamiento o de la evasión a la carretera.

El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante (Kattan, 2002). En el caso de carreteras este efecto se presentará en las

inmediaciones o borde de la vía, donde se crearán condiciones con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación y mayor susceptibilidad al viento. Según lo reportado por Goosem (1997), este efecto de borde puede penetrar 50 m para aves, 100 m para los efectos microclimáticos y 300 m para insectos.

Como consecuencia del efecto de borde se modifica la distribución y abundancia de las especies, cambiando la estructura de la vegetación y, por tanto, la oferta de alimento para la fauna. Estos cambios afectan ante todo las especies del interior del ecosistema que ha sido fragmentado, ya que pueden ser desplazadas por las especies de espacios abiertos, que encuentran en el nuevo hábitat condiciones más favorables para su supervivencia y reproducción. El efecto que se produce es la introducción de especies de borde o generalistas en los hábitats de bosque; las especies que tienen capacidades buenas de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitats alterados son atraídas a los bordes y pueden penetrar al interior. Las especies de borde se sienten atraídas a estos nuevos hábitats y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito reproductivo de las especies de interior (Goosem, 1997).

Cabe destacar que las consecuencias tanto del efecto de barrera y de borde no serán tan drásticos ya que se trata de un camino de longitud corta y de tipo "E" donde existe una menor remoción de la vegetación, por lo tanto la afectación a las poblaciones de fauna silvestre será en aquellas especies cuya agilidad (capacidad de desplazamiento) es limitada, es decir anfibios, reptiles y pequeños roedores, sin embargo, en el inventario realizado para la zona se detectaron especies tolerantes a la fragmentación.

5.6 Impactos acumulativos

Las actividades que provoquen impactos en el ecosistema a través del tiempo se definen como impactos acumulativos. Los impactos acumulativos independientemente de su origen presentan un factor en común, suelen por lo

general causar cambios sobre un mismo componente ambiental, ya sea biótico o abiótico, la suma de estos impactos decrece la calidad ambiental.

Para la realización de este proyecto se detectaron como impactos acumulativos las afectaciones que provocan los trabajos a efectuar sobre los componentes ambientales de la cobertura vegetal, la destrucción del hábitat, la pérdida del suelo y los escurrimientos superficiales, así como en el paisaje.

La vegetación expresa la evolución del acumulativo de especies vegetales en un lugar y en un tiempo determinado, por lo cual representa un elemento indicador del estado o condición que tienen los ecosistemas; su expresión espacio – temporal es la cobertura vegetal. La cobertura vegetal y el uso del suelo es la expresión conjunta de las plantas oriundas o introducidas y la utilización antrópica que se efectúa del medio biofísico de un área, por lo cual es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturas de un territorio (Marcial, 2011).

La transformación humana de los hábitats naturales es la causa de mayor importancia de la pérdida de la biodiversidad y de las funciones ecológicas, los ecosistemas terrestres han sufrido grandes cambios a consecuencia de la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación e intensificación del uso del suelo. El medio ambiente es dinámico se mantiene en constante cambio, las modificaciones al ambiente pueden ocurrir de manera natural, ya sea como un proceso de sucesión, variaciones climáticas, erupciones volcánicas, huracanes etc., o bien pueden ser de origen antropogénico, de tipo demográfico, social, económico y político; estos cambios modifican un lugar con diferente intensidad dependiendo del caso, pero la intervención humana es la que ha producido las mayores afectaciones sobre la superficie terrestre; en general las consecuencias se ven reflejadas en cambios o pérdida de la cobertura vegetal y el uso del suelo.

La cobertura vegetal se define como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprende una amplia gama de biomasa con diferentes características fisionómicas y ambientales que van desde los pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales; se incluyen también las coberturas vegetales inducidas que son el resultado directo de la acción humana (Marcial, 2011).

La pérdida de la cobertura vegetal en la región de la Sierra Norte es generalizada, el detrimento de esta se ha llevado a cabo varias décadas atrás y no es diferente en la actualidad; las principales actividades de origen antropogénico que repercuten en la afectación a las especies vegetales son el crecimiento demográfico y la explotación de los recursos maderables.

El crecimiento poblacional representa una mayor demanda de recursos para el autoconsumo y la sobrevivencia, el arrebató de espacios para el desarrollo de vivienda e infraestructura especializada para tener acceso a los servicios básicos son los principales móviles para efectuar una transformación en la cobertura vegetal. En la zona de estudio, esta transformación y pérdida tiene un historial de varios años anteriores a la realización de la obra en cuestión, en un principio se establecieron pequeños asentamientos humanos, los cuales generación tras generación incrementaron el número de individuos, aumentando el número de familias que necesitaban espacio para la construcción de viviendas, como consecuencia se procedió al derribo de la vegetación natural para dar paso a espacios abiertos donde se pudieran establecer.

Con el aumento de la población en localidad, también aumento el área requerida para el desarrollo urbano, conectando pequeñas áreas desprovistas de vegetación natural con otras adyacentes, generando así zonas más extensas sin cobertura vegetal; consecuentemente la localidad en crecimiento demandó los servicios básicos para tener una mejor calidad de vida, por lo cual se abrieron caminos, se establecieron líneas eléctricas áreas, agua potable y drenaje; aumentando así la

perdida de la cobertura vegetal; en la actualidad el desarrollo urbano sigue en crecimiento y la demanda por los servicios básicos también, además de la modernización y ampliación de las vías de comunicación que son de suma importancia para la región y la localidad, ya que con su existencia se accede a los servicios de salud especializados y al transporte de productos básicos que repercuten en la economía del municipio y el estado.

La pérdida de la cobertura vegetal implica la destrucción del hábitat, lo cual pone en riesgo la flora y fauna del ecosistema, esto puede modificar la permanencia o ausencia de algunas especies de flora y fauna con requerimientos específicos; forzando su desplazamiento a zonas de vegetación que tengan las condiciones específicas para su desarrollo; otro componente ambiental que se afecta con la pérdida de la vegetación y que está sumamente ligado a esta es el suelo, este al no contar con la protección natural del estrato arbóreo, se ve afectado de manera más significativa por la erosión de tipo hídrica y eólica, hemos de recordar que el suelo es la base para el desarrollo de la vegetación y si este es pobre o nulo repercute en el establecimiento y desarrollo de las comunidades vegetales. La erosión acelerada es también un factor existente en la zona de estudio, el derribo de la vegetación natural para la dar pasó al desarrollo urbano y la agricultura pone de manifiesto la susceptibilidad del suelo a la erosión.

Conjuntamente la pérdida de la cobertura vegetal y el suelo, determinan la calidad visual del entorno en la localidad, el establecimiento de tierras de cultivo, particularmente de maíz, así como el pastizal inducido forman un paisaje de calidad media donde es evidente el deterioro causado por el hombre.

Todos y cada uno de estos impactos acumulativos representan una problemática a futuro, ya que no se puede poner freno al desarrollo social, pero si podemos efectuar un desarrollo social sustentable, el cual implique las mejores alternativas para el cuidado del medio ambiente, por ello en la implementación de este proyecto se seleccionó y evaluó el mejoramiento del trazo para efectuar dicha actividad con el

costo ambiental y económico más bajo; para posteriormente aplicar las medidas de mitigación, compensación o restauración que incrementen la calidad del ecosistema, integrándolo de la mejor manera al hábitat, al ámbito social y al político.

5.7 Conclusiones

En la ejecución de este proyecto es claro que la mayoría de los impactos ocasionados por la ampliación y modernización del camino, se pueden mitigar casi en su totalidad durante la etapa en que se presente, no así los que son más relevantes y que representan impactos acumulativos, impactos que deberán ser mitigados a través de la aplicación de técnicas y metodologías viables económica y socialmente, y que a un mediano plazo le den al carácter de poco o no significativo al impacto en cuestión.

Para el caso de los impactos acumulativos, la implementación del proyecto se suma a los ya presentes en la zona de estudio, sin embargo, en la ampliación y modernización de este camino, se ha tomado en cuenta desde el proyecto ejecutivo la sustentabilidad del ecosistema, por ello se aplicaron y utilizaron las mejores técnicas y los equipos más modernos para el levantamiento y diseño del trazo del camino a modernizar, esto minimiza en gran medida y en comparación con la modernización y ampliación de carreteras en años anteriores con equipos más antiguos, la pérdida de vegetación y suelo, la mayor precisión en el levantamiento de los datos en la actualidad, determinan claramente las distancias así como los ángulos de cortes en taludes y terraplenes.

No obstante, y a pesar de tener la opción técnica más viable para la ejecución de esta obra, el área presenta afectaciones en la cobertura vegetal, la destrucción del hábitat, la pérdida del suelo y la calidad del paisaje, ocasionadas por el desarrollo social. Por lo anterior, para ayudar a mitigar los impactos directos, este estudio contempla medidas de remediación, restauración y compensación para los impactos acumulativos.

La aplicación de estas medidas sobre los impactos adversos en el ecosistema resulta viable técnica, social y económicamente, puesto que en la actualidad en la zona de estudio no se efectúa ninguna actividad o práctica que permita la recuperación del ecosistema. A través de la ejecución del proyecto se asentará un precedente en la implementación de técnicas y metodologías ambientales, que en un futuro puedan ser aplicadas a mayor escala para inferir en la recuperación del ecosistema.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el presente capítulo, se describen las medidas de prevención, mitigación, reparación y/o compensación de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia Ambiental.

El promovente de este proyecto tiene como política ambiental prioritaria, desarrollar sus actividades tomando en cuenta la protección al medio ambiente, por lo cual durante la ejecución de este proyecto se plantea como principal medida reducir al máximo la alteración de los recursos biológicos del área de influencia del proyecto; mostrando especial interés en la cubierta vegetal, el suelo y la fauna, factores del medio que son los que se afectarán en mayor grado. Además, se evitará la alteración en las actividades económicas, sociales y culturales de las poblaciones involucradas, por el contrario, se pretende que este proyecto mejore las actividades económicas de la zona al ser una fuente de empleo temporal durante la ejecución del proyecto y generar una vía de comunicación rápida, eficiente y confiable que conecte a las comunidades beneficiadas hacia los servicios existentes en la región.

Las medidas de mitigación que se proponen a continuación son resultado del análisis y evaluación de los impactos adversos en general identificados por el método matricial, por lo cual se considera necesaria su ejecución en cada una de las etapas del proyecto; del mismo modo, dichas medidas están enfocadas a mitigar principalmente los impactos adversos, considerando el control en las acciones que los motivan durante cada etapa de desarrollo del proyecto; pero también contribuyendo a mantener los impactos benéficos generados.

Las medidas propuestas (prevención, mitigación y compensación), son acciones de control ambiental, en donde el promovente tiene como compromiso ante la autoridad llevarlas a cabo para que se genere la menor cantidad de efectos negativos al ambiente, y permitan conservar la mayor cantidad de efectos benéficos a los componentes del medio (físico, natural, social y económico), dando continuidad a la integridad, y previniendo un desequilibrio en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Toda vez que las carreteras son obras que tienen como objetivo fundamental prestar un servicio al conjunto de la sociedad, y que su uso no se circunscribe al medio o población inmediatamente relacionada con ellas, el impacto global que éstas ocasionan al ambiente es difícil de cuantificar, por lo tanto, las propuestas que se generen deben encaminarse principalmente a evitar que los efectos directos causados por la modernización del camino objeto de estudio, sean los detonadores de alteraciones negativas irreversibles que pongan en riesgo a las poblaciones que se asienten en su recorrido, a las personas que hacen uso de ese servicio y al ambiente (SAR), por lo que la aplicación correcta y oportuna del conjunto de medidas de mitigación que sean señaladas cobra mayor relevancia.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas de mitigación o correctivas suelen ser de diferente tipo generalmente se clasifican en: preventivas, de remediación, de rehabilitación y de compensación

- **Preventivas:** son aquellas en las cuales su implementación evita la futura ocurrencia de un impacto ambiental adverso.
- **De remediación:** cuando su ejecución ayude a corregir un impacto ambiental negativo que ya está presente.

- **De restauración:** es aquella medida en la que su aplicación ayuda a devolver la composición, estructura o función del ecosistema afectado.
- **De compensación:** es la ejecución de obras preventivas, de remediación, rehabilitación o reducción en áreas fuera de la influencia directa del proyecto pero que favorecen la restauración del ambiente por otra causa en áreas aledañas o cercanas.

En la siguiente tabla se presentan las medidas de mitigación propuestas para atenuar los efectos negativos causados por los impactos adversos en el sistema ambiental.

Tabla 6.1 Medidas de mitigación, preparación del sitio

Actividades e impacto en la etapa de preparación del sitio			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Medidas de mitigación
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Desmonte Despalme	1.- Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos. 2.- Se deberá cumplir con la norma NOM – 077 – SEMARNAT-1995 sobre los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos. 3.- Se deberá cumplir con las normas NOM – 041 – SEMARNAT – 2006, NOM 043– SEMARNAT – 1993, NOM – SEMARNAT – 1996, NOM – 047 – SEMARNAT – 1999 y NOM – 050 – SEMARNAT – 1993. 4.- Proporcionar mantenimiento al equipo a utilizar.
	Ruido	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	5.- Los vehículos deberán cumplir con las normas establecidas NOM – 080 – 1994 y NOM – 081 – 1994. 6.- Realizar el trabajo en horas laborales normales evitando trabajos nocturnos en caso de estar cerca de la población.
Suelo	Erodabilidad	Desmonte Despalme	Medida 1 7.- Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía. 8.- Introducir vegetación nativa de la zona a las áreas aledañas a los desmontes y despalmes. 9.- Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica. 10.- Actividades a realizar sujetas a las condiciones mecánicas del suelo mediante estudios previos para evitar la sobreexplotación del sitio.
	Relieve	Desmonte Despalme	Medida 1 Medida 7 Medida 8 Medida 9 Medida 10
	Microclima	Desmonte Despalme	11.- Establecimiento de vegetación, al concluir las obras a ambos lados del cuerpo del camino.
Hidrología	Escurrimiento superficial	Despalme	Medida 9 Medida 11 12.- Realizar la actividad solo en las áreas estrictamente necesarias de manera paulatina.

Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Medida 8 Medida 12 13.- Reponer los árboles afectados con especies de distribución local en el derecho de vía y realizar podas en los árboles que representen o puedan representar algún tipo de riesgo. 14.- Realizar acciones de rescate de flora, previo a la actividad, especialmente la que sea de utilidad en la región, endémica o bajo alguna norma de protección. 15.- Establecer una planeación de la ubicación de la infraestructura a utilizar. 16.- Contratar empresas particulares para la renta de sanitarios ecológicos portátiles y la adecuada disposición final de los residuos que estas generen.
Fauna	Distribución de la fauna	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Medida 8 Medida 13 17.- Realizar la actividad en un solo frente para permitir el desplazamiento de la fauna. 18.- Realizar actividades que propicien el ahuyentamiento de la fauna, previo al inicio de las obras.
	Destrucción del hábitat	Desmonte Despalme	Medida 13 Medida 18
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales		
	Paisaje	Desmonte Despalme	Medida 8 Medida 11 Medida 12 Medida 13
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Impacto benéfico que potencializará la economía local.
Actividades económicas	Infraestructura y servicios	Desmonte	Impacto benéfico que permite el desarrollo del comercio, el turismo, de las actividades agropecuarias y de producción.
	Transporte	Desmonte Despalme Instalaciones provisionales	Impacto benéfico que permite el acceso a los servicios básicos y acorta los tiempos de traslado.

Tabla 6.2 Medidas de mitigación, construcción

Actividades e impacto en la etapa de construcción			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Medidas de mitigación
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto	Medida 2 Medida 3 Medida 4 Medida 6 Medida 10 19.- Humedecer los materiales manejados en esta etapa para su transporte o movimiento. 20.- En caso de transportarse materiales deberá hacerse cubriéndolos. 21.- No se utilizarán explosivos de ningún tipo para la realización de esta actividad, se deberá humedecer el área a cortar. 22.- No rebasar la capacidad de carga de los camiones para que el material acarreado no genere polvos.
	Ruido	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor	Medida 3 Medida 4 Medida 5 Medida 6

		<p>Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	
Suelo	Erodabilidad	<p>Cortes Nivelación Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	<p>Medida 8 Medida 9 Medida 11 Medida 13 23.- El recambio de combustible y aceites se realizará en un taller contratado para la actividad particular para reducir el riesgo de derrames <i>in situ</i>. 24.- Si se requiere por cuestiones ajenas a la obra el manejo de combustible y aceites de manera temporal, estas deberán almacenarse en contenedores de 200 litros y alejados de las fuentes de agua. 25.- Revisión periódica de los sistemas de conducción de combustibles y demás fluidos para prevenir fugas. 26.- Limitar las excavaciones a lo estrictamente necesario para la realización de obras complementarias. 27.- Almacenar y proteger adecuadamente el suelo que es removido durante el despalme para utilizarlo posteriormente en los terraplenes y otras áreas donde se tenga pensado restaurar la vegetación. 28.- Los taludes de todos los cortes deberán tener un ángulo similar al de reposo de los materiales a utilizar como lo recomienda el Reglamento de Construcciones que para tal fin debe de estar vigente. 29.- No disponer las aguas residuales directamente al suelo a menos que cumpla con los límites máximos permisibles en la NOM – 001 – SEMARNAT – 1996. 30. – Realizar un esfuerzo mayor de compactación para evitar la erodabilidad de la capa de revestimiento.</p>
	Relieve	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes</p>	<p>Medida 7 Medida 10 Medida 11</p>

		<p>Nivelación Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>Medida 13 Medida 15 Medida 26 31.- Tomar como área de rodamiento para la maquinaria solo el derecho de vía, en caso de necesitarse abarcar un área mayor deberá consultarse con el encargado de la obra.</p>
	Microclima	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>Medida 11 Medida 13 32.- Los materiales manipulados se deberán humedecer para evitar la suspensión de partículas en el aire. 33.- Los materiales transportados deberán ir cubiertos con una lona, para evitar su dispersión y generación de polvos. 34.- Humedecer las zonas de trabajo para evitar levantamientos de polvo.</p>
Hidrología	Escorrentamiento superficial	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Formación y compactación de terraplenes Almacenamiento temporal de los materiales Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto</p>	<p>Medida 9 Medida 13 Medida 21 35.- Evitar que se utilicen las corrientes intermitentes para el lavado de maquinaria. 36.- Suavizar conforme al proyecto pendientes de cortes y terraplenes, cubrir posteriormente con suelo fértil y revegetar, procurando utilizar el material que se removió durante el despilme. 37.- En las obras de corte precisar ubicación de las posteriores obras de drenaje y empezar a dar forma para evitar el corte de los escurrimientos existentes. 38.- Deberán localizarse previamente las fuentes de suministro de agua para la formación de terraplenes. 39.- De ser necesario obtener los permisos correspondientes de la Comisión Nacional del Agua.</p>

			<p>40.- Establecer los lugares destinados para el almacenamiento temporal de materiales lejos de los escurrimientos localizados.</p> <p>41.- Evitar que los residuos de la construcción de obras de drenaje caigan a los cuerpos de agua superficiales, colocando rejillas en la entrada de alcantarillas para retener sólidos.</p> <p>42.- Evitar disponer las aguas residuales en cuerpos de agua a menos que cumplan con los límites máximos permisibles en la NOM – 001 – SEMARNAT – 1996.</p>
Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal	<p>Cortes</p> <p>Almacenamiento temporal de los materiales</p> <p>Planta de asfalto</p>	<p>Medida 8</p> <p>Medida 11</p> <p>Medida 12</p> <p>Medida 13</p> <p>Medida 14</p> <p>Medida 27</p>
Fauna	Distribución de la fauna	<p>Operación de maquinaria y equipo</p> <p>Cortes</p> <p>Nivelación</p> <p>Extracción y acarreo de materiales</p> <p>Formación y compactación de terraplenes</p> <p>Formación de la capa subrasante</p> <p>Almacenamiento temporal de los materiales</p> <p>Excavación para estructuras y obras complementarias</p> <p>Obras de drenaje menor</p> <p>Construcción de base Pavimentos</p> <p>Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos</p> <p>Manejo adecuado de aguas residuales</p> <p>Planta de asfalto</p> <p>Señalización</p>	<p>Medida 13</p> <p>Medida 16</p> <p>Medida 17</p> <p>Medida 18</p> <p>43.- Evitar la proliferación de fauna nociva teniendo separados los diversos tipos de residuos almacenados temporalmente.</p> <p>44.- Establecer un área específica (centro de acopio) debidamente impermeable al suelo y a la lluvia para evitar generar lixiviados que afecten la microbiota.</p>

		Marcas en el pavimento	
	Destrucción del hábitat	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Almacenamiento temporal de los materiales	Medida 8 Medida 13
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales	Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Señalización Marcas en el pavimento	Impacto benéfico el cual garantiza el buen funcionamiento del servicio brindado, disminuyendo costos y facilitando el desplazamiento de la región.
	Paisaje	Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Almacenamiento temporal de los materiales Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Planta de asfalto	Medida 8 Medida 11 Medida 12 Medida 13 45.- Por ningún motivo se deberá dejar materiales procedentes de las excavaciones y cortes abandonados o depositados en áreas no adecuadas, si no se efectúa su reutilización se les dará una disposición final adecuada.
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias	Impacto benéfico que potencializará la economía local.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

		<p>Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Planta de asfalto Señalización Marcas en el pavimento</p>	
Actividades económicas	Infraestructura y servicios		
	Transporte	<p>Operación de maquinaria y equipo Cortes Nivelación Extracción y acarreo de materiales Formación y compactación de terraplenes Formación de la capa subrasante Almacenamiento temporal de los materiales Excavación para estructuras y obras complementarias Obras de drenaje menor Construcción de base Pavimentos Manejo adecuado de los residuos sólidos no pétreos Manejo adecuado de aguas residuales Planta de asfalto Señalización</p>	<p>Impacto benéfico que permite el acceso a los servicios básicos y acorta los tiempos de traslado.</p>

Tabla 6.3 Medidas de mitigación, operación y mantenimiento

Actividades e impacto en la etapa de operación y mantenimiento			
Medio físico			
Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividad	Medidas de mitigación
Aire	Calidad del aire (emisiones de gases contaminantes y/o polvo)	Tránsito vehicular Mantenimiento	Medida 2 Medida 3 Medida 6 46.- Realizar actividades de mantenimiento programadas de acuerdo a la época del año al menos 1 cada 6 meses o solo cuando la obra lo requiera.
	Ruido	Tránsito vehicular Mantenimiento	Medida 4 Medida 5 Medida 6 Medida 13
Suelo	Erodabilidad		
	Relieve		
	Microclima		
Hidrología	Escurrimiento superficial		
Medio biológico			
Flora	Cobertura vegetal		
Fauna	Distribución de la fauna	Tránsito vehicular Mantenimiento	Medida 13 Medida 16 Medida 17 Medida 18 Medida 43
	Destrucción del hábitat		
Medio Social			
Calidad de vida	Factores socioculturales	Tránsito vehicular Mantenimiento	Impacto benéfico el cual garantiza el buen funcionamiento del servicio brindado, disminuyendo costos y facilitando el desplazamiento de la región.
	Paisaje		
Generación de empleo	Nivel de ingresos	Tránsito vehicular Mantenimiento	Impacto benéfico que potencializará la economía local.
Actividades económicas	Infraestructura y servicios	Tránsito vehicular Mantenimiento	Impacto benéfico que permite el desarrollo del comercio, el turismo, de las actividades agropecuarias y de producción.

	Transporte	Tránsito vehicular Mantenimiento	Impacto benéfico que permite el acceso a los servicios básicos y acorta los tiempos de traslado.
--	------------	-------------------------------------	--

En total se proponen 46 medidas de mitigación que atenuarán los impactos adversos ocasionados por las actividades del proyecto; **“Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de pavimento a base de carpeta asfáltica en el camino: Santo Domingo Tepuxtepec – Llano Crucero – Cerro Grande, tramo del km 0+000 al km 5+360”**, sobre los factores ambientales del sistema ambiental determinado.

6.2 Mecanismo de las medidas de compensación.

Con base en lo anteriormente descrito se han desarrollado una serie de programas encaminados a mitigar y restaurar los efectos adversos del proyecto sobre los distintos factores ambientales.

6.2.1 Programa de manejo ambiental.

Para asegurar la implementación adecuada de las medidas de mitigación propuestas, es necesaria la aplicación por parte del promovente de un Programa de Manejo Ambiental el cual consiste en un instrumento de gestión ambiental que permite planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales y sociales destinadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y operación del proyecto.

Objetivos

1. Verificar la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigación establecidas para el proyecto
2. Realizar mejoras a través de modificaciones pertinentes al programa, así como la implementación de nuevas medidas en caso de ser necesario, aplicado por el responsable de ejecutarlo.

El programa de manejo ambiental se basará principalmente en las medidas de prevención y mitigación indicadas en los impactos sobre los recursos biológicos.

Se recomienda contratar un supervisor en jefe el cual deberá ser un biólogo, agrónomo o forestal (o alguna carrera afín) con experiencia en trabajo con las comunidades para la implementación de programas de desarrollo sustentables. El supervisor será el responsable de contratar asistentes que le ayuden, se recomienda mínimo dos asistentes. El objetivo primario del contrato del supervisor

es que se cumplan las medidas de mitigación. La característica de los asistentes es que tengan una carrera técnica afín a las ciencias biológicas y forestales.

Los asistentes llevarán una bitácora donde se documente el cumplimiento de las medidas de mitigación por parte del contratista. Se deberán tomar fotografías y/o videogravar dichas acciones. Uno de los asistentes tendrá que ir con la brigada de trabajo para poder recuperar los ejemplares juveniles y plántulas de las especies vegetales presentes, tendrá que documentar el número de ejemplares recolectados. También un asistente tendrá que acompañar a la brigada de trabajo para realizar el ahuyentamiento y si así fuera el caso la reubicación de la fauna, en el caso de reubicación tendrá que indicar y fotografiar el sitio donde se encontró y el lugar donde se reubico.

Cada semana el supervisor principal recibirá la bitácora, para presentar un informe mensual de los avances de la obra y el cumplimiento de dichas medidas. El Programa iniciará una vez autorizado el permiso para el inicio de las obras.

6.2.1.1 Programa de rescate y reubicación de fauna

Es importante mantener un monitoreo de la fauna existente, para conocer su comportamiento a lo largo de todo el tiempo que duren las actividades, de esta manera podremos saber si existe un desplazamiento de la fauna o cambios en los valores de abundancia de las especies faunísticas.

1) Objetivos:

- Minimizar los daños y perjuicios a las comunidades faunísticas existentes dentro del área de proyecto.
- Lograr un conocimiento más específico sobre la conducta y hábitos de las especies sujetas a rescate.

- Concientizar a la población sobre la importancia de la conservación sus recursos faunísticos.

Para el proyecto se reportan cuatro especies de aves y una especie de reptil en la categoría de Sujetas a protección especial de NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 6.4 Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Familia	Especie	AP	SAR	NOM-059
Aves	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	0	1	Pr
Aves	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	0	1	Pr
Aves	Turdidae	<i>Ridgwayia pinicola</i>	12	9	Pr
Aves	Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	0	2	Pr
Reptiles	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	0	1	Pr
NOM – 059- SEMARNAT – 2010 (Norma oficial mexicana)					
Probablemente extinta en el medio ambiente		E			
En peligro de extinción		P			
Amenazadas		A			
Sujetas a protección especial		Pr			

2) Materiales y equipo:

- | | |
|---|---|
| ✓ 2 estuches de disección | ✓ Lámpara de cacería |
| ✓ Borato de sodio (BORAX) | ✓ Baterías |
| ✓ Cartón | ✓ GPS |
| ✓ Redes de niebla de 1.2 x 2.5 m | ✓ Binoculares |
| ✓ Guías especializadas | ✓ Cámaras fotográficas |
| ✓ Cinta de señales fluorescentes | ✓ Cámaras trampa |
| ✓ Tongs (pinzas herpetológicas) | ✓ Guías de campo para identificación. |
| ✓ Ganchos herpetológicos de 1.20 m | ✓ Trampas para mamíferos tipo Sherman |
| ✓ Guantes de carnaza | ✓ Trampas para mamíferos tipo Tomahawk. |
| ✓ Sueros antiviperinos | ✓ Atrapa-perros marca Soft grip |
| ✓ Extractor de veneno (jeringa suctora) | |

- ✓ Bolsas de lona de diferentes medidas.
- ✓ Botes de plástico para transporte de lagartijas y anfibios

3) Personal:

- ✓ 3 biólogos
- ✓ 1 Médico veterinario
- ✓ 1 Auxiliar de campo

Los muestreos para la captura de fauna se realizarán en diferentes horas del día, la primera opción es abarcar todo el trazo del camino, esto permitirá el desplazamiento de animales de fácil movilidad como lo son reptiles y mamíferos principalmente, los cuales al escuchar el ruido realizado de manera intencional tenderán a desplazarse hacia lugares más seguros. Otra de las opciones que sin lugar a duda dará buenos resultados en la búsqueda de fauna es mediante la localización de microhábitats, el cual consiste en buscar en lugares que regularmente son habitados por la fauna silvestre como son troncos, piedras grandes, pequeñas cuevas, hoyos, etc.

El sitio principal para el rescate de especies de fauna, está definida por la superficie afectar sobre los bordes del camino, no obstante con la finalidad de poder realizar las actividades más acertadas se realizarán principalmente en las superficies con cobertura vegetal.

4) Técnicas de captura de fauna silvestre por grupo faunístico.

- Anfibios y reptiles.

El registro de anfibios sobre el área de estudio es muy bajo considerando que no existen muchos cuerpos de agua, sin embargo se realizaran actividades de captura

con mallas mosquitera o con redes tipo acuario en los diferentes escurrimientos existentes registrados a lo largo del trazo del proyecto, ya que principalmente el grupo de anfibios son muy comunes en las áreas con superficie húmeda.

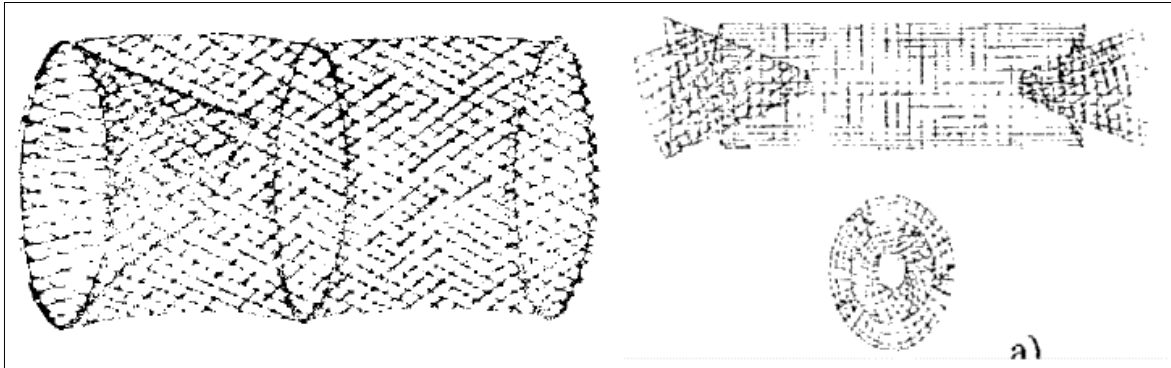


Figura 6.1 Trampas de embudo (tomado de Cooperrier, 1986; en Mestizo 2006).

El método más efectivo para la captura viva de anfibios adultos es la captura manual nocturna. Por el contrario, para el caso de renacuajos, se privilegiará la captura durante el día. En ambos casos, el modo de operar con esta técnica consiste en hacer recorridos por las zonas ribereñas del área de influencia directa. Los ejemplares adultos capturados serán mantenidos en bolsas plásticas Zip-Lock grandes (o contenedores plásticos semi-herméticos) con una pequeña cantidad de agua, para mantener la humedad. Por su parte, los renacuajos se mantendrán en un medio acuoso en recipientes plásticos provistos de burbujeadores portátiles.

Todos los individuos capturados e identificados se liberarán inmediatamente, no sin antes haber tomado la evidencia fotográfica de cada ejemplar, de los sitios de captura y liberación.

Con lo que respecta a los reptiles se debe de centrar en usar las herramientas adecuadas antes de intentar la captura. Ya que las lagartijas son delicadas en su captura, por lo que se debe de tomar las siguientes consideraciones:

- ✓ Evitar la presión excesiva.
- ✓ Evitar presionar el abdomen que es una musculatura muy delgada y se puede facilitar el problema interno.
- ✓ Evitar movimientos bruscos.
- ✓ Respiración por sacos aéreos.
- ✓ Manejo en posición natural disminuye el estrés.
- ✓ Hay que apoyar el cuerpo entero del reptil.

Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día.

El método que se utilizará para la captura directa es mediante recorridos, buscando en su micro hábitat, para lo cual se utilizarán ganchos herpetológicos diseñados especialmente para la captura de serpientes.

Para la captura de serpientes venenosas se deberá de sujetar al espécimen de la base del cuello, usando mecanismos de seguridad que cubran los colmillos de animales venenosos. Para el manejo más seguro se usará un tubo de acrílico de un diámetro un poco mayor al del animal capturado, en donde se introducirá asegurando que no pueda voltearse.

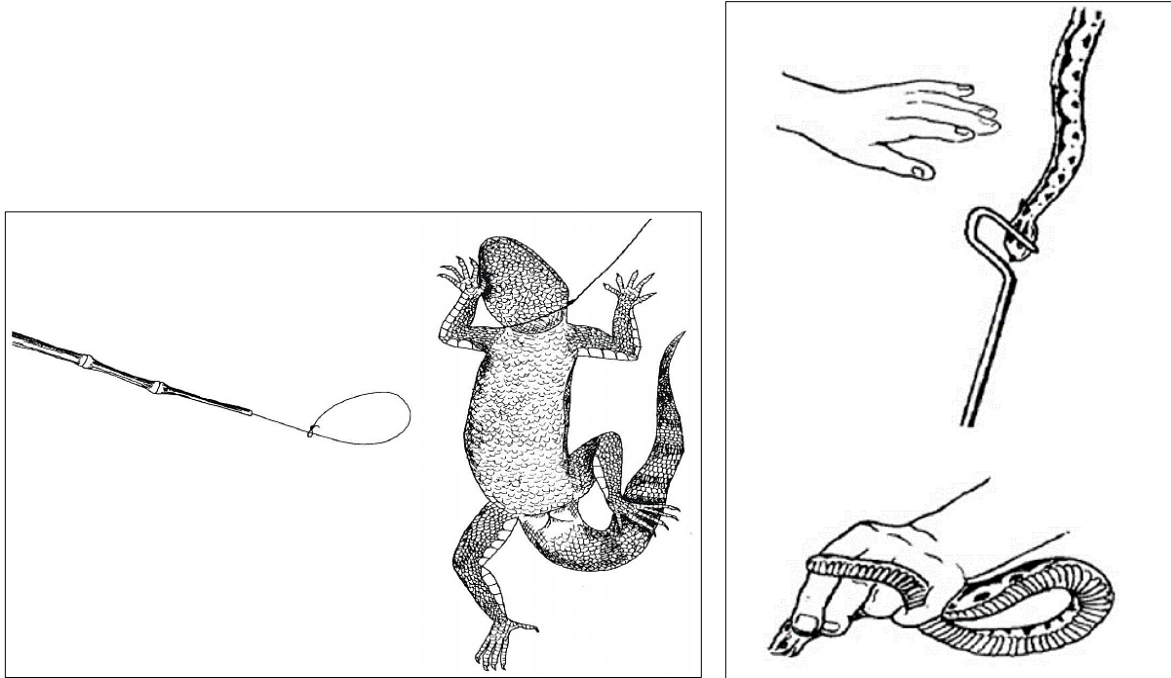


Figura 6.2 Lagartija lazada por el cuello, sujeción de serpiente (tomado de Vanzolini y Nelson 1990).

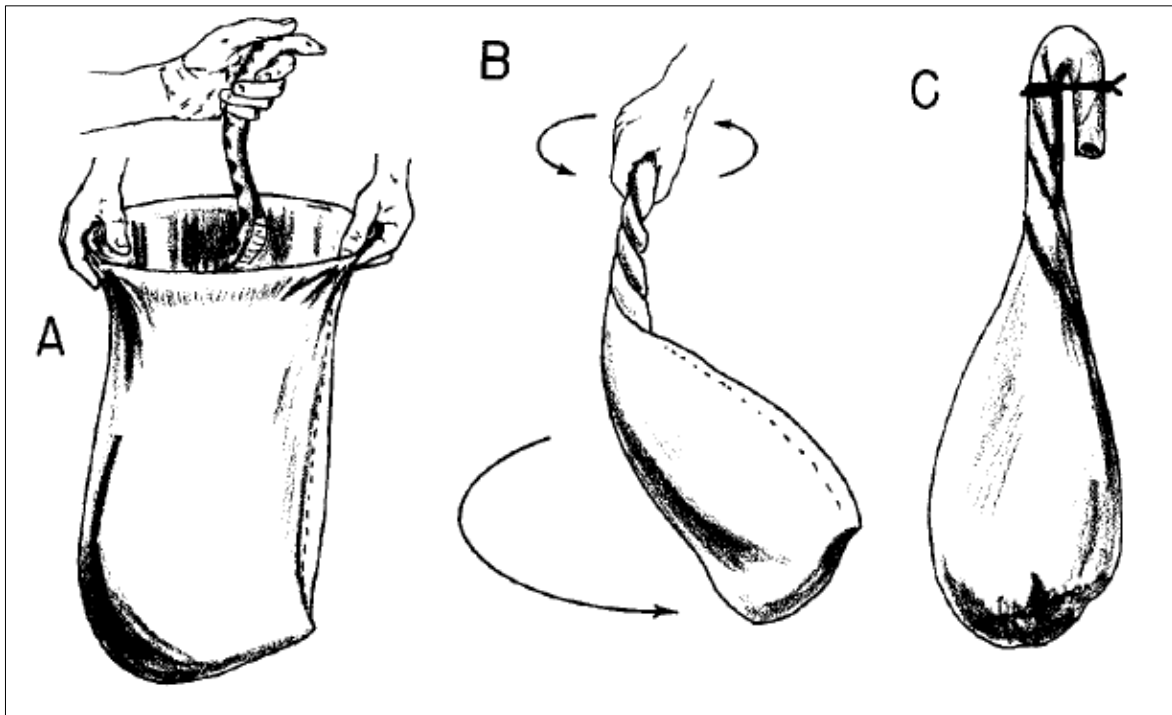


Figura 6.3. Embolsado de serpiente para transportarla (tomado de Knudsen 1972).

Las lagartijas y serpientes de gran talla se depositarán en contenedores o cajas, la cabeza puede estar cubierta con fibra natural, cinta y esparadrapo ya que con ello se pueden minimizar los estímulos externos.

Para el método de captura indirecta se realizarán 3 trampas de caída tipo Pit Falls y dos de embudo, apoyándose con dos cercas de desvío cada una, misma que se realizará de tela negra de diez metros de largo y medio metro de altura colocada con estacas de madera, las trampas de caída serán construidas con botes de plástico con aproximadamente 45 cm de profundidad, perforadas de fondo para que no se acumule el agua y ponga en riesgo al espécimen capturado. Las trampas de embudo serán construidas de malla metálica en cilindro de 35 cm de diámetro. Para ambos casos se dejarán abiertas las trampas durante 24 horas revisándose al medio día y por la mañana.

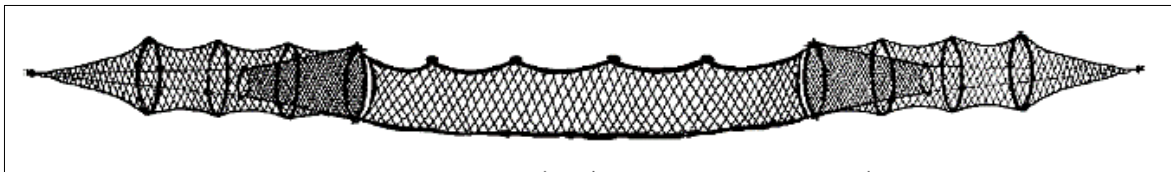


Figura 6.4 Red de desvío (Aguirre-León y Cazares, 2009).

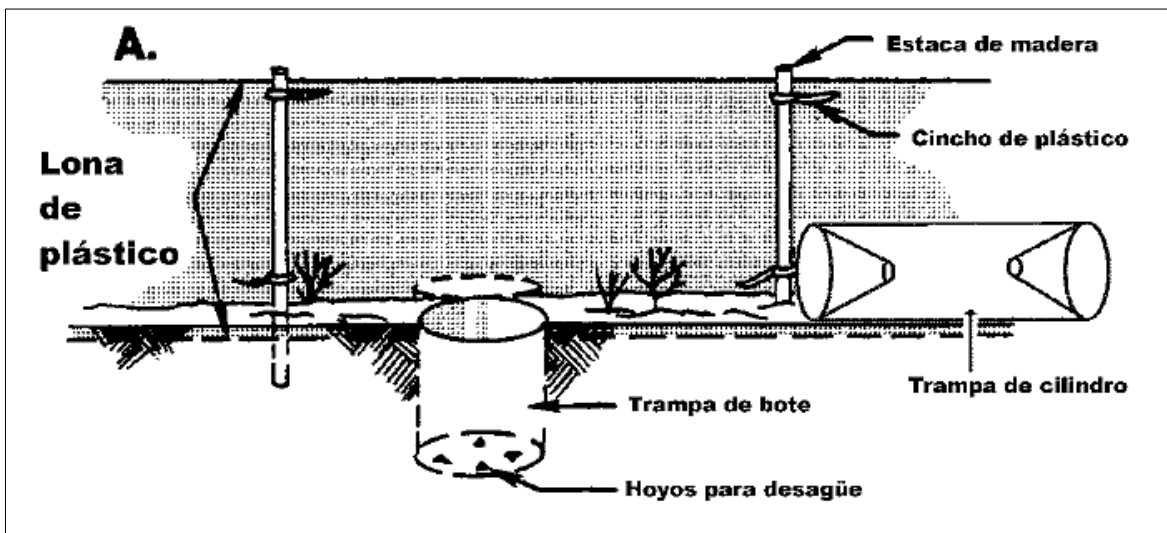


Figura 6.5 Trampa terrestre de cerco de desvío con trampa de fosos (bote) y de cilindro (Heyer 2001).

En caso de capturar reptiles, su liberación se realizará en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio.

- Mamíferos.

Para los mamíferos grandes se utilizará el cordel atrapa-perros marca Soft grip, la cual es una herramienta diseñada para no dañar a los ejemplares capturados, en cuanto a los mamíferos pequeños se usarán trampas Sherman y trampas Tomahawk, la primera son plegables de captura viva, construidas en aluminio, lo cual las hace livianas y de fácil transporte. El peso ejercido por el animal al ingresar en la trampa libera el mecanismo de acción que mantenía la puerta abierta, la segunda son trampas de captura viva de malla de alambre, cuyas dimensiones pueden variar de acuerdo a la especie que se pretenda capturar en este caso mamíferos medianos.



Figura 6.6 Trampas para mamíferos, Sherman y Tomahawk.

Las trampas tipo Shermann y Tomahawk que se usarán para mamíferos de talla mediana serán colocadas en sitios previamente identificados como lugares de paso en donde se detecten las presencias de los organismos mediante excretas, rascaderas y huellas principalmente. Las trampas Tomahawk nos permitirán obtener una adecuada representación de los diferentes tipos de organismos independientemente de sus hábitos y horarios de actividad. En el caso de las

trampas Shermann solo se utilizarán de noche, debido a que todos los roedores son fundamentalmente de hábitos nocturnos.

- Aves.

Se inspeccionará la zona de estudio, en caso de capturar alguna especie de ave se reubicará con ramas cortadas y amarradas a más de 500 metros de distancia de la zona de trabajo, en un árbol con la misma cobertura del hospedero y a la misma altura. Este tipo de actividades deberá de realizarlas personal que tenga la suficiente experiencia en la captura, manejo y liberación de fauna en ambientes adecuados.

Este programa resultará de vital importancia debido a que la fauna silvestre cumple roles ecológicos importantes en las comunidades vegetales, tales como la dispersión de semillas, polinización de plantas y depredación.

6.2.1.2 Programa de reforestación

En la ejecución de las acciones de reforestación se producirá especies nativas del área, *Pinus oaxacana* y *Pinus oocarpa*.

Estas especies serán propagadas en un vivero rústico cercano a la zona del proyecto, las actividades comprendidas en la realización de la reforestación son la selección de sitios, la limpieza, el aclareo, la apertura de cepas, el trazo y alineación de las plantaciones. Para la implementación de estas acciones se recomienda la contratación de un ingeniero forestal además de una cuadrilla de jornaleros para efectuar los trabajos en la plantación.

Para la selección de los sitios a reforestar se realizaran recorridos en la zona, estos sitios serán valorados por el ingeniero forestal en consenso con la autoridades de la comunidad, los sitios seleccionados serán georeferenciados, en la medida de lo posible se recomienda que estos sitios estén posicionados de manera estratégica

para con ello asegurar el establecimiento de las especies, el sitio debe ser accesible, con perturbación forestal severa y libre de actividades de pastoreo. Se efectuará en los sitios seleccionados la limpieza, el trazo, la apertura de cepas, el espaciamiento y densidad de plantación así como abonados; con la finalidad de asegurar el éxito de la plantación.

Este programa de reforestación compensará los posibles daños que se llegará a ocasionar a la vegetación forestal (7,000 m²), para ello se pretende realizar actividades que conlleven a la conservación y preservación de las diferentes áreas afectadas por la construcción del proyecto reforestando los sitios que se encuentren perturbados y permitiendo finalmente la recuperación de las comunidades vegetales aledañas al trazo del proyecto.

1) Objetivos:

- Reforestar una superficie de 10,000 m² (1 ha).
- Establecer, en el menor tiempo posible, la cubierta vegetal para la protección de las zonas afectadas.
- Propiciar condiciones apropiadas para el establecimiento de hábitat para la fauna silvestre de la región.
- Evitar la erosión así como la ocurrencia de deslaves y otros procesos de remoción en masa.

2) Capacitación.

Con la finalidad de asegurar el éxito de la reforestación, se realizarán pláticas sobre los servicios ambientales que proporcionan las especies vegetales dirigido a las poblaciones cercanas y aledañas al área del proyecto. La capacitación se llevará a cabo en tres sesiones de trabajo.

Primera: Platicas de concientización y asignación de fechas de trabajo con las poblaciones. El objetivo es explicar la importancia de la reforestación, así mismo señalar las fechas para llevar a cabo los trabajos de reforestación.

Segunda: Explicación de los métodos de trabajo en campo. El objetivo es explicar la forma en que se llevarán a cabo los trabajos de campo, indicándoles los métodos de reforestación. En esta parte, se determinarán las formas de propagación de las especies a reforestar, indicando que aquellas especies que presenten las características idóneas para ser trasplantadas, mismas que serán señaladas con listón rojo, lo cual dará por enterado a la contratista responsable de la ejecución del proyecto que esos individuos deben de ser reacomodados en sitios aledaños al trazo del mismo.

3) Selección de áreas y especies para reforestación.

En el presente documento se propone un predio con una superficie de 1 ha para la reforestación. Dicho predio se encuentra ubicado en un lugar aledaño al proyecto, lo cual mejorará sin lugar a duda el paisaje del área. Coordenadas UTM (14 Q) del polígono de reforestación: X = 0811960, Y = 1870904.

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

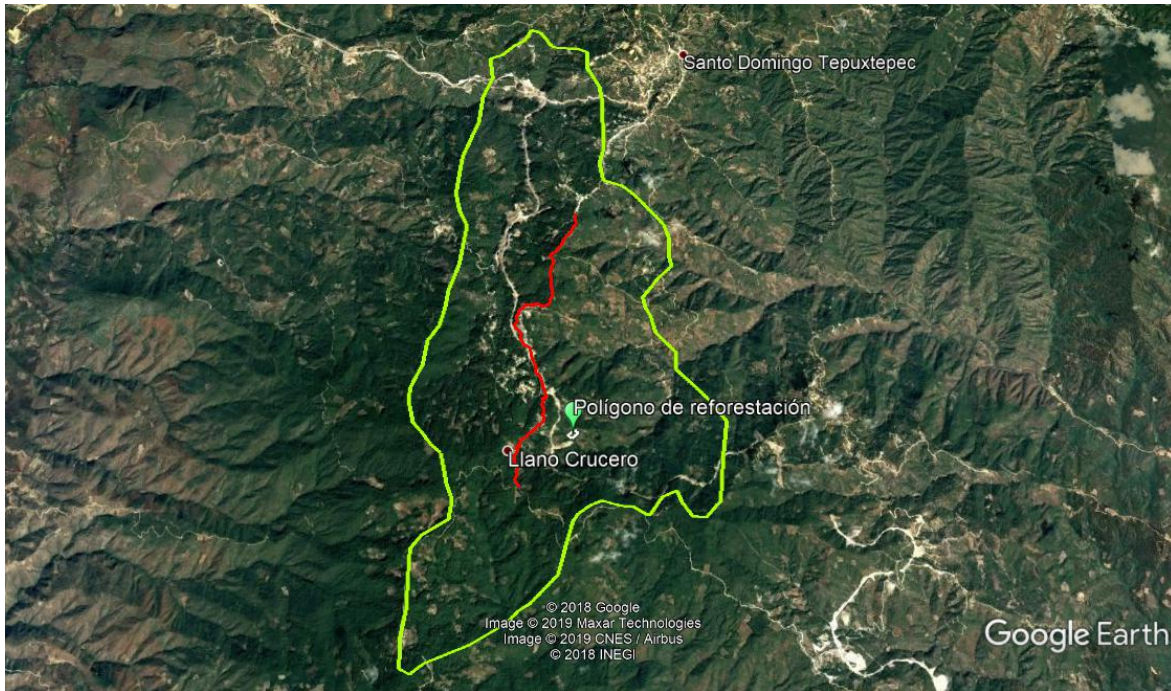


Figura 6.7 Ubicación del predio para reforestación.



Figura 6.8 Ubicación del predio para reforestación respecto al proyecto.

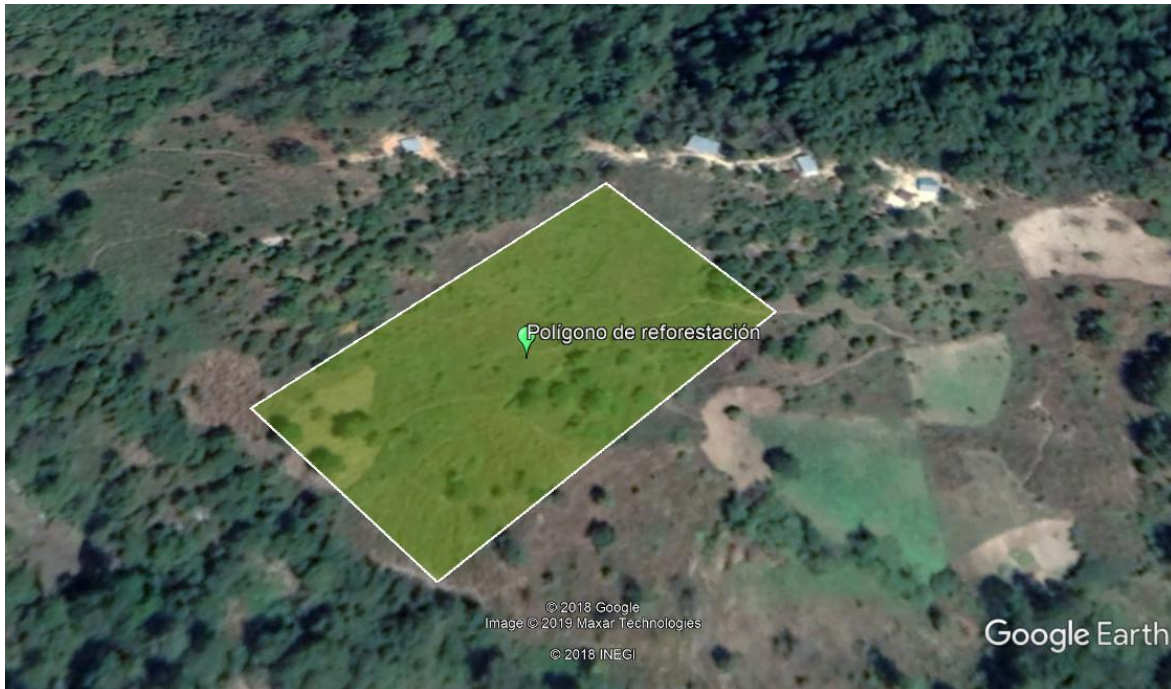


Figura 6.9 Polígono de reforestación.

4) Especies a plantar.

El poder elegir a la especie deseada para la plantación será sin duda la ventaja principal del área que será reforestada. Los factores principales en la selección de las especies son:

- Pendiente estimado en porcentaje.
- Características ecológicas del área.
- Especies nativas cercanas al trazo del camino.
- Especies de rápido crecimiento y que requieran poco cuidados una vez establecidos en campo.
- La rusticidad, la adaptabilidad al clima y los hábitos de crecimiento.
- Crecimiento rápido y resistencia a la invasión de otras plantas, especialmente herbáceas.
- Capacidad de las raíces para estabilizar el suelo.

- Adecuada deposición de materia orgánica para proteger y mejorar la calidad del suelo.
- Capacidad de arraigar en suelos muy erosionados, con poca fertilidad, y resistencia a las plagas y enfermedades.

Tabla 6.5 Especies seleccionadas para la reforestación.

No.	Especie	Nombre común	Individuos
1	<i>Pinus oaxacana</i>	Pino	600
2	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino amarillo	600
			1,200

- Edad y tamaño de la planta.

Por las condiciones del terreno, se hace recomendable utilizar estacas y árboles con una altura mayor de 1 m aproximadamente.

5) Método de plantación.

Se recomienda que se lleve a cabo en la segunda temporada de lluvias, lo cual nos permitirá tener una mayor sobrevivencia de la plantación, además para tener éxito en la plantación se tomarán en cuenta los siguientes parámetros:

- El tipo de material selecto para plantar.
- La época de plantación la cual deberá coincidir con la temporada de lluvias.
- Espaciamiento y distribución de los árboles.
- Competencia con vegetación arbórea, arbustiva y herbácea.
- Preparación del terreno.
- Métodos de plantación.
- Sustrato a utilizar.

Para las especies colectadas en campo y estacadas se utilizará el siguiente sustrato:

- Sustrato de cepellón, se formulará un sustrato que contenga por lo menos un 30% de arcilla, 40% de limo (tierra negra), 10% de M.O y 20% de yocuela (tierra limo-arenosa de color café). La tierra se obtendrá directamente del material extraído de los cortes.
- Para el caso de las especies que sean reproducidas, deberán de tener un sustrato conteniendo una mayor cantidad de tierra negra (50%), 30% de yocuela y 10% de M.O y 20% de Tepetzil (arena).
- Métodos de plantación que se utilizará.

La práctica más común en la preparación del terreno consiste principalmente en intervenir sólo el sitio específico donde se trasplantará o sembrará la planta. El método empleado fue seleccionado debido a la concordancia con el tipo de deficiencias que se presentan y con los factores medioambientales adversos que se pretenden contrarrestar.

Cepa común. Consiste en un hoyo de dimensiones variables dependiendo la calidad del terreno, de forma cúbica y con dimensiones de 40 x 40 x 40 cm. Este método fue elegido, por ser simple y económico, y se recomendó porque son suelos que no presentan fuerte pendiente. La construcción de la cepa debe hacerse en la época seca del año, antes del periodo de lluvias, para que el suelo y las paredes de la cepa se ventilen y con ello se prevengan plagas y enfermedades del suelo. La forma de hacer la cepa es la siguiente: 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrán que auxiliar con pico o barreta. 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa. 3) Si la pendiente es el factor que limita la captación del agua, las dimensiones de la cepa se deberán de variar, de forma que se construya una cepa alargada en el sentido de la curva de nivel o en su defecto del contorno del terreno. Las dimensiones que se sugieren son de 60 a 80 cm de largo x 30 cm de ancho y 40 cm de profundidad. 4) Se recomienda que las cepas queden en una distribución espacial conocida como

“tres bolillos”, ya que de esta forma se mejorara la eficiencia en la captación del escurrimiento superficial y se previene la formación de cárcavas.

Pasos a seguir para la plantación:

- Un día o unas horas antes de la plantación, regar generosamente las cepas.
- Mezclar el sustrato original, los mejoradores del suelo en una proporción 3:1.
- Verificar que el cepellón no presente raíces enrolladas, si es así separarlas cuidadosamente.
- La altura a la que debe quedar el cuello o nudo vital (borde del cepellón), es por debajo del nivel del suelo, para que capte agua o se riegue.
- Empezar a llenar con tierra la cepa y asentarla hasta que el borde del cepellón o envase quede a la altura deseada.
- Colocar la planta en el centro de la cepa.
- Alinear a la planta y asentar la tierra.
- Proporcionarle un primer riego de reforzamiento

La reforestación se realizará siguiendo las curvas de nivel, en una disposición espacial conocida como “tres bolillos”, la cual consiste en intercalar los puntos de reforestación de la hilera superior con la de la inferior; posibilitando tener una distribución homogénea del agua que escurre en el terreno en todas las plantas, además de ocupar mejor el espacio.

La distancia entre curvas de nivel va a depender de la pendiente del terreno, de la cantidad de lluvia que recibe el mismo y de la capacidad de infiltración del agua.

Los principales factores que determinan la cantidad de agua que escurrirá son:

Cobertura vegetal: Este aspecto de cierto modo determina la capacidad del suelo para infiltrar agua, de tal forma que entre mayor sea la cobertura vegetal del terreno, menor será la cantidad de agua que escurra.

Pendiente del terreno: Para este caso se determinaron tres condiciones, dos de ellas opuestas (plana a leve y escarpado) y una intermedia (regular). En este caso se considerará la pendiente media del terreno, pero si el sitio presenta cambios fuertes en pendiente, lo conveniente será medirla en los espacios en que se considera un cambio notorio y tomar los espaciamientos que se recomiendan para cada caso.

Textura del suelo: Se refiere al tipo de partículas que constituyen al suelo, para el caso se están considerando tres niveles (gruesa, media y fina), que pueden ser detectado en campo, mediante el siguiente procedimiento: 1) Se toma una pequeña cantidad de suelo en la mano y se humedece perfectamente (sin llegar a la saturación). 2) Se amasa la muestra de suelo y se ve la facilidad que tiene para formar figuras, las cuales pueden ser tiras o bolas.

Si el suelo no tiene la capacidad para formar figuras, es de textura gruesa y contiene gran cantidad de arena. Por el contrario, si la muestra es excesivamente pegajosa a los dedos, el suelo tiene gran cantidad de arcilla y es de textura fina. En el caso que la muestra al moldearse deje una sensación jabonosa entre los dedos, la textura es limosa. El caso intermedio sería una capacidad adecuada para formar figuras, lo que indicaría que el suelo está constituido por una combinación de arcilla, limo y arena, y que originaría una textura franca o media.

En cuanto a la precipitación, se considera la cantidad de lluvia que puede recibir el sitio, lo cual determina en cierto modo el grado de humedad. Para este factor se estimaran los distanciamientos entre curvas de nivel en cuatro situaciones, las que de modo general se presentan más recurrentemente en el país. Estas categorías se refieren indirectamente a la cantidad de lluvia que puede caer en 24 h.

Unas ves tomadas los parámetros mencionados anteriormente se excavarán una cepa mayor al envase de la planta, normalmente de 40 x 40 x 40 cm. Al hacer la cepa se tendrá que separar la tierra superficial por ser más fértil, de la más profunda

(menos fértil). Antes de introducir la planta, se podarán las raíces que sobresalgan del envase, cortando y retirando con cuidado el envase, principalmente de las especies obtenidas en vivero, en cuanto a las plantas estacadas y trasplantadas se realizará de forma inmediata con la finalidad de no generar estrés en las raíces.

Tanto para las especies obtenidas en vivero como para las trasplantadas se depositará nuevamente una capa de tierra fértil en el fondo de la cepa para facilitar el desarrollo de las raíces y se aplicará una capa de humus obtenida en campo.

Se colocará la planta en posición vertical al centro de la cepa, procurando que el tallo quede hundido de 5 a 7 cm. Se depositará primero la tierra más fértil y se compactará ligeramente rellenando posteriormente la cepa con el resto de la tierra.

Para mantener en posición vertical la especie plantada se colocará un tutor (antes de establecer el árbol para evitar daño a las raíces, el tutor se obtendrá de las varas obtenidas de los cortes).

En cuanto a los riegos, estos no se realizarán de forma manual, ya que se propone realizar la reforestación en temporada de lluvias. No obstante las áreas reforestadas cercanas a los poblados tendrán riegos manuales para obtener mejores resultados. Así mismo se responsabilizará a la empresa encargada de la ejecución del proyecto que quincenalmente se les dé un pequeño riego con las pipas que utilizan.

Finalmente en caso de que el crecimiento de la especie sea lento en época invernal se colocará en la base de la planta un acolchado (materia vegetal seca), para protegerlo del frío, esta capa no debe de tocar el tallo para evitar pudriciones. Cabe mencionar que también se llevará a cabo actividades de trasplante.

- Época de trasplante.

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal. Se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.
- Evaluación de la sobrevivencia y seguimiento.

Se deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado.

Esta metodología conceptualiza a la reforestación como un proceso que comprende cuatro etapas fundamentales: Planificación, Producción, Establecimiento y Comportamiento, cada una de estas etapas comprenden cuatro factores con cuatro indicadores críticos cada uno de ellos, con lo cual se habrán de evaluar 16 indicadores críticos en cada una de las etapas.

- Tipo de reforestación.

En este programa se contemplan dos tipos de reforestación:

- Especies nativas: la que se refiere a la reforestación con especies nativas que se estará realizando en una superficie compacta.
- Lineal: la cual estará enfocada principalmente a aquellas plantas que sean plantadas por estacas y árboles propagados en el vivero, en línea recta en áreas donde sea necesaria la retención de suelo.

Reforestaciones lineales: Las reforestaciones pueden ser una o varias líneas de reforestación y para esta metodología las reforestaciones con más de 6 líneas se consideran como una reforestación compacta. En este caso la longitud de plantación son mayores de 500 m, por lo cual el muestreo se realizará por secciones, el cual consiste en medir la longitud total de la línea y dividirlo en 5 secciones. Una vez conocidas las longitudes de las secciones o segmentos, se muestrean los dos extremos y la del centro.

Reforestación compacta: Para el caso de las especies que se reforestarán en áreas compactas en una superficie de 1 ha, para realizar la evaluación de las mismas, se estará llevando a cabo un muestreo con sitios circulares de 100 m² (5.64 m de radio), distribuidos homogéneamente en el área de la reforestación. La intensidad de muestreo será del 2 %. En virtud de que la distancia de reforestación utilizada fue la de 3 x 3 m, el número de plantas por sitio a evaluar es de 11.

Para determinar la sobrevivencia, en cada sitio se cuantificarán las plantas vivas y muertas, para conocer el total establecidas. En reforestaciones equidistantes, el número de plantas establecidas por sitio se podrá determinar en función de la equidistancia entre plantas.

Para el programa que nos ocupa, en donde la tres etapas antes referida, ya fueron ejecutadas, solamente nos enfocaremos a la última que es la más importante, el comportamiento, de la reforestación en función del tiempo y área.

- Descripción de los factores e indicadores del establecimiento de la reforestación.

Tabla 6.6 Factores de condición.

Factor condición	
Indicador Supervivencia	
Objetivo	Conocer el número de individuos vivos de la reforestación
Definición	La supervivencia se entiende como el conjunto de individuos encontrados vivos del total de los reforestados, por unidad de espacio/tiempo, definida, se debe evaluar a partir de la primera estación seca, inmediata a la fecha de reforestación.
Indicador Salud	
Objetivo	Conocer el número de individuos sanos de la reforestación.
Definición	Se considera que un individuo es sano cuando no presenta síntomas de enfermedades o daños por plagas en tallos(s), ramas y follaje/yemas. La salud de una reforestación se entiende como el conjunto de individuos encontrados sanos del total de los reforestados, por unidad de espacio/tiempo definida. Se debe evaluar a partir de la primera estación seca, inmediata a la fecha de reforestación.
Indicador Integridad Morfológica	
Objetivo	Conocer la Integridad Morfológica de la reforestación una vez ubicada en su sitio.
Definición	Se considera que un individuo es íntegro cuando presenta tallo(s), ramas y follaje/yemas. Este indicador se debe evaluar a partir de la primera estación seca inmediata a la fecha de reforestación en adelante, la integridad morfológica de una reforestación es el conjunto de individuos íntegros en función del total reforestados, en una unidad de espacio/tiempo determinado.
Indicador Vigor	
Objetivo	Conocer el número de individuos vigorosos de la reforestación.
Definición	Se considera que un individuo es fuerte o vigoroso cuando en su totalidad se observa el color de sus hojas es el característico de la especie a la que pertenece; la consistencia del tejido en su tallo y ramaje es dura pero a la vez flexible; presenta follaje abundante y tiene yemas vivas en la mayor parte de sus ramas, esto último dependiendo en la época del año

El vigor de una reforestación se entiende como el conjunto de individuos encontrados vigorosos del total de los reforestados, por unidad de espacio/tiempo,

definida, se debe evaluar a partir de la primera estación seca, inmediata a la fecha de reforestación.

Estos cuatro indicadores se medirán en campo, para conocer sus valores se requiere cuantificar o determinar el número de árboles con la condición favorable y el número de árboles reforestados en las unidades de muestreo inventariadas.

Tabla 6.7 Factores físicos.

Factores físicos	
Indicador Temperatura.	
Objetivo	Evaluar la correspondencia entre los rangos térmicos de las especies y los encontrados en el sitio de la reforestación.
Definición	La temperatura ambiente es la variación del estado de agitación de las moléculas del aire que circundan directamente a un organismo u objeto. Este indicador deberá evaluarse una vez determinada la temperatura media anual del área de reforestación, comparándola con los rangos térmicos propios para el desarrollo de las especies evaluadas.
Indicador Suelo	
Objetivo	Evaluar la correspondencia entre las clases texturales recomendadas para las especies y la encontrada en el área de reforestación.
Definición	El suelo es el resultado neto de la acción del clima y los organismos, especialmente la vegetación, sobre el material materno de la tierra. Este indicador deberá evaluarse una vez determinada la clase textural del área de reforestación, comparándola con las clases texturales propias para el desarrollo de las especies.
Indicador Precipitación	
Objetivo	Evaluar la correspondencia entre los rangos de precipitación de las especies y lo encontrados en el sitio de la reforestación
Definición	Cantidad de agua de lluvia que cae en un período determinado. Este indicador deberá evaluarse una vez determinada la precipitación total anual del área de reforestación, comparándola con los rangos de precipitación propios para el desarrollo de las especies evaluadas.
Indicador Altitud	
Objetivo	Evaluar la correspondencia entre los rangos altitudinales de las especies y los encontrados en el sitio de la reforestación
Definición	La altitud es la distancia vertical entre un punto dado y una superficie. Este indicador deberá evaluarse una vez determinada la altitud media del área de reforestación, comparándola con los rangos altitudinales propios para el desarrollo de las especies a evaluar. Estos cuatro indicadores se evalúan en gabinete con la ayuda de las cartas de INEGI correspondientes y los requerimientos ecológicos de las especies. La valoración de estos indicadores se

	realiza mediante la ponderación de las especies establecidas dentro de sus rangos naturales.
--	--

Tabla 6.8 Factores antropogénicos.

Factores antropogénicos	
Indicador Manejo	
Objetivo	Estimar la superficie de la reforestación establecida que recibe al menos una acción de manejo.
Definición	El manejo es el conjunto de técnicas que conducen a mejorar y mantener condiciones adecuadas la calidad de una reforestación para un objetivo determinado. Las acciones más importantes en las reforestaciones son: Reposición de planta, deshierbe, podas, preclareos, cajeteo, control fitosanitario, fertilización, riego, tutores y acolchado para reducir la evaporación.
Indicador Pastoreo	
Objetivo	Estimar la superficie de la reforestación establecida que no presente evidencia de pastoreo.
Definición	El pastoreo es la acción de pastorear al ganado, es decir, llevar al ganado para hacerlo pacer.
Indicador Vandalismo	
Objetivo	Estimar la superficie de la reforestación establecida que no presenta afectación por vandalismo.
Definición	Vandalismo es el espíritu, intencionado o espontáneo de destrucción de la vegetación. Este indicador deberá evaluarse una vez que la reforestación haya cumplido por lo menos un año de establecida.
Indicador Incendios	
Objetivo	Estimar la superficie de la reforestación establecida que no presenta evidencia de incendios.
Definición	Un incendio es el abrasamiento total o parcial de un material combustible, este indicador deberá evaluarse una vez que la reforestación haya cumplido por lo menos un año de establecida.

Estos indicadores se evalúan en campo, se valoran midiendo y ponderando los porcentajes de las unidades de muestreo con la condición favorable, también se pueden medir mediante la estimación visual del por ciento de la superficie total de reforestación con la condición favorable.

Tabla 6.9 Factores de función.

Factores de función	
Indicador Especie	
Objetivo	Determinar si la especie corresponde al propósito u objetivo por el que es establecida la reforestación.
Definición	Grupo de organismos vegetales formalmente reconocido como distinto de otros grupos.

	Este indicador se evalúa en gabinete y se valora mediante la ponderación de las especies establecidas correctamente de acuerdo al propósito o función de la reforestación.
Indicador Arreglo	
Objetivo	Evaluar si la reforestación tiene arreglo adecuado de acuerdo al propósito u objetivo principal para el que fue establecido.
Definición	Arreglo, disposición de las plantas en el terreno.
Indicador Ubicación	
Objetivo	Evaluar si la reforestación está ubicada en el lugar adecuado de acuerdo al propósito u objetivo principal para el que fue establecido.
Definición	Ubicación, acción de situar o de instalar en el sitio o lugar apropiado una reforestación.
Indicador Distanciamiento	
Objetivo	Evaluar si la reforestación tiene el distanciamiento adecuado de acuerdo al propósito u objetivo principal para el que fue establecido.
Definición	El distanciamiento entre plantas es la acción y el efecto de dejar un intervalo de espacio que separe una planta de la otra.

Los indicadores arreglo, ubicación y distanciamiento se evalúan en campo, se valoran midiendo y ponderando los porcentajes de las unidades de muestreo con la condición favorable, también se pueden medir mediante la estimación del por ciento de la superficie total de reforestación con la condición favorable.

Para la evaluación de estos cuatro indicadores es necesario considerar las características de las especies y del terreno de acuerdo al propósito o función de la reforestación.

6.2.1.3 Manual de buenas practicas para el manejo de la vegetación removida

Objetivo

Promover el mejor uso de la vegetación removida producto del desmonte y despalle en las diferentes etapas del proyecto que refuercen las medidas de mitigación en los componentes ambientales: suelo y agua.

La vegetación producto del desmonte deberá emplearse para:

- Estabilización y/o re-vegetación de taludes.

Es el despalme o recubrimiento practicado en taludes laterales de cárcavas, cauces intermitentes, caminos, arroyos o ríos para evitar o disminuir la erosión y permitir el desarrollo de la vegetación.

- Acomodo de material vegetal muerto de forma perpendicular a la pendiente.

Consiste en formar cordones de material vegetal muerto a nivel, proporcionando protección al suelo y evitando la erosión hídrica. Disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

- Establecimiento de cultivo de cobertura con especies nativas.

Cultivo cuyo propósito es beneficiar el suelo aportando materia orgánica mejorando la fertilidad y su estructura, protección contra el clima (lluvia, viento), refugio a otras especies, generación de microclimas, aumento en la cobertura y posteriormente en la riqueza y abundancia de plantas nativas, aves, mamíferos, insectos entre otros.

6.2.1.4 Pláticas de educación ambiental

Objetivo

Establecer temas base que los trabajadores de campo deben conocer a fin de concientizar y garantizar el cumplimiento de las medidas propuestas.

El programa de educación ambiental se implementará desde del inicio de la ejecución de las obras, dichas pláticas serán dirigidas al personal de campo con temas relacionados con el manejo de basura (residuos sólidos) e importancia de la protección de la flora, fauna, suelo y agua presentes en el sitio y zonas aledañas.

Tabla 6.10 Temas generales de las pláticas de educación ambiental.

Tema	Objetivo	Tiempo	Duración	Personal a concientizar
<p>Tema General:</p> <p>*Educación ambiental</p> <p>*Residuos peligrosos y no peligrosos</p> <p>*Flora, fauna.</p> <p>*Rescate de especies silvestres</p> <p>*Protección de especies Amenazadas, Extinción.</p>	<p>Concientizar al trabajador y dar un enfoque general del programa de educación ambiental.</p>	<p>Se darán los conceptos Básicos durante pláticas que van de 5 a 10 minutos de 10 a 15 minutos</p>	<p>Al inicio de cada una de las actividades diarias en cada una de las obras.</p>	<p>Trabajadores de campo</p>
<p>Contaminación de suelo, agua y aire</p>	<p>El trabajador conocerá la importancia y hará conciencia del cuidado de estos medios naturales</p>	<p>de 5 a 10 minutos de 10 a 15 minutos</p>	<p>Durante la ejecución de cada una de las obras.</p>	<p>Trabajadores de campo</p>
<p>Manejo de residuos peligrosos, no peligrosos y residuos biológicos</p>	<p>Conocerá las condiciones adecuadas de manejo de residuos no peligros (orgánico e inorgánico) y peligrosos (aceites lubricantes, estopas impregnadas, plásticos impregnados, grasas y solventes, filtros de aceites, entre otros) y del uso de letrinas para el caso de la SE "Concientizar al trabajador"</p>	<p>Al inicio de los trabajos de cada una de las obras se le dará información al personal en general, de las pláticas a tratar en el programa de educación ambiental. Posteriormente se darán cada 15 días con temas específicos. Las pláticas duraran de 5 a 10 minutos en el campo.</p>	<p>Se efectuará durante el tiempo de ejecución de cada una de las obras.</p>	<p>Trabajadores de campo</p>
<p>Importancia de la flora y fauna del sitio</p>	<p>Conocerá las medidas de conservación y protección de la flora y fauna en el área de trabajo y zonas aledañas.</p>	<p>Al inicio de la obra se le dará información al personal en general de las pláticas a tratar en el programa de educación ambiental. Posteriormente se darán pláticas con</p>	<p>Se efectuará durante el tiempo de ejecución de cada una de las obras.</p>	<p>Trabajadores de campo</p>

CAMINO: SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC - LLANO CRUCERO - CERRO GRANDE,
 TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 5+360

	Conocerá la importancia de las especies que estén bajo alguna categoría de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. de la flora y fauna "Concientizar al trabajador"	temas específicos. Las pláticas duraran de 5 a 10 minutos en el campo, cuidando de no afectar las actividades operativas de la obra en construcción.		
--	---	--	--	--

Estos temas se desarrollarán para las empresas que se encuentren laborando en las diferentes actividades del proyecto.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El desarrollo de actividades antropogénicas en la mayoría de los casos implica una alteración al entorno en el que se desarrollan, siendo este la parte del medio ambiente afectado por la actividad. De acuerdo a Gómez Orea (1998) la alteración se mide por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que los constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta. Con la construcción de los escenarios con proyecto y sin proyecto, se pueden estimar la respuesta del medio ante la ejecución del proyecto además de las distintas formas de manifestación de los impactos a lo largo del tiempo.

Con base en la información y el análisis presentado en los capítulos anteriores, es posible observar que como parte de las características constructivas que conforman a los proyectos carreteros es inevitable la generación de impactos acumulativos y residuales sobre el medio ambiente, estos afectan principalmente al suelo, el agua, la vegetación y la fauna, algunos de estos impactos generados pueden ser irreversibles, sin embargo, estas afectaciones al medio pueden ser disminuidas o compensadas a través de la aplicación de medidas de mitigación como las propuestas en el capítulo anterior, reduciendo de esta manera sus efectos perturbadores en el sistema ambiental, favoreciendo al mismo tiempo un desarrollo productivo que beneficia a la población brindando mejores alternativas en el uso razonable de sus recursos mejorando la calidad y la rapidez de la comunicación y el transporte.

Para tener una visión general del escenario ambiental y de la tendencia de la zona se realizaron una serie de graficas que muestran la tendencia del comportamiento de los procesos naturales, en los cuales se ven reflejados los cambios del sistema ambiental.

En la realización de la representación gráfica se consideraron cuatro periodos de tiempo; situación actual, corto plazo (un año), mediano plazo (cinco años) y largo plazo (de diez años en adelante). Se consideraron estos escenarios con los impactos actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual será representada por rangos que van de 0 a 10, donde el 10 presenta un deterioro significativo de todos sus componentes, el 0 presenta un estado de conservación estable donde todos sus componentes funcionan en armonía. La tendencia de la calidad ambiental se evaluó contemplando tres diferentes escenarios, la tendencia del escenario sin proyecto, del escenario con proyecto y por último el escenario con proyecto y la implementación de medidas correctivas.

En la siguiente figura se muestran los efectos perturbadores que se presentan en el sistema ambiental, a través de esta red de efectos perturbadores se puede determinar el pronóstico del escenario afectado por las actividades realizadas en la construcción del camino.

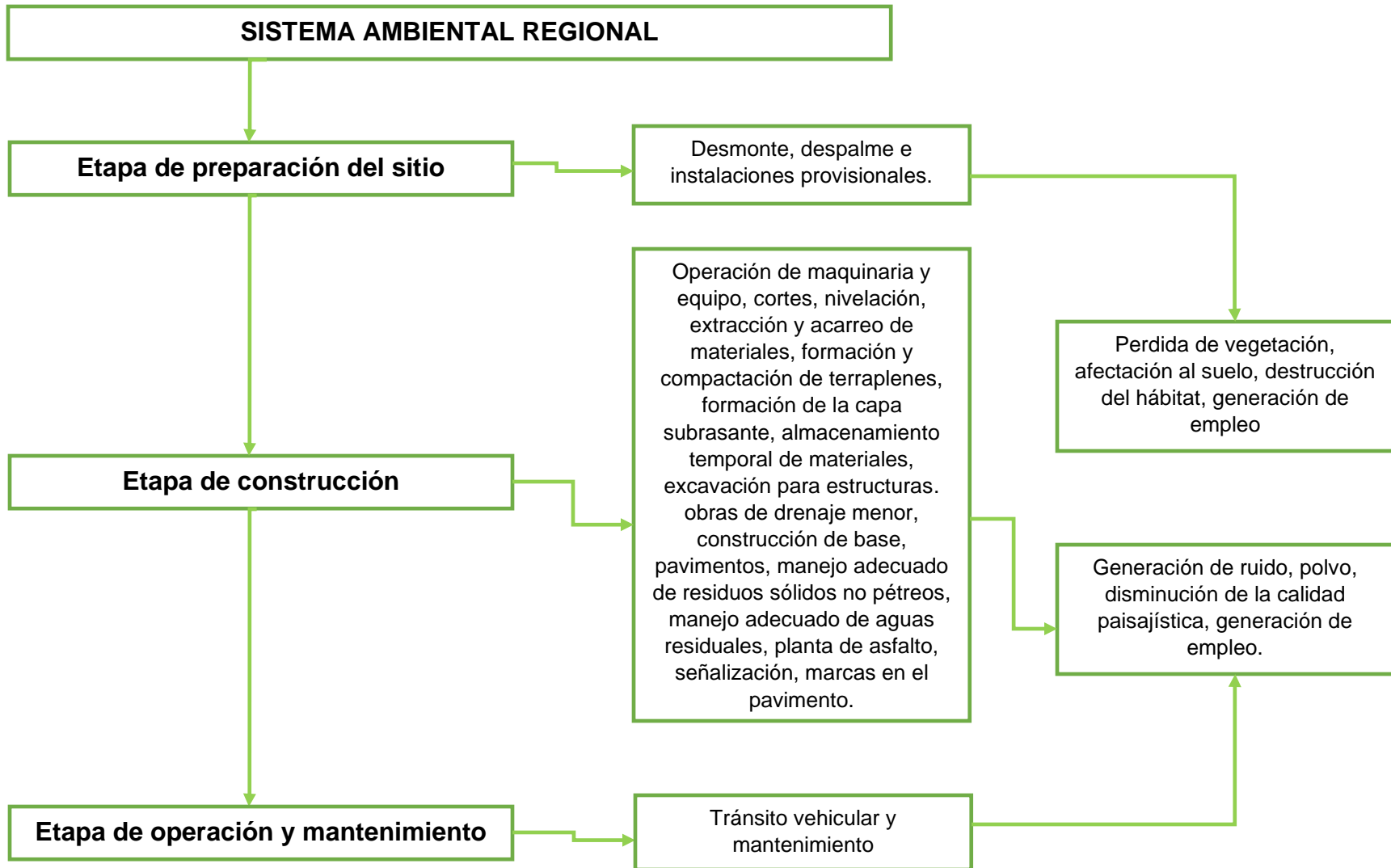


Figura 7.1 Efectos perturbadores en el sistema ambiental regional.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El SAR objeto de estudio presenta una tendencia ambiental que difícilmente cambiará, por lo que se estima presentará cambios poco perceptibles. Esta degradación se ve reflejada al analizar los aspectos más relevantes del proyecto, lo cual considera que en la actualidad toda la superficie del SAR está siendo modificada por las diversas actividades antropogénicas que se desarrollan en las comunidades inmersas del sistema, de la misma manera las tendencias de este deterioro aumentarán en un lapso no mayor a 10 años, ya que el proyecto se localiza muy cerca del parteaguas de un terreno montañoso, lo que propicia la siembra de cultivos y otras actividades de aprovechamiento. La vegetación en el SAR se encuentra en un estado de desarrollo óptimo con una riqueza específica alta y con altos índices de diversidad, mismos que de no llevar actividades tendientes a la conservación se verán afectadas en un tiempo relativamente corto. De igual manera, la fauna se ve afectada como consecuencia de ser un ecosistema medianamente alterado lo que imposibilita el flujo de genes y el incremento de la presencia de especies, principalmente de mamíferos y reptiles.

La calidad del agua capturada se mantendrá en niveles similares a los estimados actualmente en la superficie total del proyecto, si no se presentan sequías prolongadas durante la temporada de lluvias. El suelo dentro del área del proyecto, se mantiene dentro del mismo rango de conservación que muestra actualmente. De acuerdo a los componentes que conforman un paisaje tales como, formas del terreno, suelos, fauna clima, agua y vegetación, se observó que estos componentes mantendrán condiciones análogas a los mostrados actualmente, de esta forma no se espera una afectación considerable sobre la calidad del paisaje.

Desde el punto de vista técnico constructivo, se considera necesaria la construcción del camino para unir a estas comunidades con los servicios de la región, presenta además una infraestructura que garantizará el mejor desarrollo vehicular y por otro lado un mejor acceso a servicios comerciales. Las remuneraciones económicas

para la población económicamente activa continuarán siendo las mismas, siguiendo con las tendencias observadas la mayor parte de la población ocupada se encontrará percibiendo uno o dos salarios mínimos.

En la siguiente figura se presenta el sistema ambiental sin el proyecto, se puede observar que la calidad de la vegetación, la fauna y el suelo se encuentran en un estado de conservación de medio a bajo, los factores ambientales incrementa su deterioro a mediano plazo, esto a causa de las actividades que se realizan dentro del sistema, la construcción de vías de comunicación como lo es la autopista 179 Oaxaca - Istmo, el tránsito vehicular, la explotación forestal y la agricultura juegan un papel determinante en el funcionamiento del ecosistema, siendo la construcción de la autopista la de mayor peso en la disminución de la calidad del sistema ambiental.

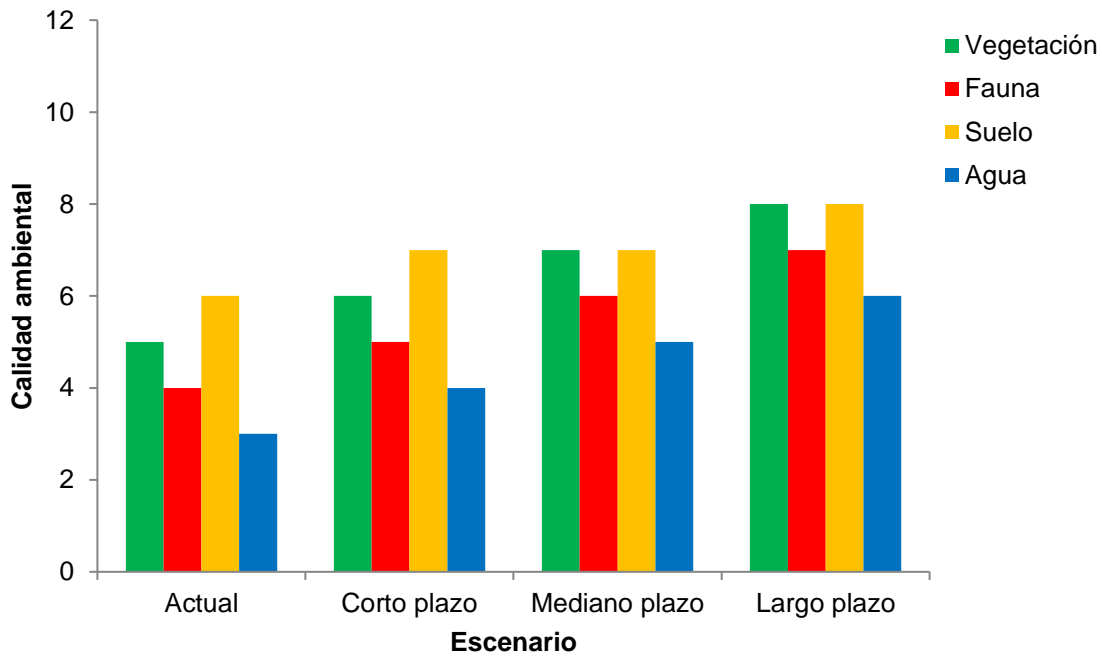


Figura 7.2 Sistema ambiental sin proyecto.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Como parte de las características constructivas del proyecto, se generarán impactos ambientales permanentes a lo largo de su recorrido, como consecuencia de la modificación del relieve, el cambio de uso de suelo, la sustitución de vegetación y afectaciones a la fauna, entre otras. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se producirán la mayor cantidad de impactos, de forma permanente se generará un cambio en las topoformas, el patrón de microdrenaje y en el uso de suelo. El desmonte y despalme del terreno repercutirá en la alteración de la capacidad de infiltración y de las propiedades físico-químicas del componente edáfico. La vegetación resultará afectada tanto en estructura como en diversidad y por ende la fauna ya que se modificará su hábitat y distribución, no obstante, durante la etapa de operación estos impactos tenderán a reducirse o aún a desaparecer, esto será posible cuando en las primeras etapas de trabajo se vigile que estos impactos se minimicen o se anulen, para que los efectos negativos sean mínimos y controlables.

Por otra parte, al ser un proyecto que generará vías de comunicación se prevé que en la zona las emisiones contaminantes aumentarán por el incremento en la circulación vehicular, sin embargo, las condiciones atmosféricas prevaletientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, aunado al establecimiento de árboles nativos de la región con el programa de reforestación.

Es por ello que se considera que con el programa de rescate de especies y reforestación se estará dando una mejor perspectiva paisajística y sobre todo que el área compacta que se pretende reforestar puede servir como un corredor biológico, manifestando una dinámica de los componentes bióticos del ecosistema, considerando principalmente la estructura y funcionamiento de las comunidades florísticas y faunísticas.

También es importante mencionar que la construcción del camino permitirá incrementar la conectividad de las comunidades con los servicios de la región, disminuirá los tiempos de traslado, las condiciones de riesgo para los usuarios e incrementará el flujo de personas y mercancías.

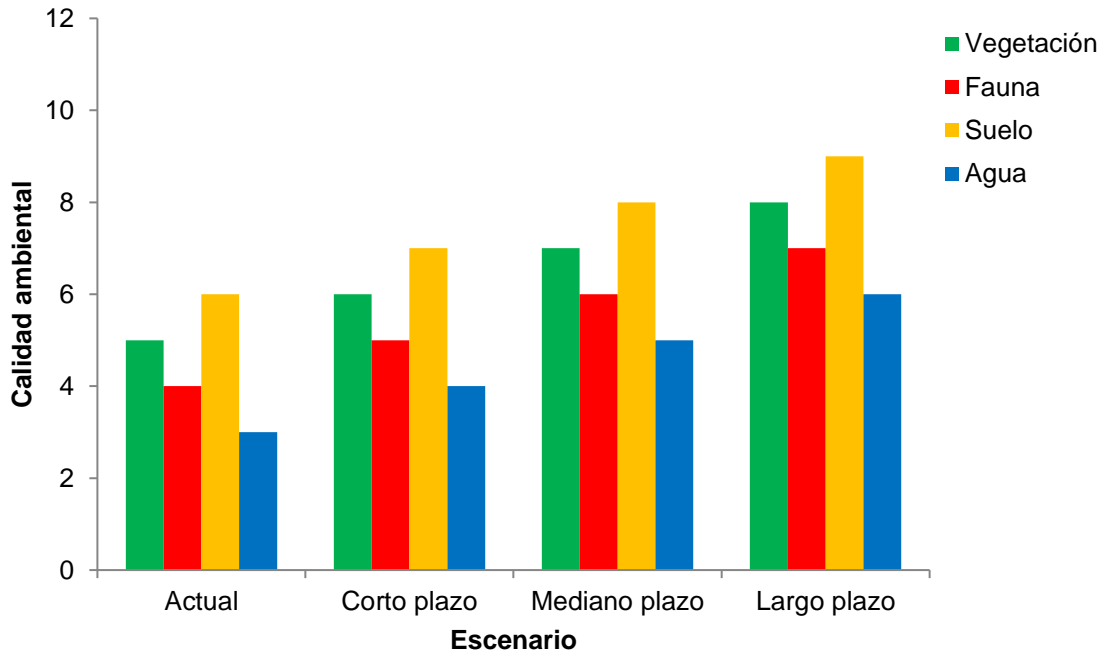


Figura 7.3 Sistema ambiental con proyecto

Con la realización del proyecto de construcción del camino entre las localidades de Santo Domingo Tepuxtepec y Llano Crucero se da la afectación del suelo, este incrementa su valor en la escala a consecuencia de los trabajos de corte, nivelación, formación y compactación de terraplenes además de la construcción de la capa de revestimiento, sin embargo los componentes ambientales restantes mantienen al mismo nivel presentado en el escenario sin la ejecución del proyecto; esto se debe en gran medida a que las actividades realizadas en el proceso constructivo fueron y serán ejecutadas por profesionales y con suma atención en la aplicación de las medidas de mitigación.

El impacto sobre la pérdida de cobertura vegetal y modificación del hábitat, aun cuando se consideran permanentes y en consecuencia residuales, serán compensados mediante la aplicación del programa de rescate y reubicación de flora, así como el programa de reforestación para facilitar la regeneración de la vegetación natural, lo cual será compensado en el mediano y largo plazo, dado el crecimiento y desarrollo de las especies establecidas y las nativas del ecosistema.

El impacto sobre la calidad del paisaje, se considera recuperable en el sentido de que se aplicarán las medidas de mitigación para compensar y armonizar el paisaje natural con el diseño y construcción de terrazas para su reforestación con especies nativas que armonicen con el ecosistema.

7.2.1 En el corto plazo

Los impactos inmediatos, están relacionados con el desplazamiento temporal de la fauna silvestre a otros nichos ecológicos cercanos, así como al derribo de la vegetación nativa; no obstante, las medidas de mitigación relacionadas con la regeneración natural y la reforestación con especies nativas, reducirán los impactos a estos factores ambientales.

La cobertura vegetal de la superficie del proyecto se verá disminuida y se propiciará un incremento en los niveles de erosión hídrica en suelos semidesnudos en las áreas críticas que incluyen sitios con pendientes pronunciadas, para minimizar los daños por erosión, se contempla el diseño y construcción de terrazas, bordes y canales para reducir la pérdida de suelo.

7.2.2 En el mediano y largo plazo (5 a 10 años)

La estructura, la textura, así como el nivel nutricional de los suelos, se verán afectados, no obstante, al aplicar las medidas de mitigación y restauración, se propiciará la actividad microbiológica necesaria para restaurar la fertilidad de los

suelos y así propiciar la regeneración vegetal en los sitios designados para la reforestación.

La cobertura vegetal, así como la restitución de la capa de materia orgánica, se verá disminuida y es posible que se presenten niveles de erosión considerables, dicha erosión disminuirá gradualmente en la medida que se regenere con vegetación natural el sitio y se establezcan los árboles en las zonas de reforestación. En lo que se refiere al factor hídrico, no será afectada ninguna fuente de agua superficial, debido a que con las medidas de mitigación se evitará cualquier indicio que pueda constituir una fuente de contaminación a ríos y arroyos.

Por otra parte, el paisaje se verá afectado debido al derribo de árboles y arbustos; ya que en el sitio del proyecto existe vegetación de pino y encino-pino; es evidente que cambiará el colorido y la fisonomía del mismo. No obstante, se llevará a cabo el programa de restauración que incluye la reforestación, utilizando especies nativas que armonicen con el paisaje natural que existe en la zona.

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Es preciso destacar que para que el escenario conserve la calidad ambiental, es necesario que se realicen las medidas correctivas como se describen. Con estas medidas los impactos generados pasarán de significativos a no significativos por lo tanto las siguientes acciones serán prioritarias para alcanzar esos objetivos.

- **Rescate de fauna.** De la poca fauna presente en el área del proyecto se prevé que esta sea ahuyentada antes del inicio de los trabajos o en su caso sea reubicada en un área alejadas de la zona del proyecto, dando puntual cumplimiento a la mitigación de pérdida de individuos por actividades propias del proyecto, aunado a esto se promoverá en las localidades que se eviten acciones de caza, saqueo o tráfico de especies animales.

- Programa de reforestación. Con la implementación de 1 hectárea de terreno descubierto para su reincorporación a masa forestal productiva, se espera que se minimicen las pérdidas de suelo por erosión, la captura y cosecha de agua, el amortiguamiento ambiental y el paisaje.

Con estas medidas se pretende que en un plazo de al menos 15 años el área a reforestar tendrá las condiciones actuales de diversidad y estructura.

En la gráfica que representa al escenario con el proyecto y las medidas de mitigación, el sistema ambiental regional tenderá a mejorar su calidad, mostrando valores de bajos a medios; la mejora en la calidad se debe a la aplicación de las medidas correctivas propuestas, ya que se promoverá la recuperación de áreas forestales promoviendo la creación de un nuevo hábitat.

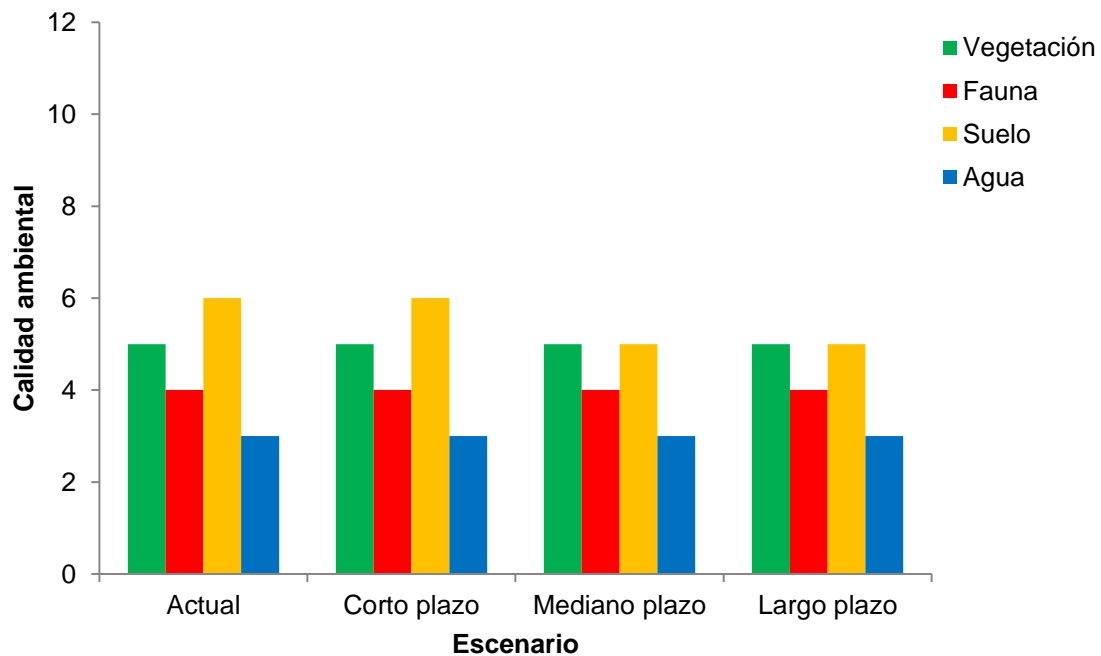


Figura 7.4 Escenario con proyecto y medidas de mitigación

7.4 Pronostico ambiental

Ambiental, social y arquitectónicamente el proyecto es viable, considerando que su implementación consiste en la modernización y pavimentación de un camino ya existente. El resultado de la identificación y evaluación de impactos muestra que en su mayoría se presentaran impactos catalogados como moderados mismos que aplicando las medidas preventivas y de mitigación pueden ser atenuados, los impactos generados identificados como negativos se compensaran con la reforestación de 1 hectárea con 1200 individuos de especies vegetales nativas de la zona de estudio, por lo que el proyecto se hace sustentable ambientalmente.

Por lo tanto, con las medidas de mitigación y con el programa de manejo ambiental, el escenario modificado se integrará en un largo plazo al SAR, encontrando con ello una continuidad y constituyendo de nuevo la vegetación y la fauna del ecosistema.

7.5 Evaluación de alternativas

El trazo y diseño arquitectónico del proyecto constructivo representan la opción más viable económica, social y ecológicamente, cualquier posible alternativa implica el desmonte de una superficie mucho mayor. La ejecución de este proyecto es una pequeña parte de lo fundamental del desarrollo social, un eje de importancia a nivel nacional, estatal y regional, que coadyuva a aumentar la calidad de vida e incrementa el índice de desarrollo y disminuye el grado de marginación; por lo cual y sin dejar de lado la política del desarrollo sustentable, se asume que la implementación de las medidas de mitigación y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) representan la alternativa de integración al medio del proyecto en cuestión.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Técnica de muestreo, flora

La estructura de la vegetación puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Por lo anterior, establecemos las definiciones de los elementos estructurales de la vegetación:

Densidad. Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Montes, C.A. et al, 2014).

$$\textit{Densidad por hectárea} = \frac{\textit{Número de individuos de una especie}}{\textit{Área muestreada}}$$

$$\textit{Densidad relativa} = \frac{\textit{Densidad por hectárea por especie}}{\textit{Densidad por hectárea de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas (en este caso sobre la muestra), o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Montes, C.A. et al, 2014).

$$\mathbf{Frecuencia\ absoluta} = \frac{\text{Núm. de sitios en los que se presenta cada especie}}{n \text{ (número de sitios muestreados)}}$$

$$\mathbf{Frecuencia\ relativa} = \frac{\text{Frecuencia por cada especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Dominancia. Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Montes, C.A. et al, 2014).

Cobertura de una especie

$$= \frac{\pi * (\text{Diámetro mayor de copa} + \text{Diámetro menor de copa})^2}{4}$$

$$\mathbf{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\mathbf{Dominancia\ relativa} = \frac{\text{Área basal total de una especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Índice de valor de importancia (IVI). Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), y se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

$$= \text{Dominancia relativa} + \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

Índice de Shannon- Wiener H' , este índice se basa en la teoría de la información, mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1 \dots p_s$.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

El índice de Pielou mide la equitabilidad si todas las muestras presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equitabilidad deberá ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer teniendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

$\log_2 S$ = es la diversidad máxima (H'_{max}) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

$$H'_{max} = -S \left(\frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Estimador CHAO1: basado en la abundancia, esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están

representadas por sólo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*).

$$\text{Sest} = \text{Sobs} + F^2/2G$$

Dónde: Sest es el número de especies que deseamos conocer, Sobs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de *singletons* y G es el número de *doubletons*. (Chao, 1984).

Curvas de acumulación de especies: son instrumentos en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo. Son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado.

La lista florística se ordenó alfabéticamente por familia y género; la nomenclatura de las familias, géneros y especies, así como los autores, se verificaron en la base de datos W₃TROPICOS. Además, se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para verificar las categorías de riesgo de las especies.

8.2 Técnica de muestreo, fauna

Se realizó un muestreo en campo del 8 al 16 de diciembre de 2014, para la búsqueda de fauna silvestre en el área de estudio. La metodología empleada para cada grupo faunístico, se describe a continuación.

8.2.1 Metrología de muestreo de fauna

En cuanto al muestreo de fauna se establecieron tres transectos a lo largo del trazo del camino (AP) de 500 m de largo por 5 m de ancho y siete transectos en el SAR de 250 m cada uno.

Reptiles y anfibios: con el fin de conocer la diversidad de los herpetozoos se elaboró una lista preliminar de especies para la región, basados en el trabajo de Casas-Andreu *et al.* (2004) y se realizó búsquedas intensivas en el suelo, la hojarasca, en las oquedades de los árboles, en cuerpos de agua y entre las rocas, con el objetivo de capturar organismos con la mano, el pie, pinzas y/o ganchos (García-Grajales, 2008), a los individuos solo se les tomo fotos con una cámara SONY DSC-HX400V a las estructuras que pudieran servir para la identificación correcta, siguiendo las recomendaciones de García-Grajales (2008). Los individuos se identificaron con el trabajo de Flores-Villela *et al.* (1995).

Aves: se realizó un de observación por día para cada transecto. Se utilizó el método de Cuenta en Puntos Fijos (Ralph *et al.* 1996), en el transecto se establecieron 10 puntos de observación (estaciones) separados por un mínimo de 50 m, y una estancia de 10 minutos por estación; durante este tiempo se registran todas las aves vistas o escuchadas alrededor de este punto en una circunferencia variable que depende de las condiciones de visibilidad. La observación se realizó con binoculares Celestron de 10 x 50 mm. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de aves de Peterson y Chalif (2000), Howell y Webb (1995) y Allen-Sibley (2000).

Mamíferos: Se realizaron recorridos a lo largo del transecto para el registro de huellas, excretas, restos de comida y observaciones. Para capturar mamíferos terrestres de talla pequeña no voladores (i. e., roedores e insectívoros) se colocaron 5 trampas Sherman plegables de aluminio espaciadas cada 10 m, las trampas se cebaron con avena, se colocaron dos trampas cámara sobre senderos. Los

individuos o indicios se identificaron con las huellas con la guía de Aranda (2000) y con las claves de Hall (1981), Álvarez et al. (1994) y Medellín et al. (1997).

8.2.2 Análisis de datos

La composición de poblaciones y comunidades se analizó mediante el uso de índices de diversidad a una escala dentro de las comunidades (alfa) y a través del recambio entre estas (beta).

Diversidad alfa: Para conocer la diversidad entre el área del proyecto y en el sistema ambiental se estimó la diversidad verdadera (Jost, 2006) obteniendo a partir del exponencial de índice de entropía de Shannon (*op. cit.*):

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left[-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right]$$

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras son iguales (proyecto vs SA), se siguió el procedimiento modificado por Hutcheson (citado por Zar, 1996).

Así mismo, se estimó el índice de dominancia, ya que además de considerar el valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Se empleó el índice de Simpson representa la probabilidad de que 2 individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita corresponda a la misma especie.

$$D=1- \sum (p_i)^2$$

Donde:

D=índice de diversidad Simpson

Pi= proporción de individuos de la especie, en la comunidad

Este índice concede poca importancia a especies no abundantes. La gama de valores va de 0 (diversidad baja) hasta un máximo de $(1-1/S)$ en S =número de especies.

Se estimó el índice de Shannon-Wiener. Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i

\ln = logaritmo natural

Para conocer la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se empleó la equidad de Pielou, sus valores van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde: H' = índice de Shannon, $H'_{\max} = \ln(S)$.

Se arreglaron los datos en una matriz de abundancia y análisis con el programa PAST 3.01 (Hammer et al., 2001).

Diversidad Beta: Para poder hacer comparaciones y estimar el grado de afectación del proyecto en el SAR y debido a lo heterogéneo del área se empleó un análisis de diversidad beta (Koleff et al., 2003). La diversidad beta se ha definido como el grado de reemplazo o cambio biótico a través de gradientes ambientales, para nuestro

caso se evaluó con base en índices o coeficientes de similitud de Jaccard y Sørensen (Moreno, 2001), basados en incidencia, para lo cual se empleó la siguiente formula, para calcular el índice de similitud de Jaccard:

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A (Bancos)

b = número de especies presentes en el sitio B (SAR)

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

y para calcular el índice de similitud de Sorensen se empleo

$$I_S = \frac{2c}{a+b}$$

Al igual que Jaccard tienen las mismas variables

Se arreglaron los datos en una matriz de presencia ausencia y analizo con el programa **SPADE** (Chao y Shen, 2010).

Para conocer el número de especies a registrar se empleó el estimador no paramétrico de Chao 1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera (Chao, 1984). Para el cálculo de los valores de los parámetros del modelo se utilizó el programa EstimateS 7.0 (Colwell, 2005).

8.3 Calidad visual del paisaje

Para este proyecto se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un valor según los criterios del orden y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área de estudio.

Tabla 8.1 Criterios de ordenamiento y puntuación.

Elementos	Criterios de ordenación y puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso o marcado o prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante. 5	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. 3	Colinas suaves, fondo de valles planos, pocos o ningún detalle singular. 1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes. 5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos. 3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. 1
Agua	Factor dominante en el paisaje limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo. 5	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje. 3	Ausente o inapreciable. 0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables. 5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados. 1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto. 3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. 0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y	Característico, o, aunque similar en otros en la región. 2	Bastante común en la región. 1

	vegetación excepcional. 6		
Actuación humana	Libres de actuación estéticamente no deseada o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. 2	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armónicas, aunque no es su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. 0	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica. -

8.3.1 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual

Tabla 8.2 Clases, calidad visual.

Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (valores de 19 a 33).
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea pero que resultan comunes en el área estudiada pero no son excepcionales (valores de 12 a 18)
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (valores de 0 a 11).

8.4 Bibliografía

ACE (Abundance-based Coverage Estimator): A non-parametric estimator proposed by Chao and Lee (1992) and Chao, Ma and Yang (1993). The observed species are separated as rare and abundant groups; only the rare group is used to estimate the number of missing species. The estimated CV is used to characterize the degree of heterogeneity among species discovery probabilities. See Eq.(2.14) in Chao and Lee (1992) or Eq.(2.2) of Chao et al. (2000).

ACE-1: A modified ACE for highly heterogeneous communities; See Eq.(2.15) of Chao and Lee (1992).

Aranda, J.M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, IE, A.C. Xalapa, Veracruz. 212 p.

- Binford, L.C. 1989. A distribbutional survey of the Birds of the mexican state of Oaxaca. *Ornithological Monographs* 43:1-418.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de biología, UNAM- Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp.423-447.
- Campos, D. J. L. 1993. Claves para la identificación de pinos mexicanos. Dirección de Difusión Cultural Universidad Autónoma Chapingo. México. 70 p.
- Casas, A.G.; *et al*, 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 69. pp1-35.
- Casas-Andreu, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y reptiles. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 375-390.
- Casas-Andréu, G., F. R. Méndez de la Cruz y X Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y reptiles. En García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de biología, UNAM- Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp.375-390.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. and Shen, T.-J. (2005). A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8, 148-159.

Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. and Shen, T.-J. (2006). Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. *Biometrics*, 62, 361-371.

Chao1 (Chao, 1984): This approach uses the numbers of singletons and doubletons to estimate the number of missing species because missing species information is mostly concentrated on those low frequency counts; see Chao (1984), Shen, Chao and Lin (2003) and Chao, Shen and Hwang (2006).

Chao1-bc: a bias-corrected form for the Chao1; see Chao (2005).

Conesa, F. V. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Segunda edición. Madrid España. 390 p.

Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna Y Flora Silvestres. 2005. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 23 de junio de 2005.

Dávila-Ramírez, A., Vásquez-Matías, A. 2006. Sistematización y elaboración de bases de datos de flora y fauna reportados con alguna categoría de conservación, para el estado de Oaxaca. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca N° 23. México.

Del Castillo, R. F., J. A. Pérez de la Rosa, G. Vargas-Amado y R. Rivera-García. 2004. Coníferas. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. J. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund, México, pp. 237-248.

Dietrich R. J., 1995. El uso de entrevistas para averiguar la distribución de vertebrados. *Rev. Ecol: Lat. Am.* 2 (1-3):01-04.

- Elliott, D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller y R. George. 2004. Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca. Laboratorio Nacional de Energía Renovable de USA. USA.
- Flores B. 1999. Muestreo Ornitológico. En: Painter L., D. Rumiz., D. Guinart., R. Wallace., B. Flores y W. Townsend. Técnicas de Investigación para el Manejo de fauna Silvestre. Proyecto de Manejo Forestal sostenible BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Flores, M. A. y G. M. Medina. 1999. Los tipos de vegetación del estado de Oaxaca. En: Vásquez Dávila, M. A. (Ed). Vegetación y Flora. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 3. Instituto Tecnológico agropecuario de Oaxaca. Carteles Editores. Oaxaca. 7-45 pp.
- Flores V.O.1993. Herpetofauna Mexicana, Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México. Cambridge. Museum of Natural History Pittsburg, Pennsylvania, U.S.A.
- Flores-Villela, O., Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2): 115-144.
- Forman, R. T. and L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. En: Annual Review of Ecology and Systematics 29: 207-231.
- Ganter, L. W. 1999. Cumulative effects assessment. Ch18. In. Handbook of Environmental Impact Assessment. Vol I Peff, J. Editor Blackwell Science, Ltd, Oxford England.
- García, E. 1998. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 217 p. México

- García Leyton. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Catalunya.
- García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de biología, UNAM-Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund, México, 603p.
- Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the state of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. Bulletin of the American Museum of Natural History 1(1): 1-269.
- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. pp. 241-255. En: Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. W. F.
- Guinart D. y Rumiz D. 1999. Requerimientos para el diseño de un estudio de campo. En: Painter L., D. Rumiz., D. Guinart., R. Wallace., B. Flores y W. Townsend. Técnicas de Investigación para el Manejo de fauna Silvestre. Proyecto de Manejo Forestal sostenible BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2007. Mapa digital de México. México. En: <http://galileo.inegi.gob.mx/website/mexico/viewer.htm>.
- Juárez, G. G. Y Kenia V. G. 2003. Contribución al conocimiento de la flora vascular del bosque mesófilo de montaña de santa Catarina Ixtepeji, Ixtlán Oaxaca. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca N° 23. México.

Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata M. y G. Kattan (eds). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR, Cartago.

Laurance y R. O. Bierregard junior (eds). University of Chicago Press, Chicago.

Lira, T. I., L. Mora, M. A. Camacho y R. E. Aguilar. 2005. Mastofauna del Cerro de la Tuza, Oaxaca. Revista Mexicana de Mastozoología 9:6-20.

Maas, P. J. M. y L. Y. Th. Westra. 1998. Familias de Plantas Neotropicales, Una guía concisa a las familias de plantas vasculares en la región neotropical. Ed. Koeltz Scientific Books. Alemania.

Marcial M. J: 2011. Implicaciones del cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en los servicios ambientales hidrológicos de la comunidad de Capulálpam de Méndez. Tesis de Licenciatura de la Universidad de la Sierra Juárez. Oaxaca. 91 p.

Martínez M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 1247 p.

Manzanilla J. Y Pefaur E.J, 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. Rev. Ecol. Lat. Am. (7) (1:2): 17-30.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29 –63.

Navarro S., A.G., E.A. García-Trejo, A.T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM Fondo Oaxaqueño

para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 391-421.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.

Primack, R. 1998. Essentials of conservation biology. 2ed. Sinaeur. 659p.

Ramírez-Pulido J., Cabrales, A. J., y Campillo, C. A. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta zoológica mexicana (n. S.) 21(1): 21-82

Rau, G. John and Wooten, C. David. 1980. Environmental Impact Analisis Hambook. Ed. McGrawHil. New York.

Roger Tory Peterson. Western. 1990. Birds. Boston New York, 3a Edición, 432 pp.

Sanz C. J. L. 1991. Conceptos de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid. Instituto Tecnológico Geominero de España. 320p.

Steve, N. G., Howell & Sophie W. 2005. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. California U. S. A.

Torres Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. En: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM. Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. World Wildlife Fund. México. Pp. 105-117.

UICN, Unión Mundial para la Naturaleza. 2001. 2000. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies UICN. Versión 3.1. Aprobado en la 51 Reunión del Consejo de la UICN Gland, Suiza 9 de Febrero de 2000.

Wallace B.R, 1999. Transectos lineales: Recomendaciones sobre diseño, práctica y análisis. En: Painter L., D. Rumiz., D. Guinart., R. Wallace., B. Flores y W. Townsend. Técnicas de Investigación para el Manejo de fauna Silvestre. Proyecto de Manejo Forestal sostenible BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia