

Informe final* del Proyecto DT003
Programa de reforestación y restauración de suelos del hábitat de la guacamaya verde
(Ara militaris) y cierre permanente de caminos de acceso en Peña del Águila, San Juan
Bautista Cuicatlán, Oaxaca

Responsable: M. en C. Francisco Marini Zúñiga
Institución: Secretaría de Educación Pública
Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Dirección: Ex Hacienda de Nazareno, Sta Cruz, Xoxocotlán, Oax, 68130 , México
Correo electrónico: marini@prodigy.net.mx
Teléfono/Fax: (01951) 517 9325, Tel. Cel. 951 509 0075
Fecha de inicio: Julio 15, 2005
Fecha de término: Diciembre 21, 2010
Principales resultados: Cartografía, Informe final y fotografías.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Marini Zúñiga, F. 2010. Programa de reforestación y restauración de suelos del hábitat de la guacamaya verde (Ara militaris) y cierre permanente de caminos de acceso en Peña del Águila, San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca. Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Superior. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DT003.** México D. F.

Resumen:

El proyecto denominado "Programa de reforestación y restauración de suelos del hábitat de la guacamaya verde (Ara militaris) y cierre permanente de caminos de acceso en Peña del Águila, San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca", contempló la identificación de especies vegetales nativas y que forman parte de la dieta de la guacamaya verde, en el paraje conocido como Peña del Águila; para determinar aquellas especies con las que se realizará la reforestación de la zona y el cierre de caminos de acceso a las torres 209, 210 y 211 de la L. T. Temascal II - Oaxaca potencia, en este sentido se implementarán trabajos de obra mecánica y vegetal para mitigar el deterioro de los suelos.

La ejecución de este proyecto, permitió restaurar de manera integral el hábitat de la guacamaya verde, así como mitigar los procesos de deterioro ambiental y contribuir con la estabilidad de las condiciones ambientales que se presentan en torno al hábitat integral de Ara militaris; sumando con ello esfuerzos, recursos y capacidades para lograr su conservación.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. Antecedentes	1
2. Diagnóstico del estado actual de conservación del hábitat de la guacamaya verde	3
2.1 Evaluación de impacto ambiental	3
2.2 Indicadores de impacto	3
2.3 Listado General de Indicadores de impacto	4
2.3.1 Criterios de evaluación	5
2.4 Índices de deterioro del suelo	13
3. Restauración mediante actividades mecánicas	26
3.1 Estudio edafológico	26
3.2 Restauración mediante obra mecánica	33
3.2.1 Control de cárcavas a través de diferentes técnicas (relleno con piedra, material vegetativo y tierra)	33
3.2.2 Gaviones y barreras vivas	34
3.2.3 Muro seco	37
3.2.4 Encauzamiento	41
3.3 Levantamiento topográfico	41
4. Reforestación con especies nativas	44
4.1 Inventario florístico	44
4.2 Reforestación	56
4.2.1 Vivero	56
4.2.1 Colecta de germoplasma y partes vegetativas para propagación en vivero	59
4.2.2 Propagación y producción en vivero	64
4.2.3 Preparación del sitio	65
4.2.4 Apertura de cepas	66
4.2.5 Maniobras de carga y descarga	68
4.2.6 Siembra	69
4.2.7 Diagnóstico de actividades de restauración y reforestación	73
5. Cierre de brechas	79
6. Participación comunitaria	82
7. Bibliografía	86
Anexos	
Anexo 1 Memoria fotográfica	
Anexo 2 Catálogo de Flora	
Anexo 3 Oficio de Reconsideración sobre el cierre del camino de acceso	
Anexo 4 Acta de Asamblea	
Anexo 5 Oficio de contestación de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental	
Anexo 6 Mapas	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro II.1 Componentes ambientales y sus indicadores de impacto	4
Cuadro II.2 Acciones causales de impacto y factores ambientales impactados, identificados actualmente en el sitio de estudio	4
Cuadro II.3 Escalas empleadas por criterio de evaluación	6
Cuadro II.4 Matriz de impactos del tramo de la torre 212 – 213	7
Cuadro II.5 Matriz de impactos del tramo de la torre 213 – 214	7
Cuadro II.6 Matriz de impactos del inicio del camino a la Z (camino de acceso)	8
Cuadro II.7 Matriz de impactos del tramo de la Z hasta la torre 214 (camino de acceso)	8
Cuadro II.8 Clasificación de los impactos y su rango	10
Cuadro II.9 Matriz de impactos de la torre 212 a la 213 (derecho de vía)	11
Cuadro II.10 Matriz de impactos de la torre 213 a la 214 (derecho de vía)	11
Cuadro II.11 Matriz de impactos del tramo del inicio del camino a la Z (camino de acceso)	12
Cuadro II.12 Matriz de impactos de la Z hasta la torre 214 (camino de acceso)	12
Cuadro II.13 Calificación de pendiente por rangos porcentuales en el área de estudio	14
Cuadro II.14 Calificación para determina el grado de erodabilidad del suelo	15
Cuadro II.15 Calificación de las variables (CTEX y CPRMO) para la determinación de los grados de erodabilidad.	15
Cuadro II.16 Definición de la calificación de erodabilidad del suelo	17
Cuadro II.17 Coordenadas de los puntos donde fueron colocados los gaviones	18
Cuadro II.18 Calificación de los grados de erosión	18
Cuadro II.19 Calificación de grados de erosión para cada sitio de muestreo	20
Cuadro II.20 Codificación de uso agrícola más pecuario.	20
Cuadro II.21 Calificación del uso agrícola más pecuario	21
Cuadro II.22 Calificación de arrastre de sedimentos. $CSE = (CE + CEL + CEC)/3$	22
Cuadro II.23 Calificación por el nivel de deterioro del área de estudio	24
Cuadro II.24 Determinación del índice de deterioro en el área de estudio	24
Cuadro III.1 Coordenadas de los perfiles levantados en el trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214	26
Cuadro III.2 Resultados de laboratorio, propiedades generales	28
Cuadro III.3 Resultados de análisis de laboratorio para macronutrientes	29
Cuadro III.4 Resultados de análisis de laboratorio para micronutrientes	30
Cuadro III.5 Coordenadas de los segmentos del trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 - 2.14 de la L. T. Temascal II - Oaxaca Potencia, donde se llevo a cabo el control de cárcavas con	33

material vegetativo, tierra y piedras	
Cuadro III.6 Coordenadas de gaviones ubicados en puntos distintos del trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214	34
Cuadro III.7 Coordenadas geográficas de los muros secos de piedra acomodada en el trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 - 2.14 de la L. T. Temascal II - Oaxaca Potencia	40
Cuadro III.8 Tipo de vegetación encontrado en el tramo de las torres 212-214 de la L. T. Temascal II-Oaxaca Potencia	41
Cuadro III.9 Kilometraje y distancias de las torres 212-214	43
Cuadro IV.1 Coordenadas de ubicación del Vivero Comunitario	58
Cuadro IV.2 Coordenadas de ubicación de inicio y fin de reforestación con estacas de <i>Burcera cinerea</i> sobre el trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 y 2.14	61
Cuadro IV.3 Total de ejemplares empleados en la reforestación	63
Cuadro IV.4 Coordenadas de ubicación de inicio y fin de reforestación con estacas y plantas de la especie <i>Burcera</i> sobre el trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214	70
Cuadro IV.5 Especies reforestadas en el área del proyecto.	75
Cuadro V.1 Coordenadas de ubicación de las plumas de control de acceso sobre la brecha que va a las torres 212-214	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura II.1 Calificación por pendiente del terreno (CPE) de cada una de las exposiciones	14
Figura II.2 Calificación de la profundidad de la materia orgánica	16
Figura II.3 Textura (material predominante)	17
Figura II.4 Calificación por erodabilidad del suelo (CE)	17
Figura II.5 Calificación por erosión laminar	19
Figura II.6 Calificación por uso agrícola mas uso pecuario	21
Figura II.7 Calificación de arrastre de sedimentos (CSE)	23
Figura II.8 Calificación del nivel de deterioro	24
Figura III.1 Perfil 1	32
Figura III.1 Perfil 2	32
Figura III.1 Perfil 3	32
Figura III.1 Perfil 4	32
Figura III.1 Perfil 5	32
Figura III.1 Perfil 6	32
Figura III.7 Relleno de cárcavas usando piedra y ramas como soporte y tierra como relleno	33
Figura III.8 Zonas identificadas con erosión crítica	34
Figura III.9 Acondicionamiento del sitio a construir el gavión mediante actividades mecánicas	35
Figura III.10 Presas filtrantes de gaviones y barreras vivas	35
Figura III.11 Armado y montaje de estructuras: gaviones	36
Figura III.12 Primer sitio restaurado (gavión 1)	37
Figura III.13 Segundo sitio restaurado (gavión 2)	37
Figura III.14 Estabilización de taludes mediante la construcción de muros secos	38
Figura III.15 Construcción de muros secos a lo largo de la brecha de acceso	38
Figura III.16 Preparación del terreno para la construcción de presas	39
Figura III.17 Acomodo de material pétreo para control de erosión	39
Figura III.18 Encauzamientos de los escurrimientos superficiales	41
Figura III.19 Levantamiento topográfico del área	42
Figura IV.1 Colecta de epifitas	44
Figura IV.2 Prensado y toma de información de plantas en campo	44
Figura IV.3 Fumigación y secado en instalaciones del ITAO	45
Figura IV.4 Captura de información en base de datos.	45
Figura IV.5 Determinación taxonómica	46
Figura IV.6 Bosque de Quercus	47
Figura IV.7 <i>Bursera cinerea</i> , elemento codominante en la Peña del Águila	47
Figura IV.8 Diversidad de especies epífitas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae	47
Figura IV.9 <i>Tillandsia usneoides</i> creciendo en el bosque de Quercus en	48

San Juan Coyula	
Figura IV.10 <i>Barkeria melanocaulon</i> (superior izquierda y derecha) y <i>Laelia halbingeriana</i> (inferior izquierda y derecha), especies encontradas en el bosque de encino de San Juan Coyula	48
Figura IV.11 <i>Nopalxochia ackermannii</i> y <i>Nageliella purpurea</i> , algunas de las especies atractivas como plantas de ornato	49
Figura IV.12 Bosque Mesófilo de Montaña, entre las torres 212 - 213, San Juan Coyula	49
Figura IV.13 Diversidad de epifitas en el Bosque Mesófilo de Montaña de San Juan Coyula	50
Figura IV.14 Aspecto del Bosque de Quercus, entre las torres 213 y 214	50
Figura IV.15 Abundancia de <i>Tillandsia usneoides</i> en el bosque de Quercus, ayuda a la humedad ambiental	50
Figura IV.16 Acondicionamiento del sitio para establecer el vivero	57
Figura IV.17 Actividades en el vivero	58
Figura IV.18 Selección, extracción y acarreo de cladodios de nopal	59
Figura IV.19 Selección y corte de brazos de cactáceas	59
Figura IV.20 Selección y extracción de material vegetativo de las especies de Burseras	60
Figura IV.21 Colecta de semilla	60
Figura IV.22 Estacas y varetas de <i>Bursera cinera</i> , <i>Euphorbia schlechtendalii</i> entre otras especies de Bursera	60
Figura IV.23 Colecta de sustrato (abono orgánico vegetal) y relleno de bolsas de polietileno con el mismo	64
Figura IV.24 Propagación de varetas de la especie bursera	64
Figura IV.25 Propagación por semilla y trasplante a bolsas de polietileno de la especie Quercus	65
Figura IV.26 Propagación por semilla, trasplante a bolsas de polietileno y crecimiento de la especie pino	65
Figura IV.27 Limpieza y preparación del sitio a reforestar	66
Figura IV.28 Apertura de cepas para la siembra de brazuelos de cactáceas y estacas de la especie bursera	66
Figura IV.29. Cladodio sembrado con un 40% de su cuerpo dentro de la cepa	66
Figura IV.30 Cepa común	67
Figura IV.31 Apertura de cepas con herramienta manual	67
Figura IV.32 Maniobras de carga y descarga de cladodios y brazos de cactáceas a áreas a reforestar con dichas especies	68
Figura IV.33 Traslado de plantas de bursera	68
Figura IV.34 Maniobras para el traslado de plantas	69
Figura IV.35 Estibado de plántulas	69
Figura IV.36 Diferentes especies sembradas	70
Figura IV.37 Estibado de plántulas	71
Figura IV.38 Proceso de cierre de cepa	72
Figura IV.39 Proceso de plantación concluido	72

Figura IV.40 Excremento de bovinos sobre el camino de acceso	73
Figura IV.41 Corte con machete a ejemplar de cactácea	73
Figura IV.42 Situación actual del gavión como retenedor de suelo y vegetación	74
Figura IV.43 Muros secos para la estabilización de taludes	74
Figura IV.44 Sitio identificado durante el censo de sobrevivencia con erosión severa	74
Figura IV.45 Ejemplares adaptados en el área de reforestación	76
Figura IV.46 Ejemplares adaptados como resultado de la reforestación en el sitio del proyecto	77
Figura IV.47 Ubicación de áreas reforestadas y total de hectáreas reforestadas	78
Figura V.1 Construcción y colocación de 2 plumas de acceso	79
Figura V.2 Plumas de acceso (Izq. Ubicada a la altura de Corral Viejo. Der. Ubicada a la altura de El Tempezquisle)	80
Figura VI.1 Asamblea comunitaria	83

1. ANTECEDENTES

El 2 de diciembre de 1996, la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, otorgó la Autorización en materia de Impacto Ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-06421, para la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Temascal II – Oaxaca Potencia.

Con fecha 19 de febrero de 2003, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente instauró procedimiento administrativo en contra de la C.F.E., por afectación en el tramo de las torres 212 a la 214, a un área de alimentación y/o reposo de la guacamaya verde (*Ara militaris*), especie listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT/2001, bajo la categoría de en peligro de extinción, situación que motivó la suspensión de las obras de manera parcial temporal, hasta en tanto se evaluara la afectación de los daños.

Es importante mencionar que, el manifiesto de impacto ambiental y por ende la citada autorización, no contempló a la guacamaya verde en el listado de especies con estatus de conservación, por lo que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) promovió la participación de diversas instancias académicas y de investigación a fin de verificar la presencia de *Ara militaris* en la zona y en consecuencia el uso de la misma como área de alimentación y/o reposo.

La Dirección General de Vida Silvestre emitió mediante oficio No. SGPA/DGVS/03843, de fecha 18 de junio de 2003, la viabilidad de continuar con la construcción de la L.T. Temascal II – Oaxaca Potencia, de manera condicionada, previa revisión de la información presentada por las diversas instancias entre las que se destacan: el Comité Técnico Consultivo para la Protección, Conservación y Recuperación de Psitásidos, la Dirección de la Reserva de la Biosfera Tehuacan – Cuicatlán, la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C., el Centro de Investigación y Gestión Ambiental, A.C., la Comisión Federal de Electricidad, el Centro de Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Integral Regional, la Delegación de la SEMARNAT, en el Estado de Oaxaca, la Delegación de PROFEPA y la Fundación Cuicatlán, A.C. Aunado a lo anterior, la citada Dirección General estableció condicionantes para continuar con las obras de Comisión Federal de Electricidad, entre las que destacan:

La presentación de toda la documentación con la que ha dado cumplimiento C.F.E. a las condicionantes números 8, 9, 22, 23, 25 y 26 de la autorización en materia de impacto ambiental No. D.O.O.DGOEIA.-06421, relacionadas con la protección y conservación de la flora y fauna silvestre, suelos y la restauración de los ecosistemas afectados. Así como dar cumplimiento a los todos los Términos establecidos en dicha autorización.

Por otra parte, el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca a solicitud de C.F.E. ejecutó el proyecto denominado “Rescate de epifitas y programas de manejo de flora y fauna silvestre en el derecho de vía del proyecto denominado L.T. Temascal II – Oaxaca Potencia 230kv-2c-187 Km. 1113ACSRTA” durante el periodo del 12 de abril al 20 de diciembre de 2004, el proyecto comprende once subproyectos entre los que se destaca la evaluación del impacto de la L.T. Temascal II – Oaxaca Potencia, sobre los grupos de aves incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El estudio señala que la población de la guacamaya verde “...se fracciona con los cambios estacionales del año, ocupando distintos sitios de descanso y siguiendo diferentes rutas de alimentación, y solo se concentra en San José del Chilar entre los meses de septiembre y enero de cada año y posteriormente en el área de reproducción de Santa María Tecomavaca (Aguilar y Avendaño-Calvo, 2003)...”.

Menciona también que “...del 6 de febrero de 2003 a la fecha se han efectuado visitas periódicas y los estudios nos reportan que las primeras guacamayas, cuyo punto de origen aún no está bien definido, llegan al sitio (Peña del Águila, torres 212 – 214) durante las últimas dos semanas de diciembre y pueden ser observadas hasta el mes de marzo de cada año. Como en todos los sitios utilizados por la especie, el número de individuos varía durante el periodo de estancia. Hasta el momento el número observado por día es de 52 y el mínimo de cinco...”. En cuanto a los hábitos alimenticios el estudio señala que la guacamaya verde se alimenta en la Peña del Águila principalmente de *Burcera cinerea* y *Celtis caudata*, aunque puede aprovechar dos o tres especies más que se encuentran en el sitio.

El sitio en sí constituye una riqueza de especies tanto vegetales como animales, razón por la cual es objeto de diversos estudios por instituciones educativas, entre las que destaca la UNAM y la Benemérita de Puebla, CINEVESTAV e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (antes Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca).

2. Diagnóstico del estado actual de conservación del hábitat de la guacamaya verde

A fin de poder establecer los criterios técnicos para la restauración del hábitat de la guacamaya verde; en los meses de julio y agosto de 2006 se llevó a cabo la evaluación del estado actual del sitio conforme a lo siguiente:

2.1 Evaluación de impacto ambiental

Para evaluar el impacto se utilizó la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (1995), que permite identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar el efecto de un plan o proyecto sobre el medio ambiente.

Esta metodología se basa en las matrices de causa-efecto derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batelle-Columbus cualitativo numérico, el cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes, y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. Una de las virtudes de esta metodología es que permite identificar las acciones que pudieran causar impactos y los factores ambientales del entorno susceptibles de recibirlos.

Para desarrollar esta metodología fue necesario definir, para cada uno de los factores ambientales, los indicadores de impacto y los criterios de evaluación; como complemento a esto se consultó y adecuó la metodología utilizada en la matriz de cribado, la cual se utiliza para reconocer los efectos negativos y positivos del proyecto. En esta matriz, se disponen en columnas las acciones del proyecto y en las filas los componentes del escenario ambiental. Consta de dos fases una cualitativa y otra cuantitativa, que de acuerdo a la naturaleza del proyecto puede o no desarrollarse de manera conjunta, dependiendo de la disponibilidad de información paramétrica confiable.

2.2 Indicadores de impacto y criterios de evaluación utilizados para la valoración de los impactos ambientales

Indicadores de impacto

Un indicador refleja el estado actual de una variable en un componente estructural o un proceso funcional, mientras que un índice debe integrar varios elementos (variables) como una forma de indicar la salud general del sistema. Los indicadores pueden responder a un simple cálculo numérico o hasta una ecuación matemática, al valor de la presencia de un contaminante concreto o a estimaciones subjetivas, y éstas en su conjunto pueden conformar un índice si se determina la función y valor de importancia de las variables en el sistema.

La metodología empleada de Conesa Fernández-Vítora (1995), hace uso de estos indicadores mediante la aplicación de técnicas matriciales que esencialmente incorporan una lista de actividades del proyecto u obra con una lista de condiciones ambientales y/o características del sistema físico y biológico que podrían ser impactadas. En este sentido, el propósito es combinar atributos del eje horizontal con

el eje vertical y así identificar las relaciones causa-efecto entre actividades específicas e impactos generados.

Los valores o atributos que se colocan en las celdas de la matriz pueden ser estimaciones cualitativas o cuantitativas de dichas relaciones.

2.3 Listado general de los indicadores de impacto

El listado que se presenta de los componentes ambientales y los indicadores de impacto se realizó con la finalidad de considerar su significancia, independencia y vinculación con la realidad, así como la posibilidad de cuantificar, en la medida de lo posible, las consecuencias de cada una de las acciones. En el Cuadro II.1, se presenta en términos generales, la relación de componentes ambientales afectados y sus indicadores. En el Cuadro II.2 se listan las acciones tanto derivadas del proyecto de la L.T. Temascal II – Oaxaca Potencia y las acciones antropogénicas que se presentan por la cercanía de la comunidad de San Juan Coyula, susceptibles a generar impactos.

Cuadro II.1 Componentes ambientales y sus indicadores de impacto.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR DE IMPACTO
MEDIO FÍSICO Y BIOLÓGICO	SUELO	Pérdida
		Generación de residuos
		Retención
	AGUA	Disponibilidad de agua
		Control de avenidas
		Recarga de acuíferos
	FAUNA	Desplazamiento
		Disponibilidad de hábitat
		Abundancia
		Composición
	FLORA	Modificación de hábitos
		Cobertura vegetal
	AIRE	Emisión de partículas suspendidas
Ruidos		
MEDIO SOCIO ECONOMICO	SOCIAL	Creación de empleos

Cuadro II.2 Acciones causales de impacto y factores ambientales impactados, identificados actualmente en el sitio de estudio

Acciones causales de impacto		Componentes ambientales impactados
Operación y mantenimiento de la L.T.	Mantenimiento del área de la base de las torres	Suelo
	Limpieza del derecho de vía	Vegetación
Actividades agropecuarias	Ganadería	Fauna
	Extracción de madera y leña	Paisaje

2.3.1 Criterios de evaluación

Para evaluar las condiciones actuales de la zona objeto de estudio, se construyeron matrices de importancia, que permitieron obtener una valoración cualitativa del mismo. En estas matrices se analizó la interrelación “acción causal de afectación-factor del medio”. La evaluación se midió con base al grado de manifestación cualitativa del efecto y está en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, la caracterización del efecto y otros atributos de tipo cualitativo, tales como la extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Estos atributos o criterios de evaluación se describen a continuación:

1. Naturaleza del impacto: signo de carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de la ACCIÓN DEL PROYECTO. En ciertos casos puede ser difícil estimar este signo, puesto que conlleva una valoración a veces en extremo subjetiva, como pueden ser los incrementos de población que se generan como consecuencia de la nueva obra.
2. Intensidad (IN): grado de incidencia de la ACCIÓN DEL PROYECTO sobre el FACTOR DEL MEDIO, en el ámbito específico donde actúa.
3. Extensión (EX): área de influencia teórica del impacto en relación al entorno del proyecto.
4. Momento (MO): tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado.
5. Persistencia (PE): tiempo que supuestamente permanecería el efecto del impacto, desde su aparición y a partir del cual el elemento afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
6. Reversibilidad (RV): posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, a través de medios naturales.
7. Recuperabilidad (MC): posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del elemento afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana.
8. Sinergia (SI): acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales.
9. Acumulación (AC): incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando la acción que lo genera persiste de manera continua o reiterada.
10. Efecto (EF): forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. Puede ser directo o indirecto.
11. Periodicidad (PR): regularidad de manifestación del efecto.

Mediante el análisis de los indicadores o índices de impacto (ver Cuadro II.2), se determinó que la mayoría de las afectaciones se dieron en la apertura del derecho de vía de la L.T. Temascal II – Oaxaca Potencia y en la construcción del camino de acceso.

En el análisis de las matrices de impacto se compararon los factores ambientales impactados con las acciones causales. La importancia del impacto se mide con base al grado de manifestación cualitativa del efecto y está en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, la caracterización del efecto y otros atributos de tipo cualitativo (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad).

La importancia del impacto (I), considerada como el efecto de una acción sobre un factor ambiental, se deriva del siguiente algoritmo:

$$I = \pm (3 \text{ IN} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

En el Cuadro II.3, se muestran las escalas que se utilizaron para cada criterio de evaluación.

Cuadro II.3 Escalas empleadas por criterio de evaluación

Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PE)	
Baja	1	Puntual	1			Fugaz	1
Media	2	Parcial	2	Largo plazo	1	Temporal	2
Alta	4	Extenso	4	Mediano plazo	2	Permanente	4
Muy alta	8	Total	8	Inmediato	4		
Total	12	Crítica	(+4)	Crítico	(+4)		
Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Efecto (EF)	
Corto plazo	1	Sin sinergismo	1			Indirecto	1
Mediano plazo	2	Sinérgico	2	Simple	1	Directo	4
Irreversible	4	Muy sinérgico	4	Acumulativo	4		
Periodicidad (PR)		Recuperabilidad (MC)					
Irregular	1	Inmediata	1				
Periódico	2	mediano plazo	2				
Continuo	4	Mitigable	4				
		Irrecuperable	8				

Con base a lo anterior, se tiene lo siguiente:

Cuadro II.4 Matriz de impactos del tramo de la torre 212 – 213

Factores Impactantes		Limpieza del derecho de vía	Mantenimiento del área de la base de las torres	Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería
Suelo	Erosión	-26	-27	-19	-16	
	Materia orgánica	-26	-27	-19	-16	
Vegetación	Pérdida de vegetación	-44	-32	-21	-20	
	Diversidad de flora	-28	-24			
	Especies en norma	-29	-20			
Fauna	Pérdida de hábitat	-29	-28	-25		
	Migración	-42	-38	-25		-21
	Especies en norma	-29	-30	-25		-21
Paisaje	Calidad del paisaje	-38	-26	-23	-14	

C. A. Componente ambiental

I. I. Indicadores de impacto

Cuadro II.5 Matriz de impactos del tramo de la torre 213 – 214

Factores Impactantes		Limpieza del derecho de vía	Mantenimiento del área de la base de las torres	Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería
Suelo	Erosión	-26	-24	-16	-14	
	Materia orgánica	-26	-24	-16	-14	
Vegetación	Pérdida de vegetación	-44	-32	-21	-22	
	Diversidad de flora	-25	-24		-16	
	Especies en norma	-29	-20		-16	
Fauna	Pérdida de hábitat	-34	-28	-25	-25	
	Migración	-43	-38	-25		-21
	Especies en norma	-40	-30	-25		-21
Paisaje	Calidad del paisaje	-40	-26	-23	-14	

C. A. Componente ambiental

I. I. Indicadores de impacto

Cuadro II.6 Matriz de impactos del inicio del camino a la Z (camino de acceso)

		Factores Impactantes		Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería	Transito de personas
		C. A.	I. I.				
Suelo	Erosión			-34	-30		-31
	Materia orgánica			-34	-30		-31
Vegetación	Pérdida de vegetación			-21	-20		-15
	Diversidad de flora			-19	-22		-16
	Especies en norma			-19	-21		
Fauna	Pérdida de hábitat			-16	-28	-28	
	Migración			-16	-14	-16	
	Especies en norma			-19	-28	-28	
Paisaje	Calidad del paisaje			-23	-14		

C. A. Componente ambiental

I. I. Indicadores de impacto

Cuadro II.7 Matriz de impactos del tramo de la Z hasta la torre 214 (camino de acceso)

		Factores Impactantes		Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería	Transito de personas
		C. A.	I. I.				
Suelo	Erosión			-32	-29		-17
	Materia orgánica			-32	-29		-17
Vegetación	Pérdida de vegetación			-28	-20		
	Diversidad de flora			-28	-22		-16
	Especies en norma			-19	-21		-19
Fauna	Pérdida de hábitat			-16	-25		
	Migración			-16	-14	-16	
	Especies en norma			-19		-18	-21
Paisaje	Calidad del paisaje			-22	-14		

C. A. Componente ambiental

I. I. Indicadores de impacto

Descripción de impactos

De acuerdo al análisis de las matrices de impacto (Cuadros II.4, II.5, II.6 y II.7), se identificó lo siguiente:

1. Limpieza del derecho de vía: la actividad comprende el desmonte en su totalidad del derecho de vía, retirando la cubierta de vegetación
2. Mantenimiento del área de la base de las torres: corte de vegetación a fin de no permitir crecimiento de vegetación arbolada.

3. Ganadería: actividad que provoca afectaciones directas al suelo y a la vegetación (dependiendo de la intensidad del ganado, de la periodicidad y permanencia del mismo en el sitio).
4. Actividades extractivas de madera y leña: extracción, derribos y corte de árboles con fines de uso doméstico.
5. Cacería: aprovechamiento ilegal de especies de fauna silvestre, incluyendo especies con estatus de conservación (aves y pequeños mamíferos).
6. Tránsito de personas: ésta actividad involucra posibles impactos al suelo ya que las personas transitan con bestias de carga como mulas, burros y caballos, de una manera indirecta ésta actividad trae consigo impactos a la vegetación y a la fauna.

Descripción integral

Factores Impactados:

1. Suelo: Los indicadores de impacto detectados en este componente ambiental son la erosión y pérdida de materia orgánica. La erosión es uno de los efectos más intensos, debido a la textura y estructura del suelo. La apertura del derecho de vía que aunada a las actividades de ganadería hace que el suelo sea más vulnerable porque en forma conjunta estimulan la erosión hídrica (lluvia). La materia orgánica del suelo juega un papel similar al de las arcillas en la retención del agua y los nutrientes orgánicos e inorgánicos; la pérdida de ésta y la erosión, están ligados ya que generalmente la pérdida del suelo ocasiona pérdida de materia orgánica.

La pérdida de suelo es más acentuada en el camino de acceso, debido a la remoción total de la vegetación, en comparación con el derecho de vía, el cual provoca que el área quede desprovisto de vegetación en algunas partes pero que permite la regeneración natural de la vegetación y por ende la erosión es menor.

2. Vegetación: Los impactos más importantes se dieron en la etapa de apertura de derecho de vía cuando en su momento se realizó la instalación de las torres. Las actividades de ganadería, extracción de leña y tránsito de personas son acciones que impactan directamente a la vegetación y de cierta manera contribuyen a la modificación de la estructura de la vegetación, pérdida de diversidad florística y afectan indirectamente las especies bajo protección como es el caso de *Laelia halbingeriana* y *Barkeria melanocaulon* (pertenecientes a la familia *Orchideaceae*).

En la perimetral del camino de acceso hay pérdida de vegetación en menor magnitud; la acción que tiene mayor impacto es la ganadería y las actividades extractivas de leña.

3. Fauna: Los impactos identificados para este componente ambiental son la pérdida del hábitat, migración y afectación de especies en norma. La pérdida de hábitat se manifiesta principalmente en el área que ocupa la base de las torres, derecho de vía y el camino de acceso. En el área de estudio se registraron 12 especies bajo protección, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Se presentó un impacto mínimo por el tránsito de personas y la ganadería.

4. Paisaje: Derivado de las actividades de apertura del camino de acceso, apertura de brecha de derecho de vía y la remoción de la vegetación en la base de las torres, se tiene una afectación visual al paisaje y por ende el fraccionamiento del sistema ambiental de manera permanente por la presencia y visualización de las torres y líneas de transmisión eléctrica.

Complementario al estudio de los factores mencionados se incluyó una valoración cuantitativa mediante la elaboración de una matriz de importancia para clasificar los impactos detectados partiendo del análisis del rango de la variación. Para valorar el grado de impacto, se establecieron los siguientes grados de importancia de impacto:

- Impacto nulo
- Impacto bajo
- Impacto medio
- Impacto alto
- Impacto muy alto
- Impacto crítico

El intervalo de estos impactos se calcula con la siguiente ecuación matemática:

$$i = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{C}$$

Donde: i = intervalo de clase
 I_{\max} = máxima importancia del impacto
 I_{\min} = mínima importancia
 C = Número total de clases

El valor máximo de importancia del impacto se obtiene cuando los atributos o criterios de evaluación adquieren los valores más altos y viceversa en el valor mínimo de importancia. Por lo tanto:

$$i = \frac{100-13}{6} = 14.5$$

Debido a que en la cuantificación de la importancia del impacto se manejan solo números enteros, se redondea el intervalo de clase a 14, con ello, las clases quedan de la siguiente manera (Cuadro II.8).

Cuadro II.8 Clasificación de los impactos y su rango

Impacto	Rango	Color
Impacto nulo o insignificante	13 – 27	
Impacto bajo	28 – 42	Yellow
Impacto medio	43 – 57	Green
Impacto alto	58 - 72	Blue
Impacto muy alto	73 – 87	Red
Impacto crítico	88 - 100	Black

Por lo anterior, se tiene la siguiente matriz por clasificación de impacto (Cuadro II.9).

Cuadro II.9 Matriz de impactos de la torre 212 a la 213 (derecho de vía)

C. A. / I. I.		Factores Impactantes		Limpieza del derecho de vía	Mantenimiento del área de la base de las torres	Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería
Suelo	Erosión							
	Materia orgánica							
Vegetación	Pérdida de vegetación							
	Diversidad de flora							
	Especies en norma							
Fauna	Pérdida de hábitat							
	Migración							
	Especies en norma							
Paisaje	Calidad del paisaje							

Cuadro II.10 Matriz de impactos de la torre 213 a la 214 (derecho de vía)

C. A. / I. I.		Factores Impactantes		Limpieza del derecho de vía	Mantenimiento del área de la base de las torres	Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería
Suelo	Erosión							
	Materia orgánica							
Vegetación	Pérdida de vegetación							
	Diversidad de flora							
	Especies en norma							
Fauna	Pérdida de hábitat							
	Migración							
	Especies en norma							
Paisaje	Calidad del paisaje							

Cuadro II.11 Matriz de impactos del tramo del inicio del camino a la Z (camino de acceso)

C. A. \ I. I.		Factores Impactantes		Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería	Transito de personas
Suelo	Erosión						
	Materia orgánica						
Vegetación	Pérdida de vegetación						
	Diversidad de flora						
	Especies en norma						
Fauna	Pérdida de hábitat						
	Migración						
	Especies en norma						
Paisaje	Calidad del paisaje						

Cuadro II.12 Matriz de impactos de la Z hasta la torre 214 (camino de acceso)

C. A. \ I. I.		Factores Impactantes		Ganadería	Actividades extractivas de leña	Cacería	Transito de personas
Suelo	Erosión						
	Materia orgánica						
Vegetación	Pérdida de vegetación						
	Diversidad de flora						
	Especies en norma						
Fauna	Pérdida de hábitat						
	Migración						
	Especies en norma						
Paisaje	Calidad del paisaje						

Con base a lo anterior, del total de interacciones entre factores ambientales y acciones que causan impacto (115), 77 (66.96 %) son de impacto nulo o insignificante, 35 (30.44%) de impacto bajo y 3 (2.6 %) de impacto medio.

De acuerdo al resultado de las matrices aplicadas en el área ocupada por la guacamaya verde (*Ara militaris*) y el camino de acceso hacia las torres 212 a 214, incluyendo el derecho de vía; se obtuvo que la interacción entre los factores ambientales y acciones causales de impacto corresponden a un 66.96% lo que se traduce a que más de la mitad del área evaluada presenta un impacto nulo o insignificante.

En el 30.44% de los sitios evaluados (con matrices de impactos) se obtuvo un impacto bajo, éste impacto se manifestó principalmente en los componentes ambientales: vegetación y paisaje en el derecho de vía de la torre 212 a la 214 donde las principales acciones impactantes son la limpieza del derecho de vía, y mantenimiento del área de la base de las torres. Así mismo, en el camino de acceso se manifestó también impacto bajo en el componente ambiental suelo, donde las acciones incidentes son la ganadería, extracción de leña y un factor ambiental de importante incidencia como la lluvia.

Derivado de las matrices de impacto el 2.6% de los sitios evaluados presentan un impacto medio, donde el componente ambiental afectado es la vegetación y la fauna, impactada por acciones de limpieza de derecho de vía, manifestándose el impacto en este mismo sitio.

2.4 Índices de deterioro del suelo

Complementario a lo anterior, se realizaron estimaciones del grado de deterioro del suelo en dos periodos para algunas variables (mismas que se describirán en su respectivo apartado) a fin de contar con un parámetro de comparación previo y posterior a los trabajos de restauración. El primero se llevo a cabo en los meses de julio y agosto de 2006, previo al inicio de las acciones de restauración; la segunda estimación se ejecutó del 07 al 13 de septiembre de 2008, posterior a la restauración.

El análisis consideró índices de deterioro calificados en una escala de cero a cinco propuestos por la FAO y modificados por Carmona (1985), los cuales se enlistan a continuación:

- CPE = Calificación por pendiente de terreno
- CE = Calificación de erodabilidad del suelo
- CEC = Calificación de erosión crítica
- CEL = Calificación de erosión laminar
- CEA = Calificación de erosión antropogénica
- CAP = Calificación de uso agrícola + pecuario
- CSE = Calificación de sedimentación
- CDI = Calificación de daños a la infraestructura

Para la estimación del deterioro del suelo se consideraron las características del terreno y la información obtenida del muestreo realizado en campo, reagrupando los valores de la pendiente del terreno de acuerdo a la escala propuesta por la FAO y modificados por Carmona(1985), como se indica en el Cuadro II.13.

Cuadro II.13 Calificación de pendiente por rangos porcentuales en el área de estudio

Pendiente (%)	Definición	Calificación
0	Plano	0
1 – 10	Relativamente Plano	1
11 – 20	Medio	2
21 – 40	Fuerte	3
41 – 60	Escarpado	4
>60	Muy Escarpado	5

Es importante mencionar que en la evaluación de índices de deterioro del suelo, se consideró únicamente el camino de acceso y el área de amortiguamiento de cada una de las torres (212 - 214). En el tramo de derecho de vía únicamente se evaluaron 800 metros, debido a que el resto del sitio presenta regeneración natural y rebrotes de los tocones de *Quercus* lo cual contribuye a la acumulación de materia orgánica, misma que se encontró de 6 a 8cm de espesor en derecho de vía; cabe mencionar que la densidad de *Quercus* es relativamente alta (de 0.5 individuo/m²) y como tal no hay pérdida de suelo en esta área.

Calificación por pendiente del terreno (CPE)

Las mediciones de la pendiente del terreno se llevaron a cabo con base las curvas de nivel presentes en la zona, a lo largo del trayecto del camino de acceso, se presentaron grandes variaciones en la pendiente del terreno que van desde pendiente media con un 14.29% a 35.71%, ésta última catalogada como muy escarpada superando el 60% de pendiente, lo que implica que haya menor infiltración de agua en el suelo comparado con otras pendientes de menor porcentaje. En el área de la base de las torres la pendiente es menor, presentando pendientes de 21 a 40% al igual que en el derecho de vía donde se llegaron a presentar pendientes de tipo ondulado (1 a 55%). Por lo tanto la evaluación de este factor contempla valores altos que repercuten negativamente sobre todo en la captación de agua en el suelo, condición que puede contribuir al arrastre de sedimentos y por ende a la erosión del suelo ver Gráfica II.1.

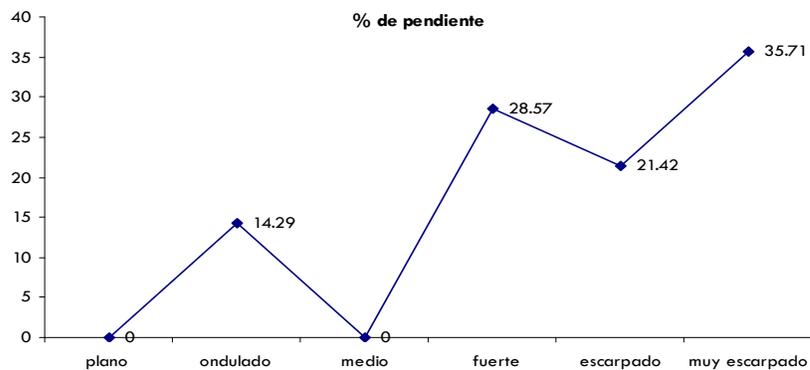


Figura II.1 Calificación por pendiente del terreno (CPE) de cada una de las exposiciones

Calificación por erodabilidad del suelo (CE)

Para definir la erodabilidad del suelo se consideraron cinco variables que son: **textura del suelo, compactación del mismo, profundidad de materia orgánica, pendiente del terreno y material predominante del sitio.**

De acuerdo con Carmona (1985), establece calificaciones de variables para determinar el grado de erodabilidad del suelo en el área de estudio las cuales se describen en el Cuadro II.14.

Cuadro II.14 Calificación para determina el grado de erodabilidad del suelo

Pendiente (%)	Compactación del suelo	Espesor de materia orgánica	Textura del suelo	Material predominante	Calificación
0 – 10	0 – 10	0	Fina	Suelo	1
11 – 30	11 – 30	1 – 5	Madia	Grava o Piedra	2
>30	>30	6 – 10	Gruesa	Tepetate	3
		>10			4

El término de erodabilidad del suelo se usa generalmente para indicar la susceptibilidad de un suelo particular a ser erosionado. En el Cuadro II.15 se presenta la calificación de variables de clasificación de textura y profundidad de materia orgánica en el suelo.

Cuadro II.15 Calificación de las variables (CTEX y CPRMO) para la determinación de los grados de erodabilidad.

Textura del suelo y material predominante	Calificación (CTEX)	Profundidad de materia orgánica (cm) (CPRMO)	Calificación
Limoso – arcillosos	1	0	0
Arenoso	2	1 – 5	1
Gravoso	3	06-Oct	2
Suelo duro roca madre	4	> 10	3

CTEX. Calificación de Textura del suelo

CPRMO. Calificación de Profundidad de Materia Orgánica

Es importante mencionar que los muestreos se llevaron a cabo, con la toma de muestras seleccionando sitios estratégicos como: derecho de vía en el tramo de las torres 212-214, área de pino-encino, zona de *Burcera sinerea* (incluye el paraje denominado la Z y tramo e inicio del camino de acceso. Las muestras fueron tomadas con caba-hoyos y/o barrena manual, disponiendo las muestras en bolsas de plástico y etiquetándolas; se conservaron en hieleras a temperatura de 4°C y se enviaron al laboratorio de Diagnostico de Suelos del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca para su análisis correspondiente.

Profundidad de materia orgánica (CPRMO)

De acuerdo con la codificación utilizada el 78.57% del área de estudio (camino de acceso) presenta una profundidad de materia orgánica que corresponde a la calificación 2 (arenoso), indicando que la profundidad promedio de la materia orgánica es de 1 a 5cm, y solo el 21.43% corresponde a la calificación 3 (gravoso) el cual supera los 6cm; esta condición se presentó en el área de cimentación de la torre 212 y 214 y en los 800m del derecho de vía evaluado.

Este parámetro fue medido en las dos etapas a fin de verificar el efecto de las acciones de restauración, siendo éste un indicador de la fertilidad del suelo. Por lo anterior, se tiene que en la segunda evaluación aumentó de 78.59% a 92.85% en sitios que presentaban una profundidad de materia orgánica de 1 a 5cm, y de 7.14% a 21.43% con una profundidades de 6 a 10cm, ver Figura 2; lo que representa que, las acciones de conservación de suelos y la reforestación contribuyeron al aumento de la materia orgánica de los sitios evaluados.

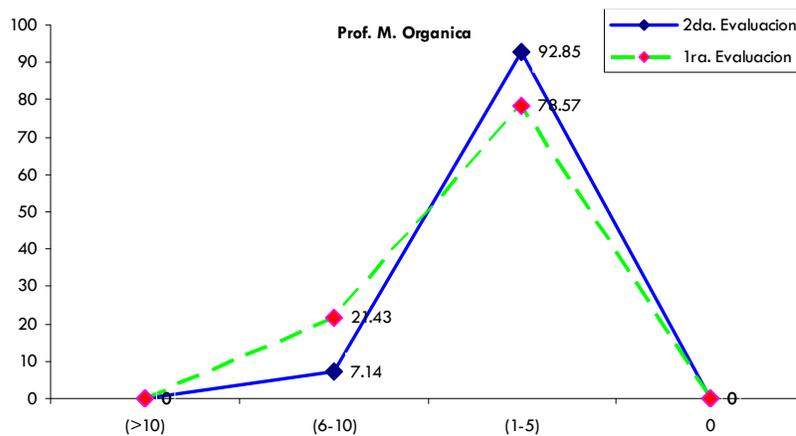


Figura II.2 Calificación de la profundidad de la materia orgánica

Textura del suelo

Se evaluó la textura del suelo en el camino de acceso, área de la base de las torres y 800m de derecho de vía y se determinó que el 64.28% presenta una textura de suelo limoso - arcilloso (en los 800m del derecho de vía y área de las torres), mientras que el 35.71% corresponde al tipo de suelo gravoso presente en el camino de acceso específicamente en el tramo de vegetación con predominancia de *Bursera cinerea*. Este parámetro no fue evaluado en las dos fases toda vez que la textura del no cambia significativamente, mismo que esta en función del tipo de vegetación predominante en el área de estudio.

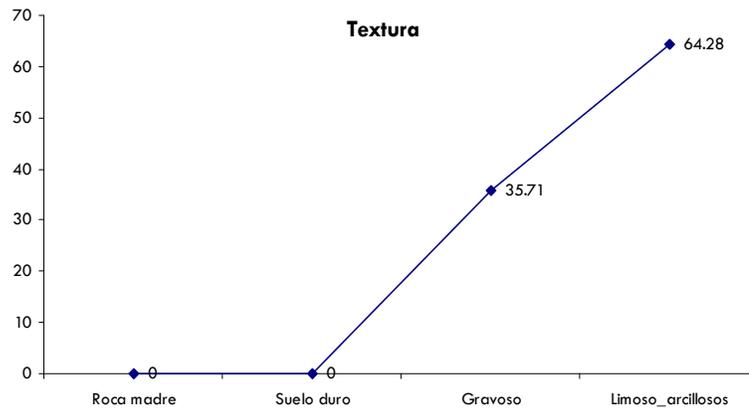


Figura II.3 Textura (material predominante)

Erodabilidad del suelo

Para determinar el grado de erodabilidad del suelo se consideraron las variables de textura, profundidad de materia orgánica, pendiente, compactación del suelo y material predominante, promediándose el resultado de cada uno de éstos.

Cuadro II.16 Definición de la calificación de erodabilidad del suelo

Definición del grado de erodabilidad (CE)	Calificación
Muy Estable	1
Poco estable	2
Inestable	3
Muy inestable	4
Extremadamente inestable	5

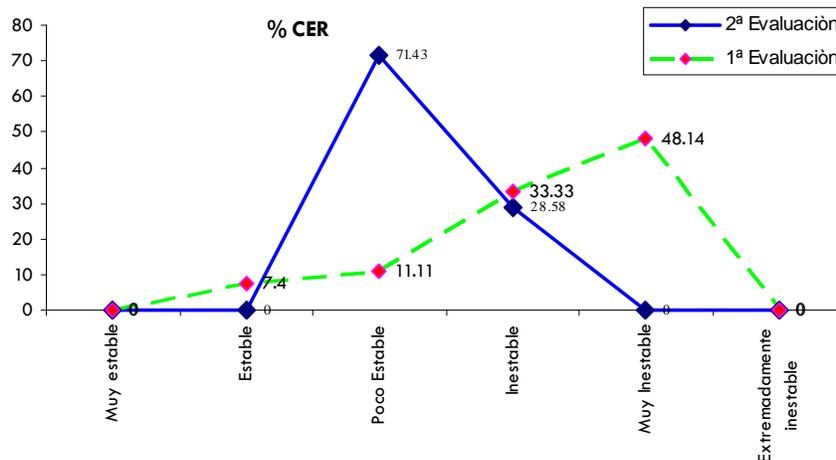


Figura II.4 Calificación por erodabilidad del suelo (CE)

Los resultados obtenidos para erodabilidad del suelo indican en la primer evaluación que se encontraron porcentajes de 7.4% del suelo con calificación de estable, el 11.11% poco estable seguido del 33.33% inestable y 48.14% de las áreas con un suelo muy inestable.

En la segunda evaluación la erodabilidad del suelo presentó variaciones significativas con porcentajes de el 28.58% que corresponde a un suelo inestable identificado en el camino de acceso, específicamente en el área con predominancia de *Bursera cinerea*, y el 71.43% se caracteriza por ser poco estable el cual corresponde a las áreas con mayor vegetación comprendida entre el derecho de vía de las torres 212 a 214, así como parte del camino de acceso con presencia de *Quercus* y pinos, ver Figura II.4. Estos datos indican que, el porcentaje de los sitios con suelo muy inestable disminuyeron con la aplicación de obras mecánicas sobre el camino de acceso para retener suelo como cercos secos y muros de gaviones. Es importante mencionar que el comportamiento de la erodabilidad del suelo no es constante en el área de estudio, en vista de que la presencia de ganado se acentúa con mayor frecuencia, no permitiendo el crecimiento de rebrotes de vegetación herbáceas y arbustiva, por lo que el proceso para la estabilidad del suelo es lento, no así con las obras mecánicas y de reforestación y que se logró estabilizar áreas críticas como en el predio de la Z.

Calificación de erosión crítica (CEC)

Para la estimación de erosión crítica ésta se considero al nivel de cárcavas. Se identificaron dos puntos referidos en el Cuadro II.17 sobre la brecha de acceso a las torres en donde fue colocado gaviones

Cuadro II.17 Coordenadas de los puntos donde fueron colocados los gaviones

Tipo	Coordenada X	Coordenada Y
gavión 1	718035.18	1982323.31
gavión 2	718503.41	1981704.41

Calificación de erosión laminar (CEL)

En este caso se consideraron tres niveles de erosión: laminar, laminar ligero y laminar intenso. En el Cuadro II.18, se presenta la calificación asignada para cada uno de los tipos de erosión.

Cuadro II.18 Calificación de los grados de erosión

Intensidad (%)	Definición	Calificación
0	No existe	0
1 – 10	(insignificante)	1
11 – 20	Laminar	2
21 – 40	Laminar ligera	3
41 – 60	Laminar intensa	4
> 60	Cárcavas	5
	Cárcavas medianas	

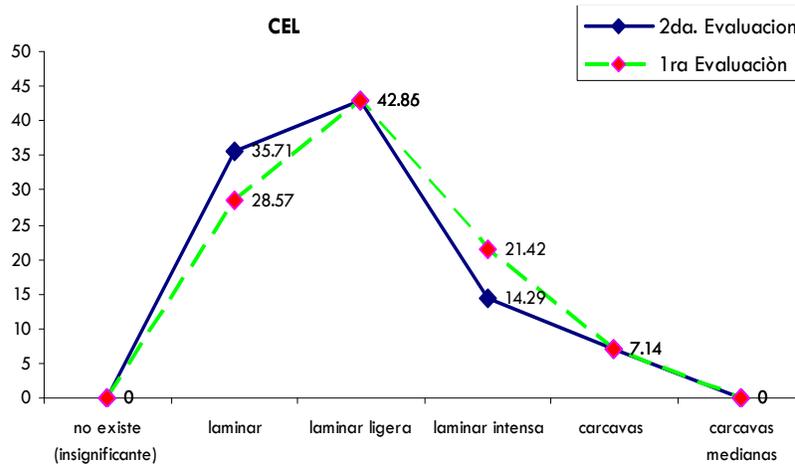


Figura II.5 Calificación por erosión laminar

De acuerdo a los resultados reflejados en la Figura II.5, se tiene que el 35.71% del área evaluada (camino de acceso, derecho de vía y área de la base de las torres) se encuentra con una erosión laminar presentando este tipo de erosión con énfasis en el área de la base la torre 213 y parte del camino de acceso donde predomina el bosque de *Quercus*, el 42.86% con erosión laminar ligera se presenta en el camino de acceso en el tramo de las torres 212 a la 213 y con el 14.29% con erosión laminar intensa en el camino de acceso especialmente en el área con predominancia de *Bursera cinerea*. Con menor porcentaje se presentó la erosión crítica (cárcavas) 7.14 %, ubicada en el camino de acceso desde su inicio hasta 500 metros siguiendo la trayectoria hacia las torres; y en un área cercana a la torre 212 donde hay una cárcava con una cubicación de 140m³.

Los resultados indican que, en la primera evaluación se encontró un menor porcentaje de sitios con erosión laminar y un mayor porcentaje sitios con erosión laminar intensa, debido a las acciones correspondientes a la apertura de derecho de vía y a la construcción del camino de acceso; éstos porcentajes disminuyeron con los trabajos de obra mecánica y de reforestación ejecutados como se observa en la Figura II.5. cabe mencionar que se atendieron dos sitios en donde la formación de cárcavas se iba agudizando a niveles críticos mejorando considerablemente con la construcción de gaviones y de muros secos (piedra acomodada) en sitios estratégicos para la retención de suelo, situación que contribuyó en la disminución del porcentaje de erosión.

Como resultado de la medición de dicha variable se tomaron 14 muestras a lo largo del camino de acceso hasta el derecho de vía de las torres 212-214, como se indica en el Cuadro II.19.

Cuadro II.19 Calificación de grados de erosión para cada sitio de muestreo

Estudio	Sitio_Clave	Coordenada X	Coordenada Y	Definición	Calificación
Diagnóstico	D01	717951.72	1982500.44	Laminar	1
Diagnóstico	D02	718027.4	1982317.73	Laminar	1
Diagnóstico	D03	718252.62	1982197.36	Laminar	1
Diagnóstico	D04	718471.7	1982059.6	Laminar	1
Diagnóstico	D05	718468	1981896.86	Laminar intensa	3
Diagnóstico	D06	718293.21	1981869.29	Cárcavas	4
Diagnóstico	D07	718495.16	1981706.81	Laminar ligera	2
Diagnóstico	D08	718861.21	1981562.75	Laminar ligera	2
Diagnóstico	D09	719188.22	1981553.72	Laminar intensa	3
Diagnóstico	D10	719440.44	1981435.74	Laminar ligera	2
Diagnóstico	D11	719666.79	1981257.83	Laminar intensa	2
Diagnóstico	D12	719578.9	1980985.67	Laminar intensa	1
Diagnóstico	D13	719405.65	1980863.83	Laminar ligera	2
Diagnóstico	D14	719217.52	1980754.34	Laminar ligera	2

Calificación de erosión antropogénica (CEL)

Esta calificación no se consideró, debido a que de cierta forma está inmersa en actividades ligadas al pastoreo y la agricultura.

Calificación de uso agrícola más uso pecuario (CAP)

Se calificó el uso de suelo agrícola más pecuario para determinar el índice de deterioro del suelo. En el Cuadro II.20 se asigna un valor y definición para la calificación en cada uno de los sitios de muestreo y en el Cuadro II.21 se indica la calificación de los grados de erosión para cada sitio de acuerdo al muestreo realizado.

Cuadro II.20 Codificación de uso agrícola más pecuario.

Valor	Definición
0	No presente
1	Poco
2	Regular
3	alto

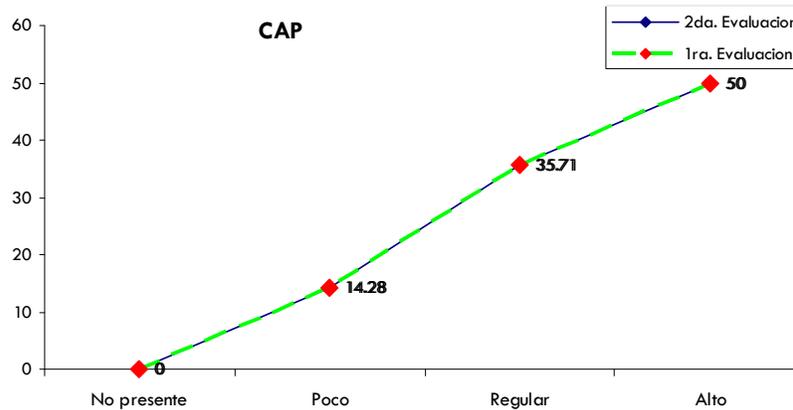


Figura II.6 Calificación por uso agrícola más uso pecuario

Cuadro II.21 Calificación del uso agrícola más pecuario

Estudio	Sitio_Clave	Coordenada X	Coordenada Y	Definición	Calificación
Diagnóstico	D01	717951.72	1982500.44	Poco	1
Diagnóstico	D02	718027.4	1982317.73	Poco	1
Diagnóstico	D03	718252.62	1982197.36	regular	2
Diagnóstico	D04	718471.7	1982059.6	regular	2
Diagnóstico	D05	718468	1981896.86	regular	2
Diagnóstico	D06	718293.21	1981869.29	regular	2
Diagnóstico	D07	718495.16	1981706.81	regular	2
Diagnóstico	D08	718861.21	1981562.75	Alto	3
Diagnóstico	D09	719188.22	1981553.72	Alto	3
Diagnóstico	D10	719440.44	1981435.74	Alto	3
Diagnóstico	D11	719666.79	1981257.83	Alto	3
Diagnóstico	D12	719578.9	1980985.67	Alto	3
Diagnóstico	D13	719405.65	1980863.83	Alto	3
Diagnóstico	D14	719217.52	1980754.34	Alto	3

El 50% del área estudiada tiene un uso pecuario alto especialmente en el área de inicio del camino de acceso hasta 1000m siguiendo la trayectoria del camino, el 35.71% tiene un uso regular (en el área del camino de acceso especialmente donde hay predominancia de *Bursera cinerea*) y el 14.28%, definido como poco, teniendo énfasis en el camino de acceso comprendido entre las torres 212 a la 214 y derecho de vía. En los recorridos realizados se observó la presencia de ganado mayor y menor en pastoreo durante un periodo de 7 meses de junio a enero de cada año, el resto del año se trasladan al área que ocupa el cultivo de temporal para rastrojear. En cuanto al uso agrícola, se identificó únicamente un área de 400m² de cultivo de temporal (maíz), al inicio del camino de acceso hacia las torres (en el paraje conocido comúnmente como el Timbre). Los porcentajes antes referidos se mantuvieron constantes en la segunda evaluación, lo que indica que las actividades antropogénicas en relación al uso de

suelo, están plenamente establecidas por los locatarios de la comunidad de San Juan Coyula, ver Gráfica II.6.

Calificación de arrastre de sedimentos (CSE)

El valor de esta variable se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$CSE = (CE + CEL + CEC)/3$$

CSE: Calificación de arrastre de sedimentos

CE: Calificación de erodabilidad

CEL: Calificación de erosión laminar

CEC: Calificación de erosión crítica

Cuadro II.22 Calificación de arrastre de sedimentos. $CSE = (CE + CEL + CEC)/3$

Estudio	Sitio_Clave	Coordenada X	Coordenada Y	CE	CEL	CEC	CEA		Calificación	Definición
Diagnóstico	D01	717951.72	1982500.44	2	1	1	2	1.5	2	Medio
Diagnóstico	D02	718027.4	1982317.73	2	1	1	2	1.5	2	Medio
Diagnóstico	D03	718252.62	1982197.36	3	1	1	2	1.75	2	Medio
Diagnóstico	D04	718471.7	1982059.6	3	1	1	2	1.75	2	Medio
Diagnóstico	D05	718468	1981896.86	3	3	3	2	2.75	3	Severo
Diagnóstico	D06	718293.21	1981869.29	1	4	4	2	2.75	3	Severo
Diagnóstico	D07	718495.16	1981706.81	1	2	2	2	1.75	2	Medio
Diagnóstico	D08	718861.21	1981562.75	1	2	2	2	1.75	2	Medio
Diagnóstico	D09	719188.22	1981553.72	1	3	3	3	2.5	3	Severo
Diagnóstico	D10	719440.44	1981435.74	1	2	2	3	2	2	Medio
Diagnóstico	D11	719666.79	1981257.83	1	2	2	3	2	2	Medio
Diagnóstico	D12	719578.9	1980985.67	1	1	1	3	1.5	2	Medio
Diagnóstico	D13	719405.65	1980863.83	1	2	2	3	2	2	Medio
Diagnóstico	D14	719217.52	1980754.34	1	2	2	3	2	2	Medio

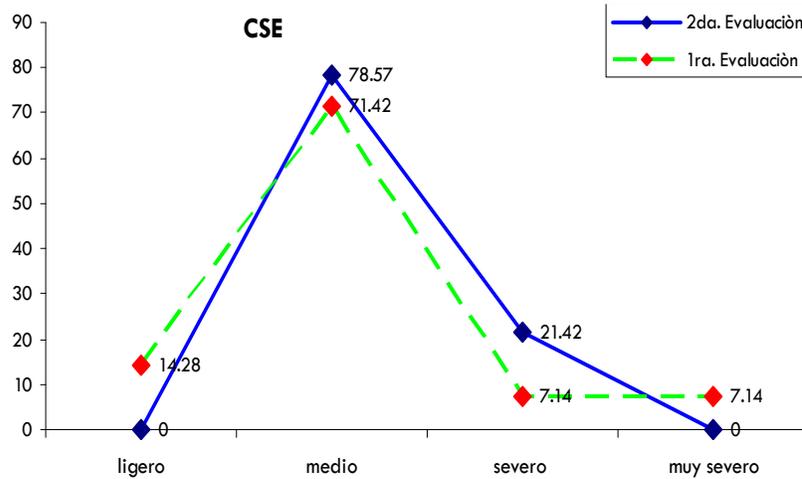


Figura II.7 Calificación de arrastre de sedimentos (CSE)

La sedimentación es considerada como el proceso de acumulación de materiales después de haber sido erosionados y transportados. Cabe mencionar que mientras el porcentaje aumenta, el arrastre de sedimentos disminuye. Respecto a los resultados mostrados en la Figura II.7, se obtuvo que de 71.42% reportado en la primer evaluación y posterior a los trabajos de reforestación, dicho porcentaje aumento a 78.57% constituyendo un arrastre de sedimentos de tipo medio en el área con bosque de Quercus y Pino. Por otra parte, para el tipo de arrastre severo, en la primer evaluación se presentó de 7.14 a 21.42% en la segunda evaluación en el área donde hay predominancia de cactáceas (cercano al inicio del camino de acceso) y donde se presentan actividades de pastoreo, se presentó también en un punto muy particular, donde se ubica una cárcava de 140m³, cercano al paraje denominado la “Z”. es importante mencionar que posterior a las obras mecánicas se minimizo el arrastre de sedimentos de muy severo a severo, aunado a la contribución de la reforestación como retenedor de suelo, ver Figura II.7.

Determinación del índice deterioro (ID)

Después de calificar a cada una de las variables, se procedió a sumar todos los valores resultantes de acuerdo a la formula siguiente (Rodríguez 2001):

$$ID = CPE + CE + CEC + CEL + CEA + CAP + CSE + CDI$$

Donde:

ID = índice de deterioro

CPE = calificación por pendiente de terreno

CE = calificación de erodabilidad del suelo

CEC = calificación de erosión critica

CEL = calificación de erosión laminar

CAP = calificación de uso agrícola + pecuario

CSE = calificación de sedimentación

Cuadro II.23 Calificación por el nivel de deterioro del área de estudio

Puntuación	Nivel de deterioro
0 – 7	Natural
8 – 15	Poco o incipiente
16 – 20	Moderado
21 – 25	Alto
> 25	crítico

Cuadro II.24 Determinación del índice de deterioro en el área de estudio

CPE	CE	CEC	CEL	CAP	CSE	ID	Calificación
3	2	1	1	1	2	10	poco o incipiente
5	2	1	1	1	2	12	poco o incipiente
4	3	1	1	3	2	14	poco o incipiente
5	3	1	1	3	3	16	Moderado
3	3	3	3	2	3	17	Moderado
5	1	4	4	2	2	18	Moderado
5	1	2	2	2	2	14	poco o incipiente
5	1	2	2	2	3	15	poco o incipiente
1	1	3	3	2	2	12	poco o incipiente
3	1	2	2	3	2	13	poco o incipiente
1	1	2	2	3	2	11	poco o incipiente
4	1	1	1	3	2	12	poco o incipiente
4	1	2	2	3	2	14	poco o incipiente
3	1	2	2	3	2	13	poco o incipiente

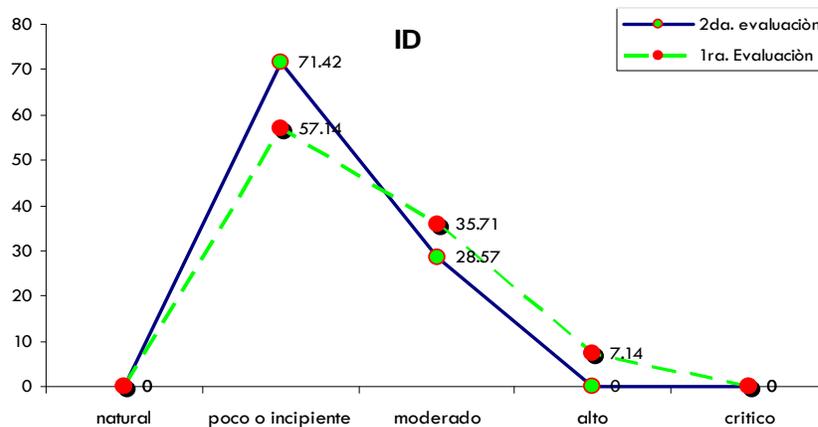


Figura II.8 Calificación del nivel de deterioro

Por lo anterior, se concluye que el Índice de Deterioro en los sitios evaluados cuentan con un 71.42% con deterioro catalogado como poco o incipiente, lo que refleja que hay estabilidad del suelo, específicamente en las áreas con mayor cobertura vegetal donde se desarrolla la vegetación de bosque mesófilo ubicado entre las torres 212-213

y el Bosque de Quercus ubicado entre las torres 213-214. Este tipo de vegetación contribuye a la regeneración natural de la cobertura vegetal lo cual repercute en la conservación del suelo aunado a la acciones de restauración en la zona como se refleja en la Figura II.8.

El 28.57% corresponde al nivel de deterioro moderado especialmente en el área de vegetación constituida por selva baja caducifolia (con hizotal y cuajotal) y encinar, así como en las áreas de pastoreo y una porción de cultivo de temporal. Donde aún el suelo presenta cobertura vegetal arbustiva y herbácea, y en los lugares muy puntuales donde hay presencia de dos cárcavas (140m^3 y 5m^3), adyacentes al camino de acceso. Es importante precisar que esta zona presenta pendientes muy pronunciadas y con una afectación visible sobre todo por la apertura del camino de acceso, situación que dificulta las acciones de restauración, aunado al tránsito constante de ganado en la zona, razón por la cual la restauración será más lenta.

En la primera evaluación del Índice de Deterioro se mostraron porcentajes más altos con índices de deterioro alto y moderado situación que mejoró aumentando el porcentaje significativamente a deterioro poco o incipiente, ver Figura II.8, lo cual indica que las acciones de restauración en el área de estudio favorecieron significativamente las condiciones del suelo, lo cual prevé que la tendencia es a rehabilitar las condiciones que imperaban antes de las afectaciones por la construcción de la línea de transmisión eléctrica.

3. Restauración mediante actividades mecánicas

3.1 Estudio edafológico

En los meses de julio-agosto de 2006 se realizó el análisis edafológico de la zona de estudio que contempló lo siguiente: Se tomaron muestras de suelo a lo largo del camino de acceso, considerando cuatro fracciones: la primera desde el paraje denominado “Corral Viejo” (inicio del camino) hasta el paraje “El Timbre”; la segunda desde el paraje “El Tempezquistle” al sitio denominado “La Z”; el tercer sitio desde “La Z” hasta el paraje denominado “Agua Gusano”; y el cuarto desde “Agua Gusano” hasta la torre 214. El criterio para la selección de los tramos fue el tipo de vegetación. Partiendo desde el inicio del camino hasta la torre 214 se tiene: 1) zona de cactáceas, 2) selva baja caducifolia, 3) encinos y 4) pino-encino. El estudio consistió en la descripción de los suelos presentes en la brecha de acceso a las torres 212- 214 así como la generación de un diagnóstico básico de las características físico-químicas.

A continuación se presenta el estudio complementario en la brecha de acceso a las torres 212 -214.

En el Cuadro III.1 se concentran las coordenadas geográficas de los sitios estudiados

Cuadro III.1 Coordenadas de los perfiles levantados en el trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214

Estudio	Clave	Coordenada X	Coordenada Y
Perfil	P01	718163.79	1982289.56
Perfil	P02	718475.54	1981903.87
Perfil	P03	718845.26	1981638.13
Perfil	P04	719290.26	1981488.02
Perfil	P05	719613.42	1981080.61
Perfil	P06	719435.12	1980874.65

El presente estudio edafológico tiene como objetivo la descripción y clasificación de los suelos presentes en la Peña del Águila San Juan Coyula, Cuicatlán, Oaxaca, así como la generación de un diagnóstico básico de las características físico-químicas.

El estudio edafológico se refiere a los suelos presentes en el área que comprende el camino de acceso hacia las torres 212 y 214 de la línea de transmisión eléctrica Temascal II - Oaxaca Potencia, que es parte del hábitat y zona de alimentación de la guacamaya verde (*Ara militaris*). El número de sitios de muestreo (perfiles) se obtuvo tomando en cuenta un plan de muestreo que considera aspectos del relieve como la exposición del terreno y pendiente del mismo, así como la cobertura vegetal presente. Lo anterior debido a que las diferencias en la composición y propiedades del suelo las encontramos no sólo de región a región, sino también a distancias de muestreo muy cortas e incluso dentro de una misma parcela de cultivo (Bautista *et. al*, 2004).

El muestreo fue planeado con el apoyo de imágenes de satélite para una ubicación previa de los puntos de muestreo en base a una fotointerpretación del paisaje, de

modo que se pudieran tomar en cuenta las características del relieve y los tipos de vegetación puesto que Boul *et. al.* (1990) afirma que a escala local, las variaciones se dan por pequeños cambios en la topografía y grosor de las capas del material parental o a los efectos de la cobertura vegetal, por ejemplo, la variabilidad en la fertilidad de una parcela. Dado lo anterior, se establecieron seis perfiles en zonas cercanas al camino de acceso a las torres, el cual fue objeto de reforestación.

El muestreo consistió en un levantamiento de suelos en base a perfiles, de los cuales se obtuvieron los análisis físico-químicos por cada uno de los horizontes del perfil diferenciados por procesos. La profundidad de los perfiles no fue constante ya que ésta dependió de la distancia existente entre el material parental y la superficie, dichos perfiles fueron realizados con pala y pico, procurando tener un plano que pudiera mostrar la presencia de horizontes bien definidos. La toma de muestras se hizo por cada horizonte definido, tomando para ello aproximadamente poco más de 1kg de suelo, el cual fue puesto en bolsas de papel etiquetadas con la información del número de perfil y horizonte al cual pertenece. Se obtuvieron las propiedades físicas y químicas del suelo tales como textura, porcentaje de materia orgánica, conductividad eléctrica, pH, contenido de sales, etc.

Resultados

La profundidad media del suelo presente en toda el área de muestreo es de 55 centímetros, sin embargo, en un tercio de los sitios de muestro se manifiesta una fase física lítica, es decir, el 33% de los perfiles realizados muestran una profundidad del suelo de 10cm.

Los suelos presentes en el área de estudio, en la clasificación de la FAO-UNESCO corresponden a luvisoles, debido a que en estos presentan un lavado de arcillas en los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Cabe mencionar que existen luvisoles vérticos, luvisoles endolépticos y litosoles. Los primeros muestran contenidos de arcilla de al menos 30% con presencia de superficies de deslizamiento tan abundantes que se intersectan; los segundos corresponden a luvisoles que presentan roca continua y dura entre 50cm y 100cm de profundidad. Los últimos pertenecen al grupo de suelos cuya profundidad es menor de 10cm.

En general los suelos del área de estudio muestran un pH moderadamente ácido. De los seis perfiles hechos, sólo dos tienen un horizonte orgánico, el resto de los perfiles carecen de este, situación que se manifiesta principalmente en las zonas desmontadas y con presencia de ganado bovino. Sin embargo, en las zonas más altas y mejor conservadas se encontraron suelos poco profundos y carentes de un horizonte orgánico. A pesar de dicha situación, en la mayoría de los perfiles existen niveles considerables de materia orgánica, incluso aquellos que carecen de un horizonte O.

En cuanto a macronutrientes, los niveles de fósforo disponible en todos los perfiles se encuentran de altos a medios. Por otra parte el porcentaje de nitrógeno (estimado a partir de la materia orgánica) se encuentra en proporciones menores, en el rango de 0.015% a 0.61%. Los suelos de las áreas altas de la zona de estudio (perfiles 5 y 6), así como los suelos de las partes bajas muestran niveles bajos y muy bajos de calcio intercambiable (0.44-7.58 meq/100g). En el resto del área de estudio los suelos se

encuentran en niveles de calcio de altos a muy altos (14-45.3 meq/100g respectivamente). El potasio se muestra alto principalmente en los horizontes orgánicos y superficiales en todos los perfiles (0.42-1.23 meq/100g) a excepción del perfil 6 donde alcanza un valor medio (0.28 meq/100g). En los horizontes inferiores la cantidad de potasio es muy baja (0.073-0.106 meq/100g). El contenido de sodio de los suelos es muy bajo y se encuentra en congruencia con el pH obtenido en las pruebas de laboratorio. Además los resultados de conductividad eléctrica muestran que los efectos de la salinidad son despreciables (conductividad eléctrica $< 1\text{dSm}^{-1}$ en todos los sitios de muestreo). Los resultados de los análisis de laboratorio se muestran en los Cuadros 24, 25, y 26.

Los micronutrientes Hierro y Manganeseo se encuentran presentes en cantidades altas, sin embargo la NOM-021-RECNAT-2000 señala que contenidos de Fe mayores a 4.5 mg/kg se consideran adecuados en cuanto a fertilidad se refiere, y para Mn, el contenido adecuado de un suelo para no tener deficiencia nutricional, este elemento debe rebasar 1mg/kg.

Para el caso del Cobre los resultados de los análisis químicos de los perfiles reflejan un contenido adecuado (> 0.2 mg/kg). El único micronutriente básico con presencia media en sus concentraciones en los suelos es el Zn, con valores que oscilan entre 0.5mg/kg y 1mg/kg.

Cabe mencionar que los niveles de cada nutriente (bajo, medio y alto), fueron determinados en base a la NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Dichos niveles muestran la fertilidad del suelo con respecto a su contenido de macro y micronutrientes, tomando como base los requerimientos nutricionales que tienen la mayoría de las plantas cultivadas, de tal manera que la valoración que presenta la norma tiene un enfoque agrícola. A pesar de ello fueron tomadas en cuenta debido a que proporcionan una importante referencia que sirve como base para un diagnóstico enfocado a evaluar la calidad del suelo. Bautista *et al* (2004) afirman que las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este, ya que reflejan la manera en que dicho recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas. Por otra parte menciona que algunas propiedades químicas como materia orgánica, pH, Conductividad eléctrica, P, N, K, etc, generan condiciones que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas y microorganismos.

Cuadro III.2 Resultados de laboratorio, propiedades generales

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	Textura	% arena	% arcilla	% limo	% M.O.
Perfil 1							
A	0 - 50	5.37	Franco arcillo arenoso	52.2	21.44	26.36	2.35
Perfil 2							
A	0 - 29	6.27	Franco arcilloso	42.56	29.44	28.0	2.32
B	29 - 58	6.98	Franco	42.56	21.44	36	0.734

Cuadro III.2 Resultados de laboratorio, propiedades generales

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	Textura	% arena	% arcilla	% limo	% M.O.
Perfil 3							
O	4.6 cm	6.32	Franco arenoso	63.84	13.44	22.72	12.22
A	0 – 53	5.35	Franco arcillo arenoso	51.84	23.44	24.72	3.58
B	53 – 80	6.04	Franco arcillo arenoso	48.56	33.44	18.0	0.52
B ₂	80 – 90	6.87	Franco arcillo arenoso	47.84	33.44	18.72	ND
Perfil 4							
O	5 cm	6.05	Franco arenoso	57.12	15.44	27.44	11.08
A	0 - 15	5.75	Franco arcillo arenoso	53.84	21.8	24.36	0.89
B	15 – 45	5.96	Franco arcillo arenoso	57.84	26.16	16.0	0.3
B ₂	45 – 105	6.46	Franco arcillo arenoso	51.48	33.44	15.08	ND
Perfil 5							
A	0 - 10	5.55	Franco arenoso	57.84	9.08	33.08	7.24
Perfil 6							
A	0 - 10	4.36	Franco arenoso	61.84	11.8	26.36	ND

Cuadro III.3 Resultados de análisis de laboratorio para macronutrientes

Horizonte	N %	P mg/kg	K meq/100g	Ca meq/100g	Na meq/100g	Carbonatos
Perfil 1						
Único	0.118	20.85	0.574	7.584	0.082	ND
Perfil 2						
A	0.116	37.26	1.233	10.045	0.060	ND
B	0.037	33.2	0.831	26.335	0.114	ND
Perfil 3						
O	0.611	5.71	0.563	45.289	0.049	ND
A	0.179	4.49	0.105	7.146	0.219	ND
B	0.026	4.22	0.106	6.400	0.711	ND
B ₂	ND	12.6	0.095	9.661	1.078	ND
Perfil 4						
O	0.554	6.69	1.139	25.561	0.054	ND
A	0.044	4.82	0.175	14.079	0.103	ND
B	0.015	4.23	0.073	8.298	0.165	ND
B ₂	ND	3.73	0.096	20.549	0.363	ND

Cuadro III.3 Resultados de análisis de laboratorio para macronutrientes

Horizonte	N %	P mg/kg	K meq/100g	Ca meq/100g	Na meq/100g	Carbonatos
Perfil 5						
único	0.362	34.17	0.422	7.998	0.188	ND
Perfil 6						
único	ND	10.94	0.284	0.439	0.082	ND

Cuadro III.4 Resultados de análisis de laboratorio para micronutrientes

Horizonte	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
Perfil 1				
Único	1.018	83.050	14.808	2.376
Perfil 2				
A	0.296	17.274	13.449	0.748
B	0.174	3.458	1.777	0.558
Perfil 3				
O	0.817	38.482	11.698	6.408
A	0.386	79.890	11.800	0.494
B	0.424	22.920	2.812	0.507
B2	0.802	9.084	2.530	0.798
Perfil 4				
O	1.546	86.450	22.376	5.238
A	0.638	36.990	11.927	0.514
B	0.391	18.526	13.600	0.291
B2	0.272	10.370	4.974	0.519
Perfil 5				
Único	0.570	102.710	20.786	4.416
Perfil 6				
Único	0.371	60.390	0.916	0.554

Diagnóstico general del estudio edafológico

Propiedades físicas:

La textura presente en la mayoría de los suelos es franco arenosa, y esta compuesta por un mayor porcentaje de arena, lo cual provoca que la retención y disponibilidad de agua para las plantas sea baja en comparación con suelos de texturas francas a arcillosas. La profundidad de los suelos nos da una idea del potencial productivo del mismo, así como del nivel de erosión (Becerra, 2005). Para el caso de la zona de estudio los suelos no muestran profundidades que permitan calificarlos como productivos.

Propiedades químicas:

Cerca del 80 % de la fertilidad del suelo se encuentra en la materia orgánica ya que contiene aproximadamente un 58% de carbono (C) y presenta una relación C/N/P/S estimada en 140:10:1.3:1.3 (García, 2003). Dados los resultados del análisis de suelos (Cuadros III.2, III.3 y III.4), en los cuales se aprecia un escaso contenido de materia con excepción de los dos perfiles con horizonte orgánico; se puede concluir que los

suelos no poseen una fertilidad que garantice cubrir los requerimientos nutricionales de las plantas una vez removida la vegetación.

Vulnerabilidad:

Los suelos presentes en la Peña del Águila San Juan Coyula muestran cierta vulnerabilidad en las zonas altas (perfiles 5 y 6), principalmente donde existen pendientes pronunciadas y suelos poco desarrollados (someros) con texturas arenosas. Estas zonas son vulnerables a la erosión hídrica y eólica ya que en ellas se presenta una mayor precipitación anual y mayor impacto de los vientos, factores más intensos, toda vez que la vegetación es removida. Sin embargo es la zona que esta fuera del alcance de los impactos antropogénicos derivados de las actividades agrícolas y ganaderas.

Aunque en la parte baja (perfil 1) del camino de acceso a las torres 212 y 214 también existen suelos someros, estos se encuentran en relieves menos accidentados y su estado no se debe precisamente al tipo de desarrollo de los mismos, ya que las actividades que ahí se llevan a cabo han mermado su calidad, es decir, en esta zona la actividad ganadera se manifiesta de manera intensa, haciendo notoria la compactación. Sin embargo la textura del suelo y composición del relieve en las partes bajas las hacen menos vulnerables a la erosión, pero con una mayor amenaza de degradación a causa de las actividades agropecuarias.

La vulnerabilidad que se menciona no repercute directamente en la disposición de nutrientes, puesto que en general el contenido de estos es amplio y en la mayoría de los casos adecuado. Cabe mencionar que el menor contenido de materia orgánica y porcentaje de nitrógeno corresponde a los sitios altos considerados vulnerables.

Factores limitantes:

El Colegio de Postgraduados en su manual de conservación de suelo y agua considera que existen cuatro factores limitantes de la productividad de un suelo y que a su vez determinan el uso potencial del mismo. Estos factores son: clima (disponibilidad de agua de lluvia), erosión, topografía (pendiente), propiedades del suelo (profundidad, pedregosidad, salinidad).

La alta cantidad de sodio intercambiable, genera una serie de problemas para el desarrollo de la vegetación (Etchevers, 2007). En primer lugar, cantidades muy elevadas de este elemento son normalmente tóxicas para muchas plantas; en segundo término, el sodio en altas concentraciones, genera la dispersión de las arcillas y la materia orgánica provocando serios problemas de drenaje y permeabilidad de los suelos. En ningún sitio de muestreo se encontraron niveles altos de salinidad (Cuadro III.3)

Salvo las partes altas, las condiciones en que se encuentran los suelos del resto de la zona de estudio presentan un conjunto de características por las cuales se pueden denominar como fértiles y sin limitantes de sales o de pH para el desarrollo de las plantas. El único limitante desde el punto de vista edafológico que en algún momento pueda influir en el establecimiento de la reforestación, es la pendiente y la poca profundidad de los suelos en las zonas que por la misma razón se consideraron vulnerables. Es probable que estas condiciones hayan ocasionado la baja tasa de

establecimiento de las especies reforestadas. Sin embargo, para aseverarlo se tendría que hacer un estudio específico de los requerimientos de las especies o en su defecto de su respuesta a los niveles de nutrientes.



Figura III.1 Perfil 1



Figura III.2 Perfil 2



Figura III.3 Perfil 3



Figura III.4 Perfil 4



Figura III.5 Perfil 5



Figura III.6 Perfil 6

3.2 Restauración mediante obra mecánica

3.2.1 Control de cárcavas a través de diferentes técnicas (relleno con piedra, material vegetativo y tierra)

A lo largo de la brecha de acceso a las torres 212 – 214 se realizaron actividades de relleno de cárcavas utilizando piedra, tierra y material vegetal (ramas y varas).



Figura III.7 Relleno de cárcavas usando piedra y ramas como soporte y tierra como relleno

En el Cuadro III.5 se listan las coordenadas geográficas de los segmentos donde se realizó el control de cárcavas a lo largo de la brecha de acceso

Cuadro III.5 Coordenadas de los segmentos del trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 - 2.14 de la L. T. Temascal II - Oaxaca Potencia, donde se llevo a cabo el control de cárcavas con material vegetativo, tierra y piedras

Tipo	Inicio_Fin	Clave	Dimensión (metros)	Coordenada X	Coordenada Y
Presa de ramas, piedras y tierra	inicio	s_01	36.06 x 0.40 x 0.40	718155.61	1982292.31
Presa de ramas, piedras y tierra	fin	s_01		718158.27	1982258.13
Presa de ramas, piedras y tierra	inicio	s_02	26.079 x 0.40 x 0.40	718170.89	1982202.44
Presa de ramas, piedras y tierra	fin	s_02		718195.56	1982200.84
Presa de ramas, piedras y tierra	inicio	s_03	67.47 x 0.40 x 0.40	718236.11	1982214.38
Presa de ramas, piedras y tierra	fin	s_03		718275.01	1982162.12
Presa de ramas, piedras y tierra	inicio	s_04	121.51 x 0.40 x 0.40	718445.38	1981888.86
Presa de ramas, piedras y tierra	fin	s_04		718340.56	1981895.69
Presa de ramas, piedras y tierra	inicio	s_05	72.498 x 0.40 x 0.40	718829.28	1981632.32
Presa de ramas, piedras y tierra	fin	s_05		718857.57	1981559.59

Cuadro III.5 Coordenadas de los segmentos del trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 - 2.14 de la L. T. Temascal II - Oaxaca Potencia, donde se llevo a cabo el control de cárcavas con material vegetativo, tierra y piedras

Tipo	Inicio_Fin	Clave	Dimensión (metros)	Coordenada X	Coordenada Y
Presas de ramas, piedras y tierra	inicio	s_06	157.568 x 0.40 x 0.40	719050.96	1981569.77
Presas de ramas, piedras y tierra	fin	s_06		719203.65	1981549.53
Presas de ramas, piedras y tierra	inicio	s_07	92.33 x 0.40 x 0.40	719413.12	1981438.33
Presas de ramas, piedras y tierra	fin	s_07		719493.20	1981437.25
Presas de ramas, piedras y tierra	inicio	s_08	59.85 x 0.40 x 0.40	719754.67	1981294.37
Presas de ramas, piedras y tierra	fin	s_08		719699.82	1981266.27

3.2.2 Gaviones y barreras vivas

De acuerdo a los resultados del análisis de índices de deterioro ambiental se indicaron dos sitios con problemas de deterioro graves. La restauración mecánica consistió en la construcción de gaviones los cuales fueron ubicados geográficamente como se muestra en el Cuadro III.6.

Cuadro III.6 Coordenadas de gaviones ubicados en puntos distintos del trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214

Tipo	Clave	Dimensión (metros)	Coordenada X	Coordenada Y
gavión	g_01	10 x 2 x 2	718035.18	1982323.31
gavión	g_02	2 x 1 x 1	718503.41	1981704.41



Figura III.8 Zonas identificadas con erosión crítica

El primer sitio se ubica a 100m de donde inicia la brecha de acceso que conduce a las torres 212-214 y el camino de terracería que conduce a la comunidad de San Juan Coyula; el segundo sitio se localiza a escasos 100 metros antes del paraje conocido comumente como la "zeta". En el primer sitio se construyeron 2 estructuras metálicas,

mientras que en el segundo se construyeron 10 estructuras metálicas, a fin de retener el agua que baja por el cause principal, lo que permitirá la conservación de suelo y el uso y manejo eficiente de los escurrimientos superficiales.



Figura III.9 Acondicionamiento del sitio a construir el gavión mediante actividades mecánicas

En éstos sitios se plantaron estacas de *Bursera cinerea* como barreras vivas, acción que favorece la retención del suelo. La ventaja de estas acciones permite una mayor duración de las obras de ingeniería y compatibilidad estética con el paisaje circundante.



Figura III.10 Presas filtrantes de gaviones y barreras vivas

Previo a la instalación de los gaviones, se colectó material pétreo de diferentes dimensiones, para el relleno de la estructura del gavión. El sitio se acondicionó para el montaje de las estructuras y asegurar mayor estabilidad en el sitio.

Para el armado de gaviones se aplicaron las reglas básicas de ingeniería usadas para asegurar la estabilidad de la estructura y así, su duración. En particular, los gaviones a menudo se asocian a los cortes y relleno de los terrenos y, por ende, debe garantizar la estabilidad estática y la resistencia intrínseca de la estructura en conjunto y de todas sus partes por separado. El almacén de tela metálica no es un mero recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura. Un gavión bien hecho puede tolerar años de castigo.



Figura III.11 Armado y montaje de estructuras: gaviones

Se colocaron piedras de dimensiones variables dentro de las estructuras metálicas orientándolas de manera transversal en función de la pendiente y caudal. Las piedras de relleno ofrecen un mayor grado de permeabilidad en toda la estructura, lo que elimina la necesidad de un sistema de desagüe. Las piedras que se emplearon para rellenar los almacenes metálicos fueron piedras de poca calidad, comúnmente encontradas cerca del sitio de la obra, y no se requieren materiales ni mano de obra especializada, como encofradores, albañiles o herreros.

Las ventajas que brindan las presas filtrantes a base de gaviones son:

Flexibilidad. Las estructuras de gaviones tienen gran adaptabilidad al terreno, absorben todos los asentamientos y no requieren ningún tipo de cimentación especial.

Permeabilidad. Son estructuras drenantes que desalojan el agua y pueden contener las obras que protegen, eliminando de esta manera una de las principales causas de la inestabilidad de las obras.

Resistencia. El conjunto de gaviones forma una estructura estable a todos los esfuerzos de tensión y compresión.

Durabilidad. Los gaviones colocados en obra tienen un periodo de más de 20 años de vida, tiempo en que los arrastres depositados en los intersticios de las piedras y la sedimentación de los mismos originan la formación de un bloque compacto y sólido.

Estas propiedades de las estructuras de gaviones dan una gran ventaja técnica sobre las estructuras rígidas, principalmente en terrenos inestables donde pudieran existir asentamientos o socavaciones.



Figura III.12 Primer sitio restaurado (gavión 1)



Figura III.13 Segundo sitio restaurado (gavión 2)

3.2.3 Muro seco

Adicionalmente a lo anterior se construyeron presas de piedra acomodada. Estas son prácticas de conservación de suelos para el control de azolves en cárcavas que se estaban formando a lo largo del camino de acceso a las torres 212 – 214, favoreciendo el desvío de canales de desagüe.



Figura III.14 Estabilización de taludes mediante la construcción de muros secos

Un muro seco es una estructura construida con piedras acomodadas. Estos muros se construyeron colocando las piedras transversalmente a la dirección del flujo de la corriente sobre la brecha de acceso a las torres, para así controlar la erosión en cárcavas, reduciendo la velocidad de escurrimiento y reteniendo azolves, estabilizando lechos de cárcavas, lo que permite el flujo normal de escurrimientos superficiales.



Figura III.15 Construcción de muros secos a lo largo de la brecha de acceso

Se identificaron 21 sitios con evidencias de deterioro del suelo (formación de cárcavas). Las dimensiones de las presas de piedra acomodada dependieron de la pendiente o grado de inclinación que presenta la cárcava, así como de la profundidad y cantidad de escurrimientos superficiales. Tales dimensiones varían en un rango de 0.5 a 2 m.

La obra se realizó para cárcavas con pendientes moderadas donde la superficie del área de escurrimiento generó flujos de bajo volumen. Son estructuras pequeñas, que se aseguran para que sean lo más resistentes posibles a volcaduras provocadas por las corrientes de agua que impacten las paredes, y así fijan adecuadamente la cimentación y el empotramiento.



Figura III.16 Preparación del terreno para la construcción de presas

Previo a la construcción de presas de piedra, se excavó una zanja en el fondo y partes laterales de la cárcava para obtener el empotramiento o cimentación. Dependiendo de las dimensiones de la presa se estableció la profundidad de la zanja.

Los métodos de construcción dependieron del tipo de piedra que se dispuso. Cuando las piedras fueron tipo “laja” o planas sólo se acomodan unas sobre otras siguiendo las dimensiones iniciales para formar una barrera de la misma anchura y con paredes rectas y estables. Cuando se encontraron piedra tipo “bola” o redondeada se colocaron con la parte de mayor peso hacia abajo.



Figura III.17 Acomodo de material pétreo para control de erosión

Los materiales pétreos utilizados se colectaron en área aledañas a la brecha de acceso.

En el Cuadro III.7 se describen en coordenadas geográficas los puntos de los sitios restaurados mediante la construcción de muros secos, empleando material pétreo (piedra de la región) de diferentes dimensiones. Estos se fueron ubicando a lo largo de la brecha de acceso en sitios que presentaban formación de cárcavas. El proceso consistió en la colocación de piedras de manera ordenada recargándolas con una pequeña inclinación en sentido contrario de la pendiente para favorecer la acumulación de sedimentos y en consecuencia disminuir el arrastre de sedimentos por procesos hídricos y eólicos.

Cuadro III.7 Coordenadas geográficas de los muros secos de piedra acomodada en el trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 - 2.14 de la L. T. Temascal II - Oaxaca Potencia

Tipo	Clave	Coordenada X	Coordenada Y
muro seco	m_01	717985.38	1982463.51
muro seco	m_02	717991.85	1982392.68
muro seco	m_03	718030.30	1982313.09
muro seco	m_04	718159.86	1982301.11
muro seco	m_05	718215.29	1982209.05
muro seco	m_06	718247.25	1982219.25
muro seco	m_07	718453.51	1981897.12
muro seco	m_08	718307.58	1981859.77
muro seco	m_09	718344.48	1981788.94
muro seco	m_10	718498.76	1981697.97
muro seco	m_11	718495.68	1981690.29
muro seco	m_12	718492.61	1981681.83
muro seco	m_13	718490.31	1981674.92
muro seco	m_14	718594.83	1981662.96
muro seco	m_15	718696.47	1981650.46
muro seco	m_16	718656.19	1981691.86
muro seco	m_17	718740.54	1981674.12
muro seco	m_18	718785.13	1981644.75
muro seco	m_19	719052.62	1981575.44
muro seco	m_20	719482.16	1981430.08
muro seco	m_21	719548.46	1980991.93

3.2.4 Encauzamiento

Sobre la brecha de acceso se identificaron sitios donde la pendiente del terreno es relativamente suave alcanzando hasta un 45% por lo que se construyeron canales de encauzamientos de los escurrimientos superficiales así como la plantación de estacas de *Bursera cinerea*, *Bursera sp.* y *Euphorbia schlechtendalii* como barrera.



Figura III.18 Encauzamientos de los escurrimientos superficiales

3.3 Levantamiento topográfico

En el tramo de las torres 212-214, predomina el bosque de encino conservado (Cuadro III.8), caracterizado por presentar especies como *Quercus albocinata* (Encino negro), *Quercus castanea* (Encino cáscara roja), *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje), *Dodonaea viscosa* (Jarilla) y *Acacia pennatula* (Espino). Esto de acuerdo al perfil topográfico que se realizó en el área de estudio.

Cuadro III.8 Tipo de vegetación encontrado en el tramo de las torres 212-214 de la L. T. Temascal II-Oaxaca Potencia

Torres	Tipo de vegetación y uso del suelo
212 - 213	Bosque de encino y pino en menor proporción
213 - 214	Bosque de encino



Figura III.19 Levantamiento topográfico del área

Sobre la brecha de acceso que conduce a las torres 212 a la 214 se realizó el recorrido previo para el reconocimiento del área y diseñar la estrategia de medición. La ubicación de puntos de control “líneas de control azimutal” sirvió de base para la medición de la poligonal de apoyo con el empleo del navegador GPS, posteriormente se midió la poligonal abierta para la propagación de coordenadas. Se realizó la radiación de los vértices del camino así como el seccionamiento del mismo. Para la elaboración de la planta topográfica, se realizaron las mediciones con equipo topográfico de precisión “Estación total”.

El perfil topográfico permitió verificar la composición vegetal de derecho de vía de las torres **212 a la 214** y establecer recomendaciones respecto de las actividades de mantenimiento de la línea. Es decir, se estableció el nivel de corte, poda selectiva y/o aclareos según sea el caso, de acuerdo a la vegetación existente y a su composición fisiológica. Al respecto se tiene lo siguiente:

Quercus castanea: Pertenece a la Familia Fagaceae, su nombre común es encino cáscara roja, es un árbol de hasta 15 metros de alto, al principio castaño-tomentosas y después glabrescente y con frecuencia al final de la primera estación glabras o casi glabras, de color castaño rojizo o casi negro, por lo general con muchas lenticelas pálidas, hojas jóvenes en el envés con un denso tomento pálido, el haz verde o rojizo y minutamente estrellado-pubescente, con frecuencia con pelos glandulares vermiformes rojizos o amarillentos; Las hojas maduras son rígidas y coriáceas, con el envés casi blanco, esencialmente oblanceoladas, oblongo elípticas, lanceoladas u obovadas; da frutos anuales, casi sésiles, ápices obtusos de color castaño, bellota anchamente ovoide.

Lysiloma acapulcensis: Pertenece a la Familia Fabaceae, su nombre común es tepehuaje, es un árbol de hasta 15m de alto, con la parte superior de la copa con aspecto plano, ramillas glabras a pilosas de color oscuro ceniciento, hojas de 15cm a 25cm de largo, con 9 a 12 pares de pinnas y 30 a 60 pares de folíolos linear oblongos, glabros de 4mm a 8mm de largo; flores cremosas amarillentas, en espigas axilares de 3mm a 6mm de largo, solitarias o en grupos; fruto rojizo a morado, con márgenes desprendiéndose al madurar, linear oblongo de 10cm a 20cm de largo por 2cm a 3cm de ancho.

Dodonaea viscosa: Pertenece a la Familia *Sapindaceae*, su nombre común es jarilla, es un arbusto de hasta 2 metros de altura, generalmente perennifolio, con follaje muy viscoso, las ramas delgadas, ferruginoso oscuras; hojas lineal u oblongo lanceoladas, flores amarillo pálidas, en pequeños corimbos laterales.

El manejo que se debe realizar en este tramo es mínimo debido a que solo se registran especies de porte bajo como *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje), *Dodonaea viscosa* (Jarilla) y *Acacia pennatula* (Espino), mismos que requerirán de aclareos selectivos mediante la corta de aquellos ejemplares cuya altura se acerque a 4 o 5 metros de la catenaria más baja de la Línea de Transmisión.

En cuanto a *Quercus albocinata* (Encino negro) y *Quercus castanea* (Encino cáscara roja), su manejo será con podas de reducción de copa para controlar su crecimiento considerando no podar más del 30 % de la copa del ejemplar, esto se logra cortando ramas altas, gruesas y líderes hasta una rama lateral que tenga al menos un tercio del tamaño de la rama que se va a cortar. La práctica de esta poda ayudará a mantener la integridad estructural del árbol, su forma natural y retardará el tiempo necesario para repetir nuevamente esta poda en el mantenimiento de la Línea.

Control de los residuos: Tras las cortas e intervenciones de poda pueden acumularse residuos vegetativos que significan un riesgo por incendio, y proliferación de plagas y enfermedades. Se recomienda su extracción para su aprovechamiento local como leña combustible, considerando las limitantes del terreno. Por otra parte se deberán aplicar acciones complementarias con los residuos generados por el desrame como lo son el picado, esparcido y acomodamiento de estos para protección del suelo.

Las coordenadas que a continuación se muestran son las que fueron tomadas con la estación total rectificando los puntos en donde se encuentran ubicadas las torres 212-214 de la brecha de acceso de la L. T. Temascal II- Oaxaca Potencia.

Cuadro III.9 Kilometraje y distancias de las torres 212-214

Torre (num.)	Coordenada X	Coordenada Y	Kilometraje de cada torre	Distancia (m) entre cada torre	Alturas de las torres (m)
T-212	719783.89	1981368.11	(84 + 150)	---	36.96
T-213	719667.27	1981241.14	(84 + 382)	212 a 213 = 232.00	39.1
T-214	719248.52	1980784.02	(85 + 047.67)	213 a 214 = 665.67	39.1

4 Reforestación con especies nativas

4.1 Inventario florístico

Colecta de ejemplares

La colecta de ejemplares botánicos se realizó mediante las técnicas propuestas por Lot y Chiang, (1986), colectando sólo individuos en estado fértil (con flor y/o fruto). Para la colecta de epifitas se utilizaron las técnicas de trepado de árboles, de acuerdo a lo propuesto por Perry (1978) y Whitacre (1981). Se tomaron 4 repeticiones de cada ejemplar colectado, anotando los siguientes datos: colector, número de colecta, forma de crecimiento, altura de la planta, características de la flor y el fruto, tipo de vegetación, tipo de suelo, altitud, coordenadas geográficas, paraje, localidad, nombre común y usos. La información se sustentó con evidencias fotográficas, sobre todo de las especies más comunes en el área de estudio.



Figura IV.1 Colecta de epifitas



Figura IV.2 Prensado y toma de información de plantas en campo

Los ejemplares se preservaron en alcohol al 70% para su posterior secado en el herbario de la Unidad de Gestión Ambiental del ITAO. Posteriormente se fumigaron utilizando cloroformo industrial para evitar el crecimiento de plagas, ver Figura IV.3.



Figura IV.3 Fumigación y secado en instalaciones del ITAO

La información de las especies colectadas se procesó en una base de datos, que a continuación se describe.

Base de datos para el control de colectas y módulos de control automatizado

La base de datos para el control de colectas de herbario, fue diseñada en la aplicación Microsoft Acces, usando un modelo de datos denominados *Entidad-Relación*, que permite tener de forma clara y por separado los datos que en ésta base se registran, cumpliendo con la integridad de la información que cualquier base de datos debe tener. Están separados en catálogos, cada uno con información básica como: Familia, Género, Especie, Autor(es), Subespecie, Colector(es), Fecha de colecta, Paraje de colecta, Localidad, Municipio, Región, Tipo de suelo, etc. Ver figura IV.4.



Figura IV.4 Captura de información en base de datos.

Determinación de especies colectadas.

Para la determinación de los ejemplares se utilizaron claves taxonómicas y Software especializados como el FAMEX y GENCOMEX. Para algunos grupos de plantas se contó con la asesoría de especialistas como: Susana Valencia para Fagaceae, Dr. Gerardo Salazar para Orchidaceae y M.C. Silvia Salas para Zamiaceae. Los ejemplares se depositaron en el Herbario de la Unidad de Gestión Ambiental del ITAO. Las repeticiones de éstos se enviaron al Herbario Nacional (MEXU), en custodia permanente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Herbario de la Sociedad de Estudios Bióticos de Oaxaca (SERBO) y Herbario de la Universidad de Guadalajara (IBUG). En la Figura IV.5 se muestra el trabajo de identificación de especies.



Figura IV.5 Determinación taxonómica

Definición de los tipos de vegetación

Los tipos de vegetación predominantes en el área de estudio se definieron de manera objetiva, tomando los datos de fisonomía de las comunidades vegetales representativas de los ecosistemas. Para la descripción estructural de las comunidades vegetales, se tomaron medidas de las alturas de los árboles dominantes. Además, en cada sitio de colecta, se hicieron observaciones cualitativas para determinar el estado de conservación de los ecosistemas. Para la definición de los tipos de vegetación se siguió la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), a la que se le hicieron algunas adaptaciones de acuerdo a las particularidades de los sitios.

Descripción de la vegetación.

En San Juan Coyula se presentan, con diferente grado de conservación y extensión, los siguientes tipos de vegetación: Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana Subperennifolia, Bosque de *Quercus* y Bosque Mesófilo de Montaña. Entre las torres 212 a 214, se presenta Bosque de *Quercus* y Bosque Mesófilo de Montaña, este último restringido a pequeñas cañadas protegidas del viento y rodeadas por el Bosque de *Quercus*. A continuación se hace una descripción de estas comunidades vegetales y sus elementos principales.

Bosque Quercus: entre las torres 212 a 214 se desarrolla un Bosque de *Quercus*, donde predominan *Quercus castanea*, *Q. deserticola*, *Q. planipocula* y *Q. splendens* formando un estrato arbóreo que llega hasta los 10m de altura (Figura IV.6). Otro árbol sobresaliente, en cuanto a abundancia y altura es *Bursera cinerea* (Figura IV.7), cuyos frutos son la principal fuente de alimento de la guacamaya verde (*Ara militaris*). Otros árboles de menor tamaño son *Arbutus xalapensis*, *Bunchosia palmeri*, *Lysiloma divaricada* y *Terstroemia sylvatica*.



Figura IV.6. Bosque de *Quercus*



Figura IV.7 *Bursera cinerea*, elemento codominante en la Peña del Águila

El estrato arbustivo mide hasta 3m de altura está representado por *Bakeridesia bakeriana*, *Cnidioscolus tubulosus*, *Dodonaea viscosa*, *Esenbeckia macrantha*, *Heliocarpus americana* y *Senna wislizenii*. La abundancia de los arbustos responde a la poca cobertura aérea de los árboles, que en época de secas tienden a tirar sus hojas, aunque no llegan a defoliarse por completo. En el estrato herbáceo predominan *Iresine difusa*, *Pinguicula moranensis*, *Tibouchina scabriuscula*. En este bosque es muy notoria la abundancia de especies epífitas, principalmente de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Piperaceae y diversos helechos (Figura IV.8).



Figura IV.8. Diversidad de especies epífitas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae

Las especies de la familia orchidaceae sobresalientes de la sinusia epífita son: *Barkeria melanocaulum*, *Dichaea neglecta*, *Dinema polybulbon*, *Epidendrum diffusum*, *E. melistagum*, *Jacquiiniella leucomelana*, *Laelia anceps* subsp. *anceps*, *L. superviens*, *Lepanthes* aff. *rekoi*, *Lycaste aromatica*, *Maxillaria variabilis* subsp. *variabilis*., *Nageliella purpurea*, *Prosthechea ochracea*, *P. tripunctata*, *Rhyncholaelia glauca* y *Sobralia macranta*. De la familia Bromeliaceae se presentan *Catopsis* sp., *Tillandsia butzii*, *T. circinnatoides*, *T. ionantha*, *T. makoyana*, *T. usneoides*. De la familia cactaceae se presentan *Echeveria nodulosa*, *E. chiapensis*, *Rhipsalis baccifera*, *Mammillaria flavicentra*, *M. haageana* y *Nopalxochia ackermannii*. Este bosque es muy particular, tanto por la diversidad de epifitas como por la abundancia de *Tillandsia*

usneoides, que crece en los encinos creando un microhábitat con mayor humedad (Figura IV.9).



Figura IV.9. *Tillandsia usneoides* creciendo en el bosque de *Quercus* en San Juan Coyula

De las orquídeas, dos especies se encuentran en categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (INE, 2002): *Barkeria melanocaulon* y *Laelia halbingeriana* (Figura IV.10); la primera es endémica a la cuenca del Río Balsas, Valle de Tehuacán-Cuicatlán y fondo de los Valles Centrales. Se presentan también especies de ornato, por lo que es común que las poblaciones naturales estén sujetas a fuertes presiones por su aprovechamiento, entre las especies se encuentran *Laelia anceps* subsp. *anceps*, *Nageliella purpurea*, *Sobralia macranta*, *Tillandsia butzii* y *Nopalxochia ackermannii* (Figura IV.11).



Figura IV.10. *Barkeria melanocaulon* (superior izquierda y derecha) y *Laelia halbingeriana* (inferior izquierda y derecha), especies encontradas en el bosque de encino de San Juan Coyula



Figura IV.11. *Nopalxochia ackermannii* y *Nageliella purpurea*, algunas de las especies atractivas como plantas de ornato

Bosque Mesófilo de Montaña: Entre las torres 212 – 213 (antes 209 – 210) hay un parche de vegetación restringido a cañadas húmedas, que por sus características florísticas y climáticas puede considerarse como Bosque Mesófilo de Montaña (Figura IV.12). En éste el estrato arbóreo alcanza una altura de 30m aproximadamente y está caracterizado por *Cornus disciflora*, *Dendropanax leptopodus* y *Oreopanax liebmannii*. Además se encuentran otras especies de menor altura como *Quercus castanea*, *Q. peduncularis*, *Q. planipocula*, entre otras. El estrato arbustivo mide hasta 4m de altura y está representado por *Croton guatemalensis*, *Ternstroemia lineata*, entre otras.



Figura IV.12 Bosque Mesófilo de Montaña, entre las torres 212 - 213, San Juan Coyula

Las especies epifitas presentan una gran diversidad debido a las condiciones climáticas existentes en este tipo de vegetación, las especies que se encuentran son: *Anthurium titanium*, *Brassia verrucosa*, *Dinema polybulbon*, *Echeveria chiapensis*, *Epidendrum polyanthum*, *E. propinquum*, *E. radioferens*, *Guarianthe aurantiaca*, *Isochilus major*, *Laelia superviens*, *Maxillaria densa*, *M. variabilis*, *Nageliella purpurea*, *Nopalxochia ackermannii*, *Ponera graminifolia*, *Prostechea ochraceae*, *P. radiata*, *Stelis ornata*, *Rhyncholaelia glauca*, *S. vespertina*, *Tillandsia ionantha*, *T. cyanea*, entre otras.

La distribución espacial del Bosque Mesófilo de Montaña en San Juan Coyula es relativamente pequeña. Con la apertura del derecho de vía de la Línea de Transmisión Eléctrica se afectó dicha comunidad vegetal restringiendo su distribución a cañadas protegidas, que juegan un papel importante en la diversidad de especies de epifitas (principalmente de la familia Orchidaceae y Bromeliaceae) del lugar y la zona en general. Su alteración repercutirá notablemente en la disminución de estas especies debido a las afectaciones de su hábitat (Figura IV.13).



Figura IV.13. Diversidad de epifitas en el Bosque Mesófilo de Montaña de San Juan Coyula

Bosque de Quercus: entre las torres 213 y 214, con exposición hacia el Valle de Cuicatlán, se desarrolla un bosque de *Quercus*, que forma un estrato arbóreo de 6 a 10m de altura, caracterizado por *Quercus castanea*, *Q. conzattii*, *Q. magnoliifolia*, *Q. peduncularis*, *Q. resinosa* y *Q. sebifera* (Figura IV.14).



Figura IV.14. Aspecto del Bosque de *Quercus*, entre las torres 213 y 214

Los estratos arbustivo y herbáceo están poco desarrollados, principalmente por la gran capa de hojarasca que hay en el suelo. Entre las especies más comunes están: *Gaultheria cumingii*, *Lobelia laxiflora* y *Terstroemia sylvatica*.

En este bosque también es evidente la abundancia de epifitas, aunque en menor proporción que los bosques contiguos. Las especies más abundantes son *Brassia verrucosa*, *Dichaea neglecta*, *Dinema polybulbon*, *Encyclia candollei*, *Ponera striata*, *Tillandsia butzii*, *T. makoyana*, *Sobralia decora* y *Stelis vespertina*. Una característica peculiar de este bosque es la abundancia de *Tillandsia usneoides*, que prácticamente cubre a los encinos, lo que sugiere una alta humedad ambiental (Figura IV.15).



Figura IV.15. Abundancia de *Tillandsia usneoides* en el bosque de *Quercus*, ayuda a la humedad

Lista florística de San Juan Coyula, San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca

Entre paréntesis se mencionan los colectores y sus números de colecta correspondientes. Colectores: AMF= Aarón Martínez Feria; AE= Ángel Cruz Espinosa; GJ= Gonzalo Juárez García; RLG= Rosa Luz García García.

Tipos de vegetación: BQ= Bosque de *Quercus*; BQP= Bosque de *Quercus-Pinus*; BPQ= Bosque de *Pinus-Quercus*; SBC= Selva baja caducifolia; VS= Vegetación secundaria; BMM= Bosque mesófilo de montaña

* Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001

Lista florística de San Juan Coyula, San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca.

PTERIDOPHYTA (Mickel y Beitel, 1988)

VEG

Adiantaceae

Adiantum capillus-veneris L. (GJ 1298)

BQ

Dryopteridaceae

Polystichum ordinatum (Kunze) Liebm. (AMF 121)

BQ

Nephrolepidaceae

Nephrolepis pectinata (Willd.) Schott (GJ 1299)

BQ

Polypodiaceae

Pleopeltis konzattii (Weath.) R.M. Tryon et A. F. Tryon (GJ 1276)

BQ

Pleopeltis interjecta (Weath.) Mickel et Beitel (AE 2117, 2125)

BQ

Polypodium adelphum Maxon (AMF 120)

BQ

Polypodium californicum Kaulf. (AMF 119)

BQ

Polypodium fraternum Schltld. et Cham. (GJ 1312)

BQ

Polypodium plebeium Schltld. et Cham. (GJ 1307)

BQ

Selaginellaceae

Selaginella pallescens (C. Presl) Spring (AE 2106)

BQ

PINOPHYTA (Cronquist, 1966)

Pinaceae

Pinus oocarpa Schiede ex Schltld. (GJ 1323)

BQ

Zamiaceae

**Dioon purpusii* Rose (GJ 453, 613)

SBC

MAGNOLIOPHYTA (Cronquist, 1966)

DICOTYLEDONAE

Acanthaceae

Elytraria imbricata (Vahl) Pers. (AE 2079)

BQ

Araliaceae

<i>Dendropanax leptopodus</i> (Donn. Sm.) A.C. Sm. (GJ 1333)	BMM
<i>Oreopanax echinops</i> (Cham. et Schltdl.) Decne. et Planch. (AMF 140)	BQ
<i>Oreopanax liebmannii</i> Marchal (GJ 1330)	BMM
Asclepiadaceae	
<i>Asclepias curassavica</i> L. (AE 2969)	BQ
Bignoniaceae	
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth var. <i>velutina</i> (AE 2140)	BQ
<i>Xylophragma seemannianum</i> (Kuntze) Sandwith (AMF 16)	BQ
Burseraceae	
<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl. (AMF 10)	BQ
<i>Bursera cinerea</i> Engl. (AE 2093)	BQ
Cactaceae	
<i>Mitrocereus fulviceps</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Backeb. ex Bravo (AE 2142)	BQ
<i>Nopalxochia ackermannii</i> (Haw.) F.M. Knuth (AE 2133; GJ 1340)	BQ
<i>Polaskia chende</i> (Gosselin) Gibson et Horak (AE 2143)	BQ
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S.Mill.) Stearn (AE 2092; RLG 271)	BQ
Campanulaceae	
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth (AMF 154; GJ 1279; RLG 374, 429, 536)	BQ, BPQ, VS, BQP
Cornaceae	
<i>Cornus disciflora</i> DC. (GJ 1325)	BMM
Crassulaceae	
<i>Echeveria chiapensis</i> Rose ex Von Poellnitz (AE 2082; GJ 1310)	BQ
Ericaceae	
<i>Gaultheria cumingii</i> Sleumer (GJ 1316)	BQ
Euphorbiaceae	
<i>Croton guatemalensis</i> Lotsy (AMF 20)	BQ
<i>Croton sonorae</i> Torr. (AMF 12)	BQ
<i>Croton verapazensis</i> Donn. (AMF 9)	BQ
<i>Euphorbia tanquahuete</i> Sessé et Moc. (AE 2084)	BQ
Fagaceae	
<i>Quercus affinis</i> Scheidw. (RLG 656)	BQ
<i>Quercus candicans</i> Née (RLG 521, 580, 593)	BQ, BQP
<i>Quercus castanea</i> Née (AMF 23, 141, 144; AE 2122; GJ 1271; RLG 372, 591)	BQ, VS
<i>Quercus conspersa</i> Benth. (RLG 267, 589, 795)	BQ, BPQ
<i>Quercus konzattii</i> Trel. (AE 2110; GJ 1272; RLG 434, 657)	BQ, BPQ
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl. (RLG 569)	BP
<i>Quercus deserticola</i> Trel. (AE 2081, 2094; GJ 460)	BQ
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens et Galeotti (RLG 709)	SBC

<i>Quercus laeta</i> Liebm. (RLG 286)	BQ
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née (AE 2137; GJ 1277)	BQ
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl. (RLG 435, 519, 581, 793, 794)	BQ, BPQ, BQP
<i>Quercus ocoteaefolia</i> Liebm. (RLG 590)	BQ
<i>Quercus peduncularis</i> Née (AE 2112; AMF 21, 22, 142, 145; GJ 1313; RLG 266, 368, 395, 615, 659)	BQ, VS, BMM
<i>Quercus planipocula</i> Trel. (GJ 1324)	BMM
<i>Quercus resinosa</i> Liebm. (GJ 1273)	BQ
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm. (RLG 433, 520, 592, 792)	BQ, BQP, BPQ
<i>Quercus sebifera</i> Trel. (GJ 1309)	BQ
<i>Quercus splendens</i> Née (AMF 160; RLG 579, 607)	BQ, BMM
Hydrophyllaceae	
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz et Pav.) Kunth (RLG 559)	BP
Lamiaceae	
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br. (AE 2980)	BQ
Leguminosae	
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. et Bonpl. ex Willd. (RLG 674, 897)	SBC, VS
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (RLG 772)	BQ
<i>Lupinus</i> sp. GJ 1282	BQ
<i>Mimosa adenantheroides</i> (M.Martens et Galeotti) Benth (GJ 1290)	BQ
<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I.M. Johnst. var. <i>gentryi</i> (AE 2098; AMF 18; RLG 399)	SBC, BQ
<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin et Barneby (AE 2009; GJ 1329)	BQ, BMM
<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin et Barneby var. <i>pringlei</i> (Rose) Irwin et Barneby (AE 2141)	BQ
Lentibulariaceae	
<i>Pinguicula moranensis</i> Kunth (AE 2105, 3037)	BQ
Malvaceae	
<i>Bakeridesia integerrima</i> (Hook. f.) D. M. Bates (GJ 452)	SBC
Martyniaceae	
<i>Proboscidea louisianica</i> (Mill.) Thell. (RLG 350)	SBC
Melastomataceae	
<i>Tibouchina scabriuscula</i> (Schltdl.) Cogn. (AE 3021)	BQ
Onagraceae	
<i>Gaura mutabilis</i> Cav. (AE 2967)	BQ
<i>Lopezia trichota</i> Schltdl. (AE 2991, 3043)	BQ
Papaveraceae	
<i>Bocconia frutescens</i> L. (GJ 1332)	BMM

Phytolacaceae

Phytolacca icosandra L. (GJ 1275) BQ

Piperaceae

Peperomia guatemalensis C. DC. (AE 3048; AMF 150) BQ

Polemoniaceae

Loeselia caerulea (Cav.) G. Don (AMF 151) BQ

Loeselia mexicana (Lam.) Brand (GJ 1311) BQ

Ranunculaceae

Clematis dioica L. (RLG 448) BPQ

Rosaceae

Crataegus pubescens (C. Presl) C. Presl (AMF 117) BQ

Rubiaceae

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltl. (RLG 573, 803) BQ, BPQ

Hamelia patens Jacq. (AMF 17) BQ

Rutaceae

Amyris monophylla Brandegees (AMF 14) BQ

Amyris semannianum (Kuntze) Sandwith (AMF 6) BMM

Esenbeckia macrantha Rose (AE 2089; AMF 19) BQ

Zanthoxylum liebmannianum (Engl.) P. Wilson (AE 2132; AMF 118) BQ

Sapindaceae

Thouinia villosa DC. (AE 2104) BQ

Urvillea ulmacea Kunth (AE 2136) BQ

Solanaceae

Nicotiana glauca Graham (GJ 1281) BQ

Solanum lanceolatum Cav. (AE 2957; GJ 1278) BQ

Solanum myriacanthum Dunal (AE 2974) BQ

Sterculiaceae

Waltheria americana L. (GJ 1289) BQ

Theaceae

Ternstroemia lineata DC. (AMF 130; GJ 1335) BQ, BMM

Ternstroemia sylvatica Schltl. et Cham. (GJ 1297) BQ

Tiliaceae

Heliocarpus tomentosus Turcz. (AMF 15) BQ

Verbenaceae

Petrea volubilis L. (RLG 363) BQ

MONOCOTYLEDONAE

Araceae

Anthurium podophyllum (Schlecht. et Cham.) Kunth BQ (RLG 598)
Anthurium scandens (Aubl.) Engl. (AE 2097, 3042; GJ 1295) BQ
Anthurium titanium Standl. et Steyerm. (AMF 137) BQ

Bromeliaceae

Tillandsia butzii Mez (RLG 575) BQ, BPQ
Tillandsia calotrysus Mez (RLG 806) BPQ
Tillandsia cyanea Linden ex K. Koch (AE 2129) BQ
Tillandsia fasciculata Sw. (AMF 156; RLG 195, 300, 807) BQ, BPQ
Tillandsia ionantha Planch. (AE 2083) BQ
Tillandsia aff. *juncea* (Ruíz et Pav.) Poir. (RLG 596) BQ
Tillandsia kirchhoffiana Wittm. (AE 2114) BQ
Tillandsia aff. *punctulata* Schldl. et Cham. (RLG 585) BQ
Tillandsia schiedeana Steud. (AE 2080; RLG 365, 683) BQ, SBC
 * *Tillandsia tricolor* Schldl. et Cham. (RLG 391, 708) BQ, SBC

Orchidaceae

Arpophyllum spicatum La Llave et Lex. (RLG 402, 430) BQ, BPQ
 * *Barkeria melanocaulon* A. Rich. et Galeotti (GJ 1343) BQ
Bletia purpurea (Lam) DC. (RLG 612) BMM
Brassia verrucosa Bateman ex Lindl. (AE 2130, 3025; RLG 531, 684, 801) BQ, BQP, BPQ, SBC
Cyclopogon sp. (AMF 147) BQ
Dinema polybulbon (Sw.) Lindl. (AE 2128; AMF 114; GJ 1284; RLG 401) BQ
Encyclia candollei (Lindl.) Schltr. (GJ 1302; RLG 677) BQ, SBC
Encyclia microbulbon (Hooker) Schltr. (RLG 469, 605) BQ, BQP
Epidendrum longipetalum A. Rich. et Galeotti (AE 3026) BQ
Epidendrum melistagum Hágsater (AE 2101; RLG 415) BQ
Epidendrum polyanthum Lindl. (AMF 139, 152) BQ
Epidendrum propinquum A. Rich. et Galeotti (AE 2131; AMF 108) BQ
Epidendrum radioferens (A.H.S.) Hágsater (AE 2119, 3023; AMF 136; RLG 477) BQ
Erycina hyalinobulbon (La Llave et Lex.) N.H. Williams et M.W. Chase (RLG 284) BQ
Guarianthe aurantiaca (Bateman ex Lindl.) Dressler et W.E. Higgins (AMF 135; RLG 276) BQ
Isochilus latibracteatus A. Rich. et Galeotti (AE 2120) BQ
Isochilus major Schlecht. et Cham (RLG 382, 473) BQP, VS
 * *Laelia halbingeriana* Salazar et Soto Arenas (AE 2088) BQ
Lepanthes avis Rchb. f. AE 3002; (GJ 1337) BQ, BMM
Lycaste aromatica (Graham ex Hook.) Lindl. (RLG 397) BQ
Maxillaria cucullata Lindl. (AMF 113) BQ
Maxillaria densa Lindl. (AMF 127; RLG 410) BQ
Maxillaria variabilis Bateman ex Lindl. var. *variabilis* (AE 2102; RLG 387, 414, 470, 471) BQ, BQP
Nageliella purpurea (Lindl.) L.O. Williams (AE 2103; RLG 277, 804) BQ, BPQ

<i>Nemaconia graminifolia</i> Knowles et Westc. (AE 2100)	BQ
<i>Oncidium graminifolium</i> Lindl. (RLG 432, 467, 545, 810, 817)	BQ, BPQ, BQP
<i>Ponera graminifolia</i> (Knowles et Westc.) Lindl. (AMF 115)	BQ
<i>Prosthechea livida</i> (Lindl.) W. E. Higgins (RLG 472, 563, 920)	BQ, BP, BQP
<i>Prosthechea michuacana</i> (La Llave et Lex.) W.E.Higgins (RLG 475, 574, 660, 814)	BQ, BQP, BMM
<i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W. E. Higgins (AE 2087; GJ 1274)	BQ
<i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W.E. Higgins (AE 2090; RLG 373, 403)	BQ, VS
<i>Prosthechea tripunctata</i> (Lindl.) W. E. Higgins (RLG 279)	BQ
<i>Rhynchoaelia glauca</i> (Lindl.) Schltr. AMF 159; (RLG 406)	BQ
<i>Rhynchostele aptera</i> (La Llave et Lex.) Soto Arenas et Salazar (RLG 565, 583)	BQ, BP
<i>Sobralia decora</i> Bateman (GJ 1301)	BQ
<i>Sobralia macrantha</i> Lindl. (RLG 652)	BQ
<i>Stelis emarginata</i> (Lindl.) Soto Arenas et Solano (RLG 409, 413, 468, 530)	BQ, BQP
<i>Stelis ornata</i> (Rchb.f.) Pridgeon et M.W.Chase (AE 2124)	BQ
<i>Stelis vespertina</i> Solano et Soto Arenas (GJ 1341)	BMM
<i>Trichocentrum ascendens</i> (Lindl.) M.W.Chase et N.H.Williams (RLG 280)	BQ

En el Anexo 2, se presenta el catalogo de especies encontradas en la zona.

4.2 Reforestación

Se realizó la siembra directa en el ejercicio junio – agosto 2006, 3,000 estacas de mulato y 1,000 estacas de cuajote, además de 3,000 brazos o cladodios de nopal y 1,000 de tunillo. Por motivos de pastoreo, la siembra se perdió en un 90%. En el periodo enero – septiembre 2007 se plantaron 1,100 estacas de las especies de cuajote, mulato. Además de 1,850 cladodios de nopal, tunillos, cardón y pitayos. En esta segunda etapa se reforestó también con 840 plantas de pino, encino y copalillo

4.2.1 Vivero

Como parte de los objetivos del proyecto se estableció un vivero comunitario para producción y propagación de plantas, en una superficie de 600m². El vivero comunitario esta ubicado en la parte Este del municipio a 50 metros de la agencia municipal. El predio tiene el régimen de uso común. En este sitio, la comunidad tiene establecido un estanque de agua para riego de cultivos en terrenos que se ubican en la parte baja de la población. El área que ocupa el vivero fue designada mediante un consenso de cabildo conformado por el Comisariado de Bienes Comunales y el Consejo de Vigilancia con el propósito de cumplir con los objetivos del proyecto, así mismo quedó establecido que toda la infraestructura y los materiales e insumos empleados durante el manejo del vivero, serán donados a la autoridad a fin de dar continuidad en trabajos relacionados con la conservación de su ecosistema. Una vez designada el área

se procedió a la limpieza del sitio así como la delimitación y cercado del área para protegerlo de los animales domésticos en el momento de obtención de plantas (ver Figura IV.16).

Para la colocación de las plantabandas se limpió y niveló el terreno, y se colocaron postes de madera para la construcción temporal de un área sombreada con un lienzo de malla sombra al 50%, donde se reprodujeron las plantas que fueron llevadas al sitio para su reintroducción.

Una vez realizadas las actividades de propagación y reproducción de plantas que fueron empleadas para el proyecto, se acondicionó el área para el acopio de plantas que son utilizadas en la operación de otros proyectos con instancias interesadas en la conservación



Figura IV.16. Acondicionamiento del sitio para establecer el vivero

El manejo del vivero estuvo a cargo de personal capacitado de la comunidad, realizando actividades de riego, deshierbes, control de plagas y abonados (Figura IV.17).



Figura IV.17. Actividades en el vivero

En el Cuadro IV.1, se muestran las coordenadas de la ubicación del vivero comunitario.

Cuadro IV.1. Coordenadas de ubicación del Vivero Comunitario

Instalación	Clave	A cargo	Coordenada X	Coordenada Y
Vivero comunitario	V01	Comisariado de bienes comunales	721308.45	1981570.44

Los materiales empleados para la construcción del módulo de sombreado y las herramientas utilizadas en la ejecución del proyecto fueron donados a la comunidad con la finalidad de seguir produciendo plantas para reforestar áreas desprovistas de vegetación determinadas por la población así como la producción de especies de interés comercial y frutales.

La intensión de las autoridades comunales es producir especies arbóreas para reforestar en áreas degradadas así como en las áreas donde se ubican manantiales que abastecen de agua a la población. El interés de la mayoría de los pobladores es la producción de especies frutales de la región y distribuir las en cada una de sus parcelas.

4.2.1 Colecta de germoplasma y partes vegetativas para propagación en vivero

Colecta de cactáceas

En la segunda etapa del ejercicio 2007 se colectaron de manera proporcional 1500 brazos (0.5m y 1.0m de largo con o sin la parte apical) de cactáceas columnares como *Polaskia chende*, *Stenocereus pruinosus* y *Pachycereus webery* y 1500 cladodios de *Opuntia sp.* (nopal). Para el caso de ésta última se seleccionaron cladodios o plantas madre, el sitio de colecta fue en el paraje denominado “El Timbre” (cercano a la carretera que conduce al centro de la población) ver Figura IV.18.



Figura IV.18. Selección, extracción y acarreo de cladodios de nopal

Para evitar problemas de pudrición y pronta cicatrización de los ejemplares se aplicó caldo bordelés al 2% (dos partes de cal y dos partes de sulfato de cobre tribásico en 100 litros de agua), la aplicación fue directa en la parte afectada. (ver Figura IV.19).



Figura IV.19. Selección y corte de brazos de cactáceas

Colecta de varetas y estacas de la especie *Bursera*

Se colectó material vegetativo en el tramo del paraje denominado Tempezquistle y áreas cercanas a la torre 212. Se cortaron estacas de *Bursera cinerea* de 1.5m - 2m de largo con un diámetro promedio de 0.07m – 0.15m y varetas de 0.45m -0.55m de largo, sin exceder el 30% de la copa total de cada árbol. De la ramas gruesas extraídas se cortaron estacas de 1.5m – 2m de largo y de las ramas delgadas se cortaron varetas de 0.45m– 0.55m de largo,

aprovechando al máximo las ramas extraídas de cada ejemplar. Las varetas fueron cortadas con patrones de 0.50m de longitud, con al menos cinco yemas las cuales contribuye a desarrollar un nivel de raíces suficiente para mejorar tanto la parte radical como la aérea (Figura IV.20). El material seleccionado se acopió en el vivero comunitario para su enraizado en bolsa durante más de 11 meses (Figura IV.21 y IV.22).



Figura IV.20. Selección y extracción de material vegetativo de las especies de *Bursera*



Figura IV.21 Colecta de semilla



Figura IV.22. Estacas y varetas de *Bursera cineria*, *Euphorbia schlechtendalii* entre otras especies de *Bursera*

Cuadro IV.2 Coordenadas de ubicación de inicio y fin de reforestación con estacas de *Bursera cinerea* sobre el trayecto de la brecha de acceso a las torres 2.12 y 2.14

Área	Coordenada X	Coordenada Y
Coordenada donde principia plantación	718245.2608	1981856.171
Coordenada donde termina plantación	718751.5373	1981629.893

Las varetas colectadas así como las semillas de las especies de *Bursera cinerea* se propagaron en el vivero comunitario para posteriormente ser llevados a su plantación final, esta actividad se realizó en los meses de Mayo y Junio del 2006, obteniendo un prendimiento del 50%. En una segunda etapa de colecta de germoplasma se realizó en los meses de Enero, Febrero y Marzo del 2007 de los cuales se obtuvo el mayor prendimiento. Cabe mencionar que para la propagación de especies se colectaron semillas de *Piscidia grandifolia* y *Esenbeckia macrantha* de los cuales no se obtuvo éxito de estas especies obteniendo un 90% en la germinación, fracasando en el transplante a bolsas.

Para el caso específico de *Bursera cinerea* se realizó una colecta de semillas varetas y estacas, con la finalidad de asegurar un buen número de individuos para su plantación en campo. Se obtuvo una colecta de 12 kilogramos de semillas de *Bursera cinerea* de los cuales antes de sembrarlas fueron sometidas a deshidratación para facilitar el desprendimiento de la pulpa o pericarpio y posteriormente se limpiaron obteniendo la semilla pura, estas fueron sometidas a pruebas de viabilidad para seleccionar las semillas viables por el método de flotación. De acuerdo con el proceso se obtuvo el 75% de las semillas viables y estas fueron depositadas en un almacigo para su germinación mismos que se obtuvieron el 80% de su germinación. En promedio se estiman que un kilogramo contienen 3360 semillas de *Bursera cinerea* en peso verde de los cuales se germinaron en almacigo utilizando materia orgánica vegetal y tierra agrícola en una proporción 2:1 en el vivero de San Juan Coyula

El proceso de colecta de varetas fue al mismo tiempo que la extracción de estacas aprovechando las ramas delgadas de la especie *Bursera cinerea*, éstas fueron cortadas en patrones de 0.50m (0.45m – 0.55m) de largo con al menos cinco yemas, las cuales contribuyen a desarrollar un nivel de raíces suficiente para mejorar tanto la parte radical como la aérea. El material fue acopiado en el vivero comunitario y posteriormente seleccionado para su enraizado se les aplicó radix 1000 y sumergido en bolsa de polietileno de 10 x 15 llenados de materia orgánica vegetal y tierra agrícola en una proporción 2:1

La extracción y siembra de estacas se realizó de manera directa en campo en los meses de enero - mayo, no si antes dejándolos 15 días de reposo en el sitio para el cicatrizado de los cortes para su siembra

Colecta de Semilla de encino

Para las especies de *Quercus* se realizó la colecta de germoplasma en las faldas de Peña del Águila, en el paraje Agua de Ocote (torre 212), Paraje Cerro Pelón (torre 214) así como áreas alternas de la brecha de acceso que conduce a la línea de transmisión eléctrica para su propagación en el vivero. De la semilla propagada en el vivero comunitario se obtuvo una germinación de 10% del total sembrado (10Kg. peso verde), toda vez que las semillas colectadas estaban plagadas por el gusano barrenador.

De las semillas que se propagaron en el vivero del ITAO se obtuvo un 50% de germinación, en el ejercicio 2007 se obtuvo la mayor cantidad de semillas concentrando 10 kilogramos de cada una de las especies como son: encino negro, realizando la colecta de semillas en los meses de noviembre del 2006 a enero 2007, encino blanco colectado sus semilla de esta especie en los meses de diciembre 2006 a febrero del 2007, encino colorado, colectado sus bellotas de esta especie en los meses de julio a agosto, de 2007 encino cucharita esta especie se colectó sus bellotas en los meses de julio a septiembre de 2007. Las semillas colectadas fueron sometidas a pruebas de viabilidad para seleccionar las mejores por el método de flotación. En este proceso se vaciaron las semillas en un contenedor con agua y se espero un momento en que vencieran la tensión superficial del agua para finalmente recolectar las del fondo del recipiente, estas semillas fueron catalogadas como viables y posteriormente se pusieron en un almacigo para su germinación

Una vez aplicado el método se observo que el 50% de la semillas se encontraban plagadas de barrenador los cuales dañaron el embrión no permitiendo su germinación, de las semillas que se encontraban viables estas fueron depositadas en almacigo para su germinación, obteniendo un 90% (En promedio cada kilogramo en peso verde de semillas tenia de 260 a 300 semillas)

En el Cuadro IV.3, se enlista de manera conjunta el número de plantas de cada una de las especies propagadas tanto en el vivero comunitario de San Juan Coyula como del vivero del ITVO, cabe mencionar que únicamente se registran el número de plantas depositadas en campo.

Cuadro IV.3 Total de ejemplares empleados en la reforestación.

Especies		Tipo de propagación	No. ejemplares Plantados			
			2006	2007 (1ª etapa)	2007 (2ª etapa)	2008
Nombre común	Nombre científico					
Mulato	<i>Bursera cineria</i>	Semillas	0	0	1000	0
		Varetas	0	0	3000	0
		Estacas	3000	700	0	0
Cuajote	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Varetas	200	400		0
		Estacas	800	0	0	0
Nopal	<i>Opuntia sp</i>	Cladodios	3000	550	1500	0
Tunillo	<i>Polaskia chende</i>	Brazos o hijuelos	1000	400	500	0
Cardon	<i>Pachycereus webery</i>	Brazos o hijuelos	0	500	500	0
Pitayo	<i>Stenocereus pruinosus</i>	Brazos o hijuelos	0	400	500	0
Pino	<i>Pinus sp</i>	Semilla	0	300	0	*300
Encino	<i>Quercus sp</i>	Semilla	0	228	0	*5000
Copalillo	<i>Bursera sp</i>	varetas	0	100	0	0
		Estacas	0	212	0	0
Copal	<i>Bursera sp</i>	Varetas	0	0	0	*1200
		Total	8000	3790	3000	6500
			8000	3790	3000	6500

* Especies propagadas en el vivero del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

Es importante mencionar que la evaluación del porcentaje de sobrevivencia se realizó el 14 y 15 de febrero de 2008, siendo evaluados únicamente los trabajos realizados en los años 2006 y 2007 1ª y 2ª etapa, quedando pendiente de evaluar lo reforestado en el año 2008. Los resultados están indicados en el Cuadro IV.4 denominado "Especies reforestadas en el área del proyecto" del Informe final.

Finalmente, la intensión de las autoridades comunales es producir especies arbóreas para reforestar en áreas degradadas y que son de uso común para empezar a crear una cultura de reforestación, al igual que el interés de la mayoría de los pobladores especialmente de los señores que participaron en el proyecto DT003 es la producción de especies frutales de la región.

El área que ocupa el vivero así como los materiales empleados para la construcción del modulo de sombreado es donado a la comunidad con la finalidad de seguir produciendo plantas para la reforestación de las áreas

destinadas por la comunidad así como la producción de especies de interés comercial y frutales.

4.2.2 Propagación y producción en vivero

Sustrato

Se elaboraron sustratos con tierra de monte y tierra agrícola en proporción de 2:1, se llenaron 3000 bolsas de polietileno de 10cm x 15cm. Una vez colocadas en las plantabandas se plantaron las varetas, previo tratamiento con fungicidas y enraizador Radix 10,000.



Figura IV.23. Colecta de sustrato (abono orgánico vegetal) y relleno de bolsas de polietileno con el mismo.

La propagación en el vivero comunitario de la localidad fue de varetas de las diferentes especies de *bursera* (Figura IV.23), semillas colectadas de *Quercus* (Figura IV.24) y pino (Figura IV.25 y IV.26); especies con las que se reforestó el área del proyecto en diferentes partes de la brecha de acceso a las torres 212-214 de la L. T. Temascal II-Oaxaca Potencia, así como áreas aledañas a la misma.



Figura IV.24 Propagación de varetas de la especie *bursera*



Figura IV.25 Propagación por semilla y trasplante a bolsas de polietileno de la especie *Quercus*



Figura IV.26 Propagación por semilla, trasplante a bolsas de polietileno y crecimiento de la especie pino

4.2.3 Preparación del sitio

Para la siembra de encino y pino se acondicionaron diferentes áreas a reforestar a lo largo de la brecha de acceso, eliminando hierbas y formando franjas despejadas que sirvieron para la apertura de cepas (Figura IV.27). Para la siembra de las cactáceas así como de las *burseras* no fue necesaria esta acción ya que el suelo se encontraba despejado, lo que facilitó la reforestación.



Figura IV.27 Limpieza y preparación del sitio a reforestar

4.2.4 Apertura de cepas

Para la siembra de brazuelos de cactáceas y de estacas de bursera se construyeron cepas con dimensiones de 20x20x50 o 60cm de profundidad (Figura IV.28). Los cladodios fueron plantados en cepas de acuerdo al tamaño del mismo (Figura IV.29).



Figura IV.28 Apertura de cepas para la siembra de brazuelos de cactáceas y estacas de la especie bursera



Figura IV.29. Cladodio sembrado con un 40% de su cuerpo dentro de la cepa

Se procedió de la misma manera en la siembra de varetas (plantas) de bursera que fueron propagadas en vivero. Para el caso de las plántulas de encino y de pino se llevó a cabo la apertura de cepas utilizando la cepa común, éste método consiste en la construcción de un hoyo de dimensiones variables que puede ser cúbico o cilíndrico, con medidas aproximadas de 40x40x40cm, aunque esta medida varía de acuerdo a la calidad del terreno (Figura IV.30).



Figura IV.30 Cepa común

Las acciones antes mencionadas se realizaron con herramienta manual (pala, pico y barreta), La tierra se extrajo de la cepa para permitir el oreado del fondo y las paredes de la misma.



Figura IV.31 Apertura de cepas con herramienta manual

Este método tiene la ventaja de ser económico y rápido. Además permite que un solo hombre realice la operación de abrir el hueco, introducir la plántula, tapar el hoyo y apisonar la tierra con el pie para conseguir un buen contacto de la raíz de la planta con el sustrato, (ver Figura IV.31).

4.2.5 Maniobras de carga y descarga

Los cladodios y brazuelos fueron trasladados en camioneta al sitio de la plantación, el manejo de los mismos se dio mediante el empleo de costales y carretillas (ver Figura IV.32).



Figura IV.32 Maniobras de carga y descarga de cladodios y brazos de cactáceas a áreas a reforestar con dichas especies

El mismo manejo se empleó para el traslado de las plantas de *Bursera*, *Quercus* y pino para lo cual se utilizó una camioneta de tres toneladas de la comunidad de San Juan Coyula, así como costales y animales de carga (Figuras IV.33, IV.34 y IV.35).



Figura IV.33. Traslado de plantas de *bursera*



Figura IV.34 Estibado de plántulas



Figura IV.35. Maniobras para el traslado de plantas

4.2.6 Siembra

Para la siembra en campo de las especies se realizaron de acuerdo a la época de siembra de cada especie, distribuidos a lo largo de la brecha de acceso a que conduce a las torres 212 – 214 de la L.T. temascal II- Oaxaca potencia.

Se inicio con la siembra de estacas de *Bursera cinerea* y *Euphorbia schlechtendalii* en el ejercicio junio – agosto 2006 en el paraje conocido con El Tempezquile hasta áreas cercanas a la torre 212, (ver Cuadro IV.4). Posteriormente se plantaron los brazuelos de cactáceas columnares y del género opuntia

Cuadro IV.4 Coordenadas de ubicación de inicio y fin de reforestación con estacas y plantas de la especie *Bursera* sobre el trayecto de la brecha de acceso a las torres 212 y 214

Tipo	Inicio_Fin	Coordenada X	Coordenada Y
Plantación de la especie <i>bursera</i>	inicio	718258.85	1981899.44
Plantación de la especie <i>bursera</i>	fin	718765.48	1981663.68

De las especies producidas en el vivero comunitario así como la producidas en el vivero del ITAO fueron plantados de manera estratégica cubriendo ambos laterales de la brecha de acceso (ver Figura IV.36).



Figura IV.36 Diferentes especies sembradas

Trasplante en suelo definitivo

Se sabe que la época adecuada que se selecciona para el trasplante es un aspecto de vital importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. Por lo anterior, esta actividad se efectuó en el mes de septiembre, una vez que la temporada de lluvias se estableció y con ello garantizar la humedad adecuada en la reforestación. Se reconoce que los meses ideales son de junio a septiembre, ya que la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse y adaptarse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como temperaturas extremas y sequía.

Técnica de reforestación

Actividades previas: Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcto y, que por todos lados exista

buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase dentro del suelo. La mala costumbre de no retirar la bolsa de polietileno, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo y generación de residuos, conduce a deformaciones radiculares irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación (ver Figura IV.37).



Figura IV.37. Estibado de plántulas

Cierre de cepa: Se debe sostener en una posición recta el cepellón hasta rellenar la cepa con tierra de manera uniforme alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra sea homogénea. Esta operación continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo quede al mismo nivel del terreno o ligeramente abajo (ver Figura IV.38).



Figura IV.38 Proceso de cierre de cepa

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. Donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, a menos que al sacarlo del envase se haya movido. En este caso se debe compactar con la mano (ver Figura IV.39).



Figura IV.39 Proceso de plantación concluido

4.2.7 Diagnóstico de actividades de restauración y reforestación

Con fecha 14 y 15 de febrero de 2008, se llevo a cabo un diagnóstico de las actividades de restauración y reforestación, para ésta última se efectuó un censo de sobrevivencia de las especies que fueron plantadas. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Las actividades de reforestación se efectuaron en los meses de enero a septiembre, los trabajos iniciaron con la plantación de nopal y otras cactáceas, mediante la colaboración de personal de la comunidad de San Juan Coyula; no obstante lo anterior, y a pesar a haber notificado tanto a las autoridades de la mencionada comunidad y a los habitantes de la misma, la temporada de reforestación coincidió, con el pastoreo de ganado en la zona de trabajo, que por tratarse de temporadas en donde se escasea el alimento para el ganado, éste es soltado al monte para alimentarse. Las principales afectaciones detectadas por pastoreo fue el nopal y retoños de copales y mulato, fue evidente la presencia del ganado en la zona de estudio ya que a lo largo del camino de acceso hubo presencia de estiércol de ganado ver Figura IV.40.



Figura IV.40 Excremento de bovinos sobre el camino de acceso

Aunado a lo anterior, se identificaron ejemplares de varetas con daños físicos evidentes por cortes con machete ver Figura IV.41



Figura IV.41 Corte con machete a ejemplar de cactácea

Por otra parte, los sitios restaurados con actividades mecánicas presentaron disminución de escurrimientos y deslaves, situación que favoreció la estabilidad del suelo y por ende la disminución de arrastre de sedimentos; además de las ventajas que presenta la plantación de especies en la retención de suelo (Ver Figura IV.42 y IV.43).



Figura IV.42 Situación actual del gavión como retenedor de suelo y vegetación



Figura IV.43 Muros secos para la estabilización de taludes

No obstante lo anterior, se detecto un sitio a 200 metros de la torre 213, con erosión severa y deslave de suelo en un área de aproximadamente 30 metros cuadrados aproximadamente por lo que se propuso establecer terrazas para retención de suelo y reforestación en la zona afectada (ver Figura IV.44).



Figura IV.44. Sitio identificado durante el censo de sobrevivencia con erosión severa

El diagnóstico comprendió el censo de sobrevivencia de la totalidad de especies que fueron plantadas, dichos trabajos se efectuaron bajo la supervisión del C. Eleazar Cruz Cruz Tesorero del Comisariado de Bienes Comunales de San Juan Coyula ver Cuadro IV.5.

Cuadro IV.5 Especies reforestadas en el área del proyecto.

Especies	No. ejemplares Plantados	No. de ejemplares vivos	% de sobrevivencia
Encino	420	379	90.23
Pino	70	53	75.71
Popal	300	13	4.33
Cardón	50	29	58.00
Tunillo	1000	729	72.90
Pitayo	500	458	91.60
Cuajote	100	28	28.00
Mulato	1000	240	24.00
Copalillo	350	312	89.14



Cabe mencionar que se registraron únicamente los ejemplares que presentaban condiciones de adaptación visible tomando en cuenta el vigor de la planta, rebrotes, floración, etc, (Figura IV.45 y IV.46).

Figura IV.45 Ejemplares adaptados en el área de reforestación



Figura IV.46 Ejemplares adaptados como resultado de la reforestación en el sitio del proyecto

La Figura IV.47, presenta la ubicación de áreas forestadas y total de hectáreas reforestadas.

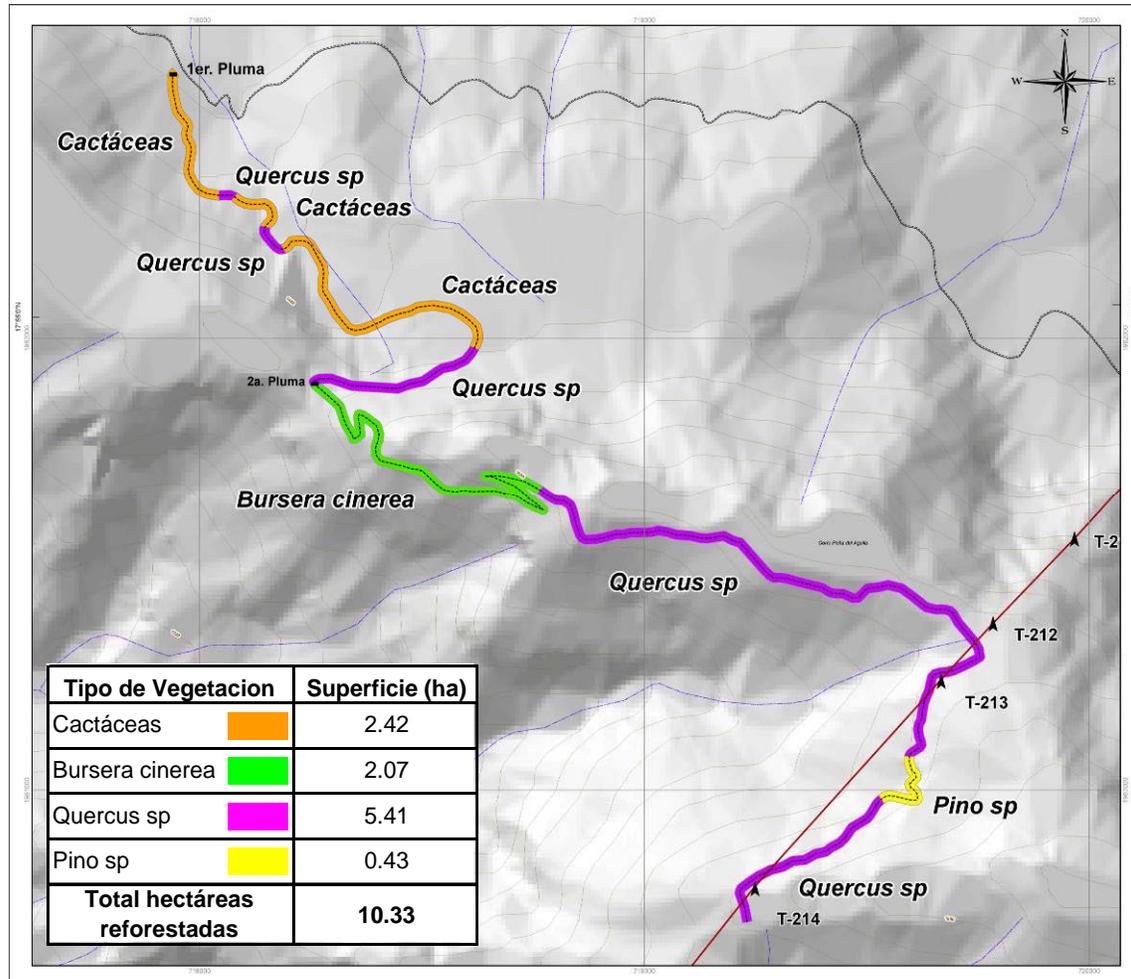


Figura IV.47 Ubicación de áreas reforestadas y total de hectáreas reforestadas

El termino del proceso de reforestación se llevó a cabo con personal de la comunidad en el periodo del 05 al 12 de septiembre de 2008, contratando para ello de 10 a 15 personas diarias, previo al inicio de los trabajos de campo, se impartió una capacitación sobre las actividades a ejecutarse así como del manejo de material y equipo empleado.

Si bien es cierto que por acuerdo de asamblea de la comunidad de San Juan Coyula no se permitió el cierre de la brecha de acceso a las torres 212 a 214, se logró reforestar una superficie de 10.33 hectáreas, misma que fue establecida a orillas del camino de acceso, ya que por las características topográficas del terreno y a raíz de la apertura del camino de acceso, los suelos presentan una marcada vulnerabilidad sobre todo en las partes altas de la zona por lo que se optó por atender las pendientes de los cortes del camino de acceso.

5. Cierre de brechas

En lo que respecta al cierre del camino de acceso, es importante mencionar que previo al inicio de los trabajos, se dio a conocer el objetivo del proyecto a través de reuniones con las autoridades y la comunidad de San Juan Coyula. En dichas reuniones se planteó la necesidad de mantener habilitado el camino de acceso, sustentado mediante Acuerdo de Asamblea de fecha 9 de noviembre de 2006, ver Anexo 3; por lo que se sugirió a los interesados hacer la petición por escrito a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT. El 9 de noviembre de 2006, las autoridades de San Juan Coyula, mediante oficio solicitaron a la DGIRA la reconsideración del cierre del camino de acceso, exponiendo que “...mediante una asamblea general de autoridades y comuneros realizada el 9 de noviembre del año en curso en la Comunidad de San Juan Coyula se estipuló que se deje habilitado el camino en comento, desde el paraje Corral Viejo hasta las áreas cercanas a la torre 212; dicho tramo, que abarca aproximadamente 3.6 kilómetros, será de gran utilidad para la comunidad en el manejo, aprovechamiento y vigilancia de sus recursos naturales”. En el escrito, se planteó también la instalación de dos plumas de acceso, las cuales hasta la fecha están bajo el control de las autoridades locales de la comunidad ver Anexo 4.

Mediante acuerdo de la comunidad de San Juan Coyula se instalaron dos plumas de acceso al área de la guacamaya verde (*Ara militaris*), como medida preventiva al tránsito de personas; una fue colocada en el paraje conocido como “Corral Viejo”, y el segundo en el paraje “El Tempezquisle”. Actualmente el acceso a la zona de la guacamaya verde (*Ara militaris*) está bajo la responsabilidad del Comisariado de Bienes Comunales, quién autoriza el acceso a personal debidamente acreditado y supervisa las actividades en la zona objeto de este estudio.



Figura V.1 Construcción y colocación de 2 plumas de acceso



Figura V.2 Plumitas de acceso (Izq. Ubicada a la altura de Corral Viejo. Der. Ubicada a la altura de El Tempezquisle)

Cuadro V.1 Coordenadas de ubicación de las plumas de control de acceso sobre la brecha que va a las torres 212-214

Instalación	Clave	Longitud (metros)	A_cargo	Coordenada X	Coordenada Y
Pluma de acceso	P01	4	Comisariado de bienes comunales	717940.60	1982583.15
Pluma de acceso	P02	6	Comisariado de bienes comunales	718258.85	1981899.45

Posteriormente, con fecha 21 de marzo de 2007 la DGIRA mediante Oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DESE/0485/07, resuelve NO PROCEDENTE la habilitación del camino de acceso, planteando entre otras cosas que se debe conservar, proteger y preservar el hábitat de la guacamaya verde, ver Anexo 5.

Finalmente el 15 de febrero de 2008, en reunión con las autoridades de la mencionada comunidad y personal de la Reserva de la Biósfera Tehuacán–Cuicatlán, el M.V.Z. Juan Manuel Salazar Torres; se dio a conocer el contenido del oficio antes citado, sin embargo, las autoridades insistieron en oponerse al cierre y mantener habilitado el camino, refirieron la importancia de mantener el acceso al monte a fin de emplearlo en casos de incendios, argumentaron también que la decisión de mantener el acceso fue en acuerdo tomado mediante asamblea comunitaria de fecha 9 de noviembre de 2006 (Anexo 3). No obstante lo anterior, externaron el interés de concluir la reforestación a orilla del camino de acceso y dar mantenimiento a las actividades del proyecto, actividades consideradas pendientes de ejecutar por el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) (antes Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca).

Es importante mencionar, que el ITVO no insistió en el cierre de caminos a fin de no violentar a la comunidad, situación que repercutiría en la suspensión al acceso a la zona de estudio.

Con respecto a lo anterior y, al no lograr el cierre de brecha se menciona a continuación los trabajos que quedaron pendientes de acuerdo al Convenio FB1109/DT003/05.

Estimación del cierre de brecha (tramo no concluido)

Es sabido que la comunidad de San Juan Coyula mantiene su posición de conservar habilitada la brecha de acceso en los parajes señalados en el Cuadro V.1 La comunidad considera que la instalación de dos plumas de acceso, que hasta la fecha están bajo el control de las autoridades locales de la comunidad son suficientes para controlar la zona.

El proceso estaba planteado de la siguiente manera:

En los 5 kilómetros que comprende la brecha de acceso a las torres se proyectó establecer 100 líneas con barreras vivas en posición transversal siguiendo la trayectoria del camino, ubicados a una distancia equidistante de 50 metros entre una línea y otra, respetando la población de especies existentes en cada una de las secciones del trayecto de la brecha

Para el paraje Corral viejo al Timbre se proyectaron 12 líneas de cactáceas *Polaskia chende*, *Stenocereus pruinosus* y *Pachycereus webery* y de *Opuntia sp.* (Nopal). En el tramo del paraje El Tempezquisle a la Zeta se habían contemplado 20 líneas de especies de *bursera* (*bursera cinerea*, *cuajote* y *copal*). Y de los parajes El timbre al Tempezquisle y de la Zeta a la torre 214, 28 líneas con especies de *Quercus*.

6. Participación comunitaria

Durante el desarrollo del proyecto, la participación comunitaria fue muy fundamental en los aspectos logístico y operativo del mismo. A inicios del mes de julio de 2006 se iniciaron los trabajos correspondientes a la gestión comunitaria de San Juan Coyula. El proceso inició con la presentación del proyecto ante las autoridades agrarias de la mencionada comunidad el Comisariado de Bienes Comunales y Consejo de Vigilancia en turno. Posteriormente con fecha 9 de noviembre de 2006 (Anexo 3) y a solicitud de las autoridades, se presentó a la Asamblea Comunitaria el proyecto que nos ocupa detallando los objetivos previstos en el mismo. Cabe mencionar que la Asamblea Comunitaria de San Juan Coyula, acordó que no se cerraría un tramo del referido camino de acceso, toda vez que sería de gran utilidad para el aprovechamiento, cuidado, manejo y vigilancia de los recursos naturales que tiene la comunidad en la zona de estudio. Situación que derivó adecuaciones al proyecto de reforestación y cierre del camino de acceso. El acuerdo comunitario incluyó también la coordinación de los trabajos a través de las autoridades proponiendo la contratación de jornaleros a través de las autoridades, acordando la rotación del personal contratado, a fin de beneficiar una mayor cantidad de jornales y por ende a numerosas familias en las diferentes etapas del proyecto. De esta manera se evitaron polaridades y sesgos hacia un grupo determinado de personas por parte del ITAO

Para la realización de trabajos se logró una buena coordinación con la autoridad agraria de San Juan Coyula en turno. Esta coordinación abarcó asuntos desde la organización de reuniones comunitarias para tratar asuntos competentes con el proyecto y apoyo técnico relacionado con técnicas ancestrales de siembra y propagación de ciertas especies de plantas para la reforestación, así como para el establecimiento del vivero comunitario y su manejo, hasta la toma de decisiones.

La participación comunitaria se planteó en dos líneas de acción: La primera relacionada con la capacitación y asesoría del personal involucrado en el proyecto y, la segunda relacionada a la concepción del proyecto y a la importancia de las acciones tendientes a la restauración del hábitat de la guacamaya verde.

Capacitación y asesoría. Previo a los trabajos, se llevaron a cabo talleres informativos en materia de manejo en vivero, construcción de gaviones y actividades de reforestación cuidando destacar la importancia de la conservación de la zona objeto de estudio.



Figura VI.1 Asamblea comunitaria

Toda vez que la propuesta fue establecer roles de jornales, se dio asesoría a grupos de personas interesadas en los trabajos, el contenido de los talleres comprendió:

Objetivos del proyecto

- Acciones de campo:
 - a) Restauración de suelos. Identificación de áreas deterioradas, construcción de muros secos y construcción de gabiones (incluye armado y colocación en el sitio).
 - b) Reforestación: Identificación de plantas madre para colecta de germoplasma, transporte y traslado de material vegetal, apertura de cepas, plantación, mantenimiento.
- Trabajo en vivero:
 - a) construcción del vivero
 - b) preparación de sustratos
 - c) siembra de material vegetal
 - d) riegos
 - e) control de plagas
 - f) mantenimiento

Se acordó que los roles del personal empleado sería de 1 semana a 15 días por persona. Se contrató durante todo el proyecto a un total de 40 de jornales, situación que benefició a aproximadamente 40 familias en promedio.

En lo que respecta a la concepción del proyecto, se realizaron entrevistas a un total de 50 personas además de los jornales planteando las siguientes preguntas:

1. Conocen los recursos naturales presentes en su comunidad
2. Saben de la existencia de especies en estatus de conservación como lo es la guacamaya verde
3. Están enterados de las afectaciones al área de alimentación de la guacamaya verde durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica.
4. Saben de la importancia de conservar el hábitat de la guacamaya
5. Que beneficios consideran que hay para la comunidad, al conservar el área de alimentación de la guacamaya verde.
6. Están convencidos que las acciones del proyecto beneficiarán su ambiente

7. Que beneficios te otorga el ambiente de tu comunidad
8. Que actos ilícitos en materia ambiental se presentan con frecuencia en tu comunidad.
9. Que haces por tu comunidad para cuidar el ambiente que te rodea.

Es importante precisar que la comunidad de San Juan Coyula, políticamente esta dividida en dos fuerzas el PRI y el PRD, situación que prevaleció y repercutió en el desarrollo del proyecto ya que no permitía la participación conjunta de la comunidad y en consecuencia ésta se vio reducida.

Durante los cuestionamientos, se tiene que la mayoría de los entrevistados conocen superficialmente sus recursos naturales; es decir, saben de sus bosques y ubican perfectamente los sitios de abastecimiento de agua, sin embargo no identifican las especies de importancia ecológica (especies en norma) en la zona. Identifican muy bien al encino como “buena madera para hacer leña”.

Saben también de la existencia de la guacamaya verde, pero la totalidad de la población entrevistada, desconocía de su importancia “...hace años la veíamos volando en montón” “era una gritadera”, refieren también que cada vez ha disminuido el número de guacamayas en la zona y cada vez se alejan más de la comunidad. Así mismo, señalaron desconocer de las afectaciones al área de alimentación de la guacamaya verde ni los beneficios de conservar esa zona.

El 30% de los entrevistados dijo que algo pasaba en sus bosques ya que en últimas fechas era visitado por científicos de universidades como la UNAM y la Heroica de Puebla, sin embargo la información que manejaban dichos visitantes se centraba en investigar las plantas de la comunidad. Las autoridades de la comunidad mencionaron que desconocían el tipo de información que tomaban los investigadores.

Respecto de los beneficios del proyecto de restauración, el 80% de los entrevistados refirió desconocer los beneficios del proyecto para proteger el área de la guacamaya verde “mejor repartan despensas, eso si es apoyo”.

En cuanto al cuidado de su ambiente, muy pocas personas están interesadas en conservar sus bosques, les preocupa que el “ojo de agua” con el paso del tiempo este disminuyendo su caudal; sin embargo son pocas las acciones que a la fecha se han realizado, recayendo la responsabilidad en los integrantes del cabildo en turno. Aunado a lo anterior, están enterados de algunos actos ilícitos como extracción de plantas, y cacería de fauna silvestre, mismos que son notificados a la PROFEPA a través del Comité de Vigilancia Comunitaria.

Finalmente, *“...la participación comunitaria se ha visto truncada, debido a que la naturaleza del proyecto es extracomunitaria, es decir, que ni nació del sentir de la gente y ni atiende a las necesidades comunitarias...”*, ya que se ha mencionado con anterioridad que éste surge a raíz del cumplimiento de procesos jurídicos y administrativos imputados por parte de la PROFEPA a la CFE por los impactos ambientales causados durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica L.T. Temascal II-Oaxaca Potencia en la zona de alimentación de la guacamaya verde.

Esta distensión entre el sentir de la gente y el proyecto, ha repercutido en el buen desarrollo del segundo. Pero como el proyecto es ajeno al sentir comunitario, evidentemente la comunidad no ha puesto empeño en cuidar las acciones realizadas y esto claramente se reflejó en los cuestionamientos que hizo la misma gente de la comunidad cuando se realizó la siembra de cactáceas y burseras, en las laterales del camino de acceso. Hubo comentarios como: “¿Por qué no siembran algo que se pueda comer, como frutales, algo que sirva? ¡vaya!”, “Palos mulatos, nopales y pitayos hay bastante, esas plantas a quien les interesan”; “¡¡ Lo que están haciendo es puro desperdicio de dinero, al sembrar esas plantas!!” (Refiriéndose a que las plantas sembradas no tienen utilidad, para ellos).

Con base a lo anterior, se realizaron diversos acercamientos con los habitantes de la comunidad a fin de exponer los objetivos del proyecto, sin embargo y dadas las diferencias políticas y sociales que prevalecen en la zona, solo un grupo de personas fueron las que entendían el propósito de las acciones del proyecto. Es importante destacar que esta situación repercutió en el desarrollo del proyecto ya que por ejemplo, el pastoreo no se pudo controlar y la negativa al cierre del camino de acceso no fue concretada en su totalidad. Consideramos que este tipo de proyectos deben ser atendidos de manera integral, de modo que los principales actores sean los habitantes de la comunidad. Así se puede asegurar el éxito de cualquier trabajo relacionado con el manejo y conservación de los recursos naturales. **Es imprescindible destacar en todo momento que el hábitat de especies vegetales y animales es también el hábitat de la comunidad.**

Bibliografía

- Aguilar, R. H. y T. Avendaño-Calvo, 2003. Estudio y conservación de la Guacamaya verde (*Ara militaris*) en San José del Chilar y la Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlán. Informe Final. PROCYMAF. 86p.
- Bautista C. A., J. Etchevers B., R. F. del Castillo y C. Gutiérrez, 2004. La Calidad del Suelo y sus Indicadores. Ecosistemas. Vol. XIII, número 002. Asociación Española de Ecología Terrestre. Alicante, España. (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/042/revision2.htm>)
- Bautista F., H, Delfín, J. L. Palacio, M. C. Delgado. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. UNAM, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Ecología, 507 pp.
- Becerra, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp
- Boul S. W., F. D. Hole, R. J. McCracken. 1990. Génesis y Clasificación de Suelos. Trillas, Mexico. 417 pp
- Carta de Climas. Escala 1:1000,000. INEGI. 1981.
- Carta Edafológica. Escala 1:250,000. INEGI. 1988
- Carta Geológica. Escala 1:250,000. INEGI. 1984
- Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Escala 1:250,000. INEGI. 1988
- Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas. Escala 1:250,000. INEGI. 1988
- Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000. Serie II. INEGI. 1997
- Carta Topográfica. Escala 1:50,000. Serie II. INEGI. 1999
- Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de Conservación de Suelo y Agua. SAHR. México, Montecillo, México.
- Etchevers, J., Gómez J. D., Monterroso A. I., Tinoco, J. A. 2007. Formulación de Indicadores para la Evaluación y Monitorear la Desertificación en México. SEMARNAT, INE, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo. Mexico, 144 pp.

FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO, Montes núm. 48. Roma.

Vicente Conesa Fernández-Vítora. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 2ª Edición. México.

García F. O. 2003. Agricultura Sustentable y Materia Orgánica del Suelo: Siembra Directa, Rotaciones y Fertilidad. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Internacional Plan Nutrition Institute. (URL:<http://www.inpofos.org/>)

Instituto Nacional de Ecología. 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental -Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002.

Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México. 142 p.

Miranda y Hernández X, 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad. Botánica de México. México. p. 29-179.

Norma Oficial Mexicana, NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001

Perry, D. R. 1978. A method of acces into the crowns of emergent and canopy trees. Biotropica 10(2) 155-157.

Whitacre, D. F. 1981. Additional techniques and safety hints for climbing tall trees, and some equipment and information sources. Biotropica 13(4): 286-291.