

Informe final* del Proyecto HS002
Restauración del área de confinamiento La Pedrera, Guadalcázar, San Luis Potosí*

Responsable:	M. en C. Carlos Arturo Tvarez Espinosa
Institución:	Ingeniería y Gestión Ambiental de México SA de CV
Correo electrónico:	ND
Teléfono/Fax:	ND
Fecha de inicio:	15 de abril de 2009
Fecha de término:	22 de octubre de 2009
Principales resultados:	Informe final, Fotografías
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Tvarez Espinoza, C.A. 2009. Restauración del área de confinamiento La Pedrera, Guadalcázar, San Luis Potosí. Ingeniería y Gestión Ambiental de México SA de CV. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. HS002. Ciudad de México.

Resumen:

El predio de "La Pedrera", en el municipio de Guadalcázar, a 100 km al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, fue utilizado durante los años 1990 y 1991 como área de confinamiento de residuos peligrosos. Actualmente este confinamiento se encuentra clausurado, sin embargo, aún permanece una celda de almacenamiento de residuos. El área total del predio es de aproximadamente 11.5 ha, de las cuáles 2.16 ha están ocupados por las celdas de confinamiento y otras construcciones permanentes, el resto tiene áreas con vegetación abundante y otras áreas en las que el suelo ha sido removido, o bien, compactado para el desarrollo de las obras permanentes (construcciones y celdas). Gran parte de la vegetación se le considera secundaria e invasora.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha programado invertir recursos económicos que permitan la restauración ecológica del área de confinamiento mediante técnicas de rehabilitación, contención, revegetación, conservación y mejoramiento del suelo.

Esta propuesta se elabora posterior a la visita de obra efectuada el 12 de septiembre e incluye las recomendaciones de la evaluación académica externa, por lo que se programan una serie de acciones intensivas. El periodo de ejecución se estima en tres meses, para realizar las siguientes acciones: La contención de la erosión en taludes de la celda que quedó en procesos de impermeabilización, equivalentes a 0.34 ha; 9 ha de bordos de tierra contención reforzados con material vegetativo (maguey, nopal, arbustos y cactáceas de las zonas aledañas) y la siembra de pastos retenedores de suelos en las mismas 9 ha. Para el monitoreo de los trabajos, se prevé la instalación de parcelas de medición directa con clavos y rondanas.

-
- * 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.

INFORME FINAL

Periodo de este Informe: 15 de abril al 15 de julio de 2009

***“Restauración del área de confinamiento
La Pedrera, Guadalcázar, San Luís Potosí”***

***Aguascalientes, Ags.
10 de agosto 2009.***

RESUMEN DEL PROYECTO

El predio de “La Pedrera”, en el municipio de Guadalcázar, a 100 km al noroeste de la ciudad de San Luís Potosí, fue utilizado durante los años 1990 y 1991 como área de confinamiento de residuos peligrosos. Actualmente este confinamiento se encuentra clausurado, sin embargo, aún permanece una celda de almacenamiento de residuos. El área total del predio es de 11.52 ha, de las cuáles 2.13 ha están ocupados por las celdas de confinamiento, caminos y otras construcciones permanentes, el resto (9.39 ha) se divide en áreas con vegetación y áreas con muy poca y áreas con vegetación nula por la construcción y operación del proyecto de confinamiento. Gran parte de la vegetación se le considera secundaria e invasora.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), programó invertir recursos económicos para la restauración ecológica del área de confinamiento mediante técnicas de rehabilitación, contención, revegetación, conservación y mejoramiento del suelo. Los trabajos fueron desarrollados por la empresa Ingeniería y Gestión Ambiental de México, S.A. de C.V. en el periodo comprendido entre el 15 de abril de 2009 al 15 de julio de 2009 y con un monto aplicado de \$299,607.76 (doscientos noventa y nueve mil seiscientos siete pesos 76/100 M.N.).

Las actividades comprendidas en el proyecto fueron: a) La contención en sitios de celda sin protección, que incluyó la conformación y contención de talud, corona y sección longitudinal de las celdas sin concluir; B) Prácticas de restauración ecológica, entre bordos y canales de desvío, inventario florístico, roturación de suelos, aplicación de composta, pastos retenedores de suelo y establecimiento de especies nativas y C) Monitoreo de la pérdida de suelos mediante la instalación de tres lotes de monitoreo de pérdida de suelo.

Palabras clave: La Pedrera, restauración de suelos, confinamiento de materiales peligrosos.

CONTENIDO

		Pág.
1.	Objetivos	4
2.	Antecedentes	5
2.1	Predio La pedrera	
3.	Resultados	8
3.A	Conformación y contención de Talud	
3.A.1	Levantamiento topográfico a detalle	
3.A.2	Conformación y contención de talud; corona y sección longitudinal.	9
3.B.	Prácticas de restauración ecológica	10
3.B.1.	Bordos y canales de desvío.	
3.B.2	Extirpación de especies invasoras y re-vegetación con nativas	11
3.B.2.1	Inventario Florístico	
3.B.2.2	Extirpación; aclareo y poda de especies invasoras.	14
3.B.2.3	Roturación de suelos	
3.B.2.4	Aplicación de composta	15
3.B.2.5	Pastos retenedores de suelo	16
3.B.2.6	Establecimiento de especies nativas	17
3.C	Monitoreo de la pérdida de suelos	19
3.C.1	Muestreo y análisis de suelos	
3.C.2	Lotes de monitoreo	
3.C.2.1	Instalación	
3.C.2.2	Cálculo de la pérdida de suelo	20
4.	Resumen de avances	24
Anexo 1	Levantamiento Topográfico	25
Anexo 2	Inventario Florístico	26
Anexo 3	Resultados Análisis de laboratorio	45
Anexo 4.	Hoja de cálculo para pérdida de erosión en lotes de monitoreo	47
5.	Bibliografía	50

1. Objetivos:

Realizar la restauración ecológica de 9.39 ha en el predio la pedrera, Municipio de Guadalcázar, S.L.P.

Realizar obras de restauración y conservación de suelos y agua en el predio La Pedrera, S.L.P.

Instalar un sistema de monitoreo de la pérdida de suelo por erosión en tres lotes y programar sus mediciones.

Dirigir, supervisar, ejecutar las obras para la restauración ecológica y programar las labores de mantenimiento.

2. Antecedentes

2.1. Predio La Pedrera ¹

El predio “La Pedrera” Guadalcázar, San Luís Potosí fue utilizado durante los años 1990 y 1991 como área de confinamiento de residuos peligrosos, actualmente se encuentra clausurado, sin embargo existen tres celdas, una concluida sellada con cemento(Foto 1); un concluida vacía, sin sellar y cubierta con geomembrana; y una tercera sin concluir a cielo abierto

5



Foto 1. Vista de la celda de confinamiento de residuos peligrosos en el predio La Pedrera, S.L.P. Foto: Carlos Tvarez durante levantamiento topográfico 27/04/2009.

El Predio La pedrera se localiza en el municipio de Guadalcázar a aproximadamente 100 km de San Luís Potosí, ciudad capital del estado (Figura 1).

El municipio se encuentra localizado en la zona del Altiplano Potosino, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100°24' de longitud oeste y 22°37' la latitud norte, con una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, Nuevo León, al este, Ciudad del Maíz y estado de Tamaulipas, al sur, Cerritos, al oeste, Villa Hidalgo y Villa de Guadalupe.

¹ Los antecedentes respecto al proyecto fue obtenida a partir del documento: Factibilidad de Restauración del Área de Confinamiento “La Pedrera” Guadalcázar, San Luís Potosí. Elaborado por CONABIO (sin año) como parte de los términos de referencia del proyecto.

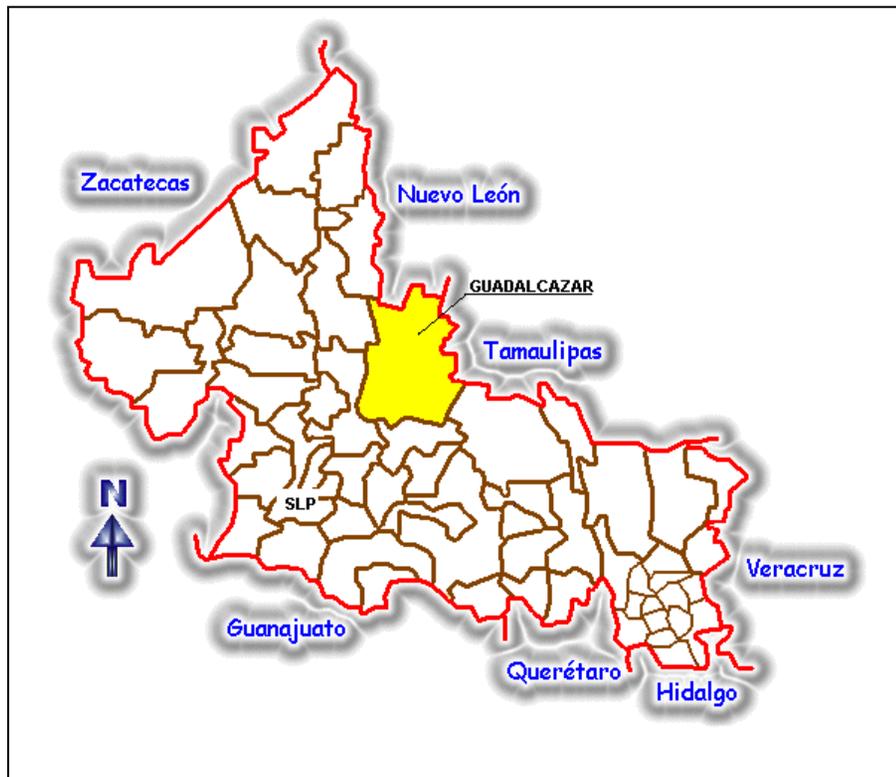


Figura 1. Localización del Municipio Guadalcázar, S.L.P.

El área total del predio es de 11.52 ha, que se puede dividir en cinco zonas: Las dos primeras se refieren a las celdas, construcciones permanentes, caminos y accesos, que en suma representan 2.13 ha y tres áreas, en donde se concentraron los trabajos de restauración ecológica y que suman 9.39 ha (Figura 2).

El estado de conservación del suelo es excelente en las zonas con vegetación nativa, sin embargo existen algunas zonas en las que se encuentra suelo desnudo debido a las labores de construcción y operación de las celdas de confinamiento y que representan un alto riesgo de erosión. Se considera que el suelo ha sido el principal factor afectado durante la construcción y operación del área de confinamiento, de lo cual deriva la necesidad de implementar una serie de actividades intensas y sostenidas de restauración ecológica.

El proyecto estuvo a cargo de la empresa Ingeniería y Gestión Ambiental de México, S.A. de C.V. para el desarrollo de las actividades de restauración durante el periodo comprendido entre el 15 de abril al 15 de julio de 2009.

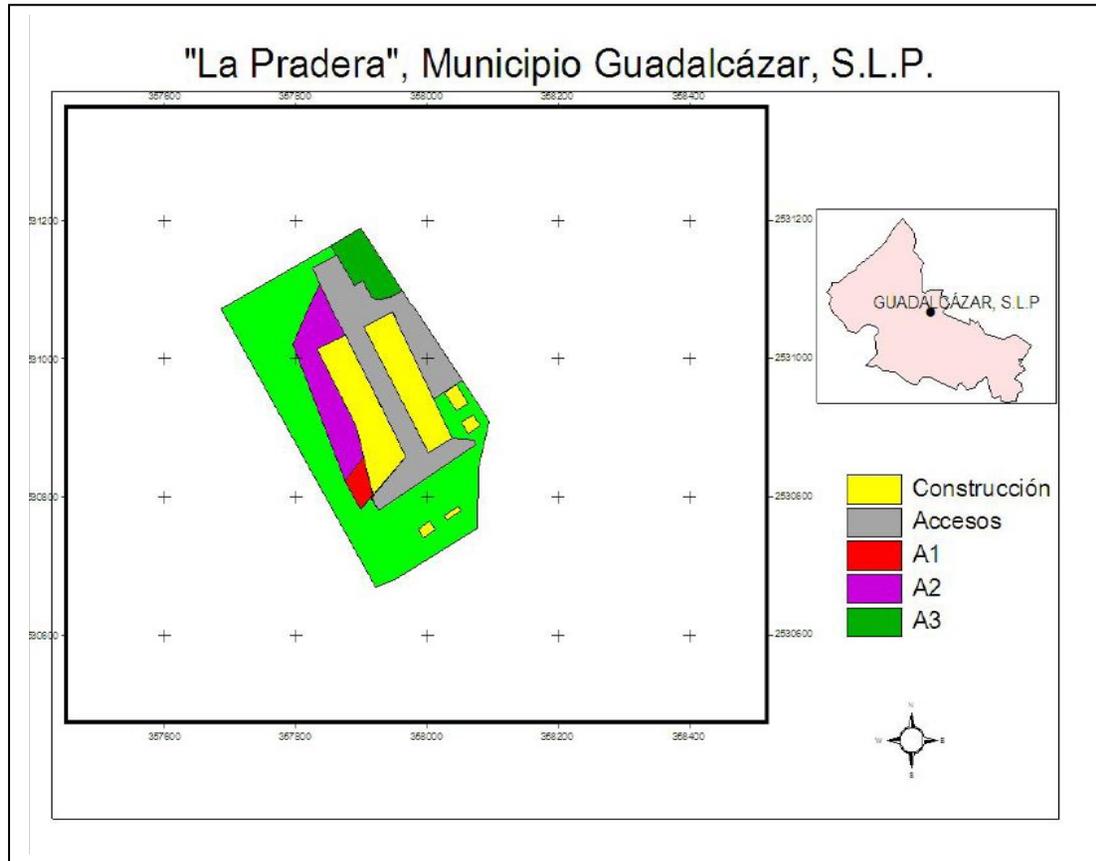


Figura 2. Croquis de localización de l área de los trabajos de restauración.

3. RESULTADOS

3.A Conformación y contención de talud

3.A.1 Levantamiento topográfico a detalle

La ingeniería de construcción de las celdas de contención de residuos peligrosos requirió de la conformación de contenedores, que posteriormente serían impermeabilizados y cubiertos; sin embargo, por razones no previstas abundar en este documento, los trabajos fueron cancelados, dejando en una de las celdas sólo la cubierta de geomembrana HDPE que se la ha denominado celda concluida, otra, que según informan, está en funcionamiento, tapada, recubierta con cemento y con un sistema de recolección de agua pluvial, denominada celda sellada y una tercera con los taludes sin recubrir, en donde la vegetación herbácea domina la superficie (celda inconclusa). En ésta última, se presentan escurrimientos laminares y en surcos, así como sitios que la misma construcción de la celda dejó sin concluir, posiblemente por la misma demanda de operación para las celdas, pero que ahora sin proyecto de conclusión dejan espacios abiertos para la erosión de los taludes.

El levantamiento topográfico a detalle se realizó del 27 al 30 de abril con estación total y brigada topográfica. Incluye los detalles de la infraestructura, celdas, caminos y áreas a restauración.

Se logró el detalle de separación entre curvas cada 20 cm, con lo cual se obtuvo la pendiente por secciones para la localización y trazo de los bordos y canales de desvío; la cubicación del material de relleno en la corona y taludes de las celdas.

Se generaron tres planos:1) Planta de Infraestructura del Área de Confinamiento; 2) Planta Topográfica del Área de Confinamiento y 3) Planta, perfil y secciones transversales. Los cuales se muestran en el Anexo 1.1, 1.2 y 1.3 Respectivamente.



Foto 2. Brigada de levantamiento topográfico.



Foto 3. Levantamiento topográfico área de confinamiento.

3. A.2. Conformación y contención de talud, corona y sección longitudinal.

En tres sitios se llevó a cabo la conformación y contención del talud, corona y sección longitudinal de la celda inconclusa. Dos de esos sitios corresponden a las entradas y salidas de camiones para la conformación de las celdas y que por alguna razón quedaron abiertas y sin concluir. Un tercer sitio corresponde a erosión en surcos originado por los escurrimientos del predio.

En los tres sitios se rellenó con material de un banco contiguo al predio donde se acumuló el material de corte cuando se construyeron las celdas, dicho material quedó acumulado y se aprovechó para relleno de los sitios.

Los sitios se rellenaron con aproximadamente 632 metros cúbicos de material, con camiones de volteo y mediante corte y relleno con trascabo.

En los tres sitios considerados críticos, se estabilizó con malla de alambre sobre el talud, corona y sección longitudinal. Posteriormente se realizó una siembra de pasto bermuda para que las raíces del pasto estabilicen los sitios y protejan contra los procesos erosivos.

	
<p>Foto 4. Sitio antes de los trabajos de restauración.</p>	<p>Foto 5. Relleno con trascabo para estabilización de taludes, corona y sección longitudinal.</p>



3 B. Prácticas de Restauración ecológica:

3. B.1. Bordos y canales de desvío

De acuerdo al diseño sobre el detalle en el Levantamiento Topográfico, se trazaron las líneas para la construcción de los bordos y canales de desvío.

Se abrió la línea sobre el canal con un arado de tracción animal, para posteriormente conformarlo a mano (azadón y pico) y detallarlo en su sección hidráulica. El bordo se logró compactarlo, se aplicó composta y se sembró pasto bermuda sobre el talud exterior del bordo, con lo que se asegura su estabilidad y protege contra deformaciones por erosión.

Se realizaron 2436 metros lineales de bordos – canales distribuidas en 11 líneas trazadas sobre el plano topográfico detallado, mismas que coinciden con el trazo e instalación en terreno, siguiendo las curvas a nivel.



Foto 8. Trazo con nivel de manguera para los bordos y canales.



Foto 9. Primer paso con tracción animal para abrir canal de desviación.

11



Foto 10. Conformación a mano del canal y bordo



Foto 11. Canal y bordo concluido y estabilizado con composta y pasto.

3. B.2. Extirpación de especies invasoras y re-vegetación con nativas

3 B.2.1. Inventario florístico

Con ayuda de un biólogo especialista en vegetación de zonas áridas se realizó un inventario detallado de la vegetación. Para ello se seleccionaron ocho sitios, de los cuales 4 corresponden a sitios dentro del área de confinamiento “La Pedrera” y cuatro sitios fuera del área de confinamiento, los primeros para conocer la situación de alteración de la vegetación y los segundos para conocer las condiciones *naturales* de la vegetación.

Mediante la comparación de número de individuos por especie dominante en cada sitio, por extrapolación a una hectárea y posteriormente a las 9.39 del total del

predio se obtuvo una tabla que indica el número de individuos a extirpar o a introducir para lograr una densidad lo más parecida a la condición natural. El reporte en extenso del inventario florístico se presenta en el Anexo 2.



Cuadro 1. Identificación de sitios de muestreo para el inventario florístico.

No. Sitio	Id	X_coord	y_coord	Ubicación	Comentario
S1	Invveg1	357846	2531093	Dentro	Sitio representativo con y sin vegetación moderadamente densa. Sitio próximo a la celda confinada
S2	Invveg2	357801	2531408	Dentro	Sitio representativo con vegetación densa. Sitio próximo a la cerca perimetral.
S3	Invveg3	357977	2531118	Dentro	Sitio muy alterado, sin vegetación próximo a la bodega.
S4	Invveg4	357579	2531178	Fuera	Sitio representativo de la vegetación alterada por causas antrópicas pastoreo e incendios en el valle.
S5	Invveg5	357597	2530790	Fuera	Sitio representativo de la vegetación alterada por causas antrópicas pastoreo e incendios en el valle.
S6	Invveg6	357900	2530821	Fuera	Sitio representativo de la vegetación alterada por causas antrópicas pastoreo e incendios en el valle.
S7	Invveg7	358525	2531487	Fuera	Sitio de la vegetación natural. En la ladera de los lomeríos.
S8	Invveg8	357858	2531132	Dentro	Sitio representativo de la degradación sin vegetación.

Cuadro 2. Condición final de densidad por especie vegetal recomendada para la Restauración en el Predio La Pedrera (9.39 ha).

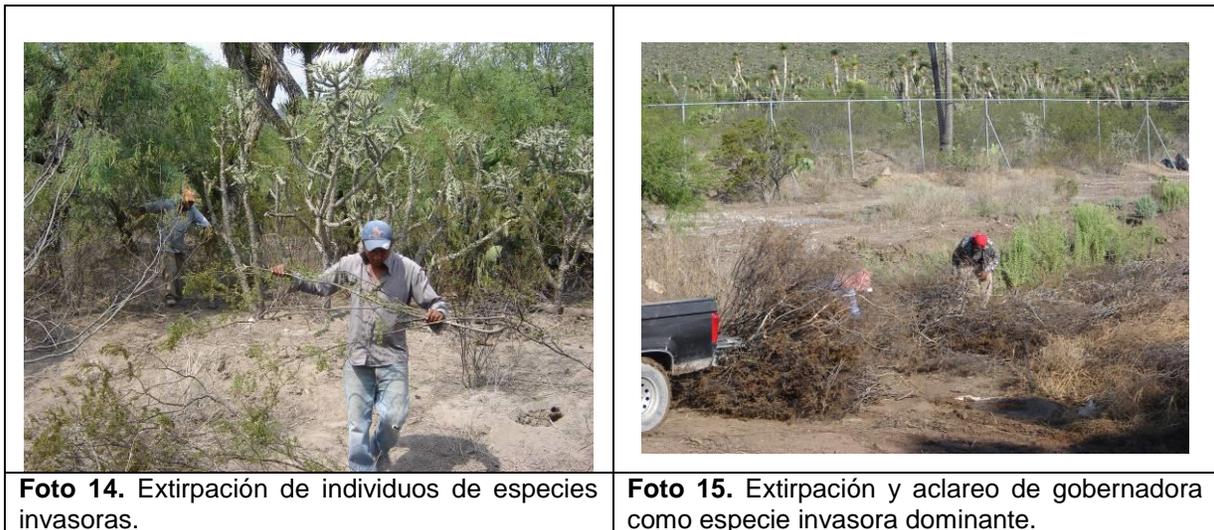
ESPECIES DOMINANTES DEL MATORRAL	Individuos ACTUALES	Número Individuos a INTRODUCIR	Número de Individuos a EXTIRPAR	Condición Final
MEZQUITE <i>Prosopis laevigata</i> (Listón color naranja)	450	3000		3450
GOBERNADORA <i>Larrea tridentata</i> (Listón color amarillo)	6413		4186	2227
MAGUEY <i>Agave atrovirens</i>	281	4400		4681
LECHUGUILLA <i>Agave lechuguilla</i>	0	6500		6500
PALMA CHINA <i>Yucca filifera</i> (Listón azul marino)	169	300		469
JUNCO BLANCO <i>Ceanothus greggii</i> (Listón color azul-verde y azul con amarillo claro)	113	120		233
JUNQUILLO <i>Koeberlinia spinosa</i> (Listón color rosa mexicano)	113	300		413
TASAJILLO <i>Opuntia leptocaulis</i> (Listón color Amarillo claro)	675	180		855
GARAMBULLO <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Listón color verde fuerte-verde limón)	0	400		400
PIRUL <i>Schinus molle</i> (Listón color Amarillo-naranja)	338		339	-1
UÑA DE GATO <i>Mimosa polyantha</i> (Listón color Amarillo limón-quinda)	113	80		193
HUIZACHE <i>Acacia farnesiana</i>	113	200		313
SANGREDRAGO <i>Jatropha dioica</i> (Listón verde oscuro)	956	300		1256
CHAYA <i>Opuntia imbricata</i> (Listón verde limón)	338	90		428
FALSA DAMIANA <i>Chrysactinia mexicana</i>	900		788	112
HIERBA DE LA MULA <i>Eupatorium spinosarum</i> (Listón verde oscuro-amarillo oscuro)	1238		844	394
GRANJENO <i>Celtis pallida</i> (Listón rosa)	225		113	112
RODADORA <i>Salsola tragus</i>	394		281	113
NOPAL CARDÓN <i>Opuntia streptacantha</i> (Listón quinda)	113	820		933
TUNA TAPONA <i>Opuntia robusta</i>	56	300		356
OCOTILLO <i>Fouquieria splendens</i> (Listón morado-amarillo oscuro)	0	80		80
CANDELILLA <i>Euphorbia rosseana</i>	0	500		500
VARA PRIETA <i>Acacia constricta</i> (Listón quinda-amarillo claro)	0	50		50
OREGANO <i>Lippia graveolens</i> (Listón rosa mexicano-amarillo claro)	1406		619	787
ALICOCHE <i>Echinocereus cinerascens</i>	0	60		60
NÚMERO DE INDIVIDUOS TOTALES	14400	17680	7169	24914
DENSIDAD POR HA	1600	1964		2768

3. B.2.2. Extirpación, aclareo y poda de especies invasoras

Con base en la Tabla del inventario florístico se está realizando la extirpación, aclareo y poda de especies invasoras por la perturbación del área de confinamiento.

Como podrá observarse en el Cuadro 1, se tiene dominancia de la gobernadora (*Larrea tridentata*), especie indicadora de predios muy perturbados, a la cual hubo que abatir su incidencia bajando la densidad por extirpación, aclareo y poda, dejando sólo algunos individuos según las condiciones aledañas.

La extirpación, aclareo y poda de individuos de especies invasoras se realizó para que las especies nativas a reintroducir tengan un buen espacio y condiciones de desarrollo y para quedar en una condición de densidad, vigor y tamaño muy parecidas a una condición natural, la cual es dictada por el inventario florístico de los sitios aledaños al predio (Cuadro 2).



3. B.2.3. Roturación de suelos

Los suelos del predio corresponden a suelos de tipo calcisoles, caracterizados por colores claros, bajo contenido de materia orgánica, alcalinos, un alto contenido de carbonato de calcio, moderadamente profundos y limitados por un estrato endurecido hacia los 20-30 cm de profundidad calificado como un duripan, también llamado piso de arado.

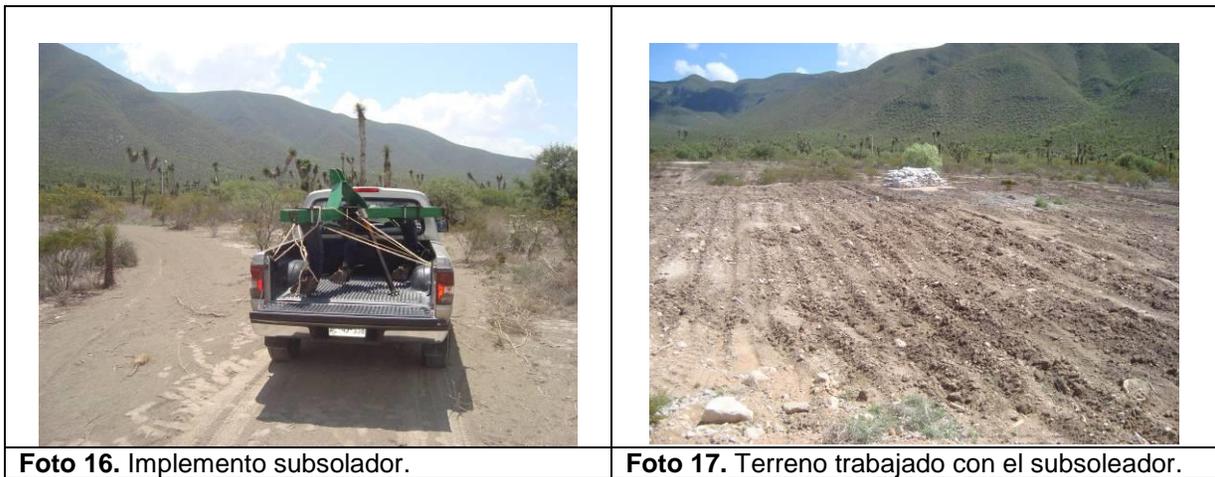
El duripan es por lo regular una mezcla de materiales del suelo entre silicio y carbonatos de calcio, que en climas secos hacen una capa impermeable y se convierte en una limitante para el desarrollo radicular de la mayoría de las plantas.

Para facilitar la infiltración del agua y la penetración de las raíces, así como para retardar los efectos de la evaporación, haciendo un medio más húmedo por más tiempo es necesario romper el piso de arado por medios mecánicos. Esto se consigue a través de un arado o cincel que profundice hasta alcanzar y sobrepasar la presencia de la capa endurecida, generalmente los 40 cm. Cabe señalar que el subsolado es una práctica agronómica común para romper la capa endurecida e impermeable.

La práctica anterior se realiza con un subsolador, que es un implemento del tractor agrícola o de una maquinaria más pesada. Para los fines del predio la pedrera, fue suficiente el empleo de un tractor y subsolador de 3 rejas.

La práctica se realizó preferentemente por sobre la superficie sin vegetación, también sobre la que previamente se había realizado el aclareo, poda y extirpación de la vegetación secundaria, finalmente y con más cuidado y detalle, sobre los espacios que la vegetación nativa permitía el libre tránsito del tractor y el implemento.

Las líneas tuvieron una separación de 1.05 m, para tres líneas por paso de tractor hasta subsolar aproximadamente 6.3 ha, que es el área que permitió esta actividad sin daños a la vegetación arbórea y arbustiva nativa.



3. B.2.4. Aplicación de composta

Como se indicó, los suelos del predio son pobres en materia orgánica, que de acuerdo con los resultados de laboratorio (Anexo 3), se reportan inferiores a 3%, por lo que habo que enriquecerlos aplicando materia orgánica humificada a través

incorporación de composta, que es un material orgánico.

Se aplicaron 50 ton de composta, distribuida en el predio y concentrando la aplicación en los taludes de los sitios de relleno, en los bordos de los canales construidos, en las cepas de la vegetación nativa que se introdujo por reforestación y revegetación, el restante (aproximadamente 20 ton) sobre la superficie del predio, preferentemente en los sitios del suelo desnudo y sin vegetación.



3. B.2.5. Pastos retenedores de suelo

Se adquirió 12 kg de pasto bermuda que posteriormente se sembró en los sitios de relleno de la celda inconclusa (taludes, corona y sección longitudinal), en los bordos de los canales de desviación y sobre la superficie del predio, preferentemente en los sitios desprovistos de vegetación.

La siembra se realizó al boleó, para posteriormente dar un riego con regadera manual.



3. B.2.6. Establecimiento de especies nativas

El establecimiento de especies nativas se definió con base en el inventario florístico y la comparación entre la condición actual respecto a la natural o cercana a la condición natural definida a su vez por el inventario de sitios sin perturbación.

En el Cuadro 2, citado anteriormente se detalla el número de individuos a introducir según la especie, la mayoría son de reproducción vegetativa y en el caso del mezquite y huizache en bolsa de plástico, mismas que se adquirieron de un vivero localizado en Ciudad Valles, S.L.P.

Se realizó una exhaustiva colecta de los individuos (individuos a introducir marcados en la lista del Cuadro 2) mediante colecta de sitios del mismo predio La Pedrera, cuidando que la extirpación fuera selectiva y no dañar predios aledaños.

La chaya y algunos individuos de palma china fueron colectados de los jardines botánicos del mismo predio que mostraban una evidente sobrepoblación.

Se siguieron las recomendaciones del especialista en vegetación para el tratamiento de ciertas especies de reproducción vegetativa, como el dejar cicatrizar y orear a raíz desnuda como: nopal, maguey, palma china, garambullo, lechuguilla, candelilla y otras.

La reposición de especies se realizó mediante revegetación (reforestación) en cepa común, aplicando alrededor de 1.5 kg de composta por cepa y con la aplicación de un riego de auxilio del 27 al 29 de julio de 2009.



Foto 22. Preparación de especies colectadas para su plantación.



Foto 23. Plantación de mezquite.



Foto 24. Distribución de individuos de diferentes especies sobre el terreno.



Foto 25. Condición final de la revegetación.

3.C. Monitoreo de la pérdida de suelos:

3.C.1. Muestreo y análisis de suelos

Se realizó un muestreo de suelos en cuatro sitios dentro del área de confinamiento, los cuales corresponden a los sitios del inventario florístico, para conocer algunas de las características físicas y químicas.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en las que se les practicó los análisis siguientes:

- Materia orgánica
- Textura (porcentaje de arena, limo y arcilla)
- pH
- Carbonatos de calcio totales



Foto 26. Muestreo de suelos.

Los resultados de laboratorio se muestran en el Anexo 3.

3.C.2. Lotes de monitoreo

3.C.2.1 Instalación

Se instalaron tres lotes de escurrimiento ubicados en los sitios del inventario de vegetación y sitios de muestreo de suelos para contar con el parámetro de evaluación de la pérdida de suelos por erosión.

Se adquirieron todos los materiales para la instalación de los lotes de escurrimiento (láminas, varillas, clavos y rondanas)

Los lotes son espacios de 2 metros de largo por 25 metros de longitud, para obtener 50 m² (tamaño que facilita los cálculos para llevar la estimación de la pérdida de suelo a hectárea al multiplicar por un factor de conversión igual a 200).

Los lotes son aislados de los escurrimientos con lámina galvanizada que va enterrada unos 10 cm y sobresaliendo a la superficie unos 15 cm, con lo que se aísla de los escurrimientos superficiales y protege del salpicamiento durante una lluvia.

En el Anexo 4, se presenta una base de datos propuesta para llevar el registro de pérdida de suelos por erosión en el predio, según condición.

Los lotes fueron se terminaron de instalar el día 01 de junio de 2009, lo cual corresponde con la lectura inicial cero.

Las lecturas sobre los lotes se realiza midiendo con una regla o cinta métrica la distancia del suelo (pisos) a la altura de la ficha (parte superior del clavo), los registros son tomados y promediando los valores de las mediciones sobre los nueve clavos de cada lote.

La transformación a toneladas por hectárea por año considera el promedio de observación en cada lote, la densidad aparente del suelo y el factor de 200 para llevar a la unidad convencional de hectárea.

Al día de este informe se tomaron las observaciones correspondientes al 01 de julio y 01 de agosto. Se espera que con esta información y la base de datos puedan seguirse tomando información mensual o por lo menos semestral para obtener la pérdida de suelos por hectárea por año.

Cuadro 1. Identificación de los lotes de escurrimiento.

No. Lote	Sitio de vegetación	X_coord	y_coord	Ubicación	Comentario
Testigo	S8	357858	2531132	Dentro	Sitio representativo de la degradación sin vegetación.
Lote 1	S1	357846	2531093	Dentro	Sitio representativo con y sin vegetación moderadamente densa. Sitio próximo a la celda confinada
Lote 2	S2	357801	2531408	Dentro	Sitio representativo con vegetación densa. Sitio próximo a la cerca perimetral.

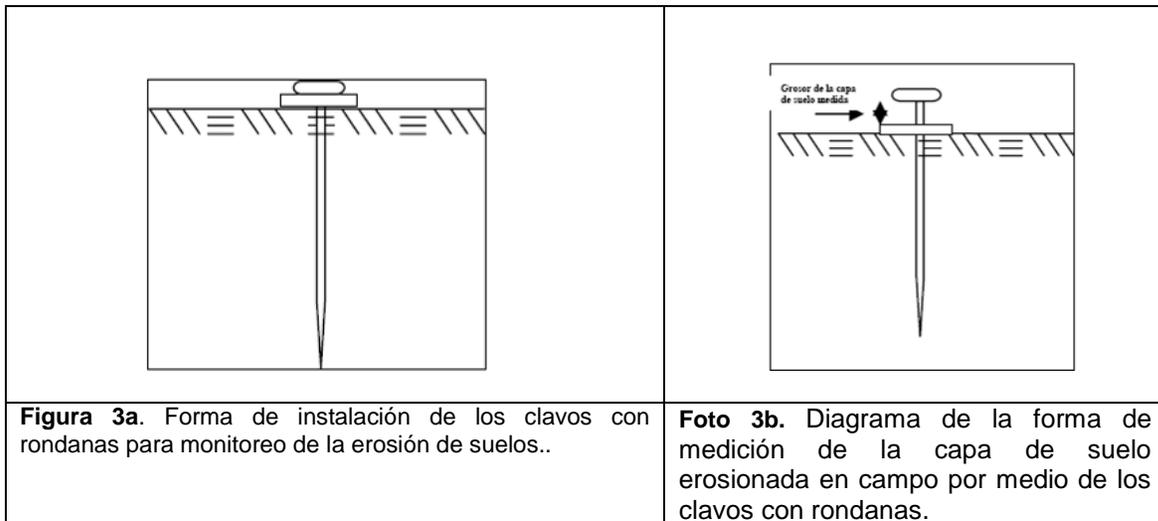
3.C.2.2 Cálculo de la pérdida de suelo

El cálculo de la pérdida de suelo sobre los lotes de escurrimiento es simple. Se requiere tomar la lectura a intervalos predeterminados (por ejemplo cada mes) a partir de su instalación hasta un periodo por lo menos de tres años.

Durante la ejecución del presente proyecto se alcanzó a tomar tres lecturas,

posteriores lecturas mensuales pueden ser tomadas. También es posible obviar algunas intermedias, ya que interesa la pérdida de suelo anual y pueden bastar dos lecturas, que corresponden antes y después del temporal. Tal que las lecturas pueden programarse en diciembre de 2009, abril 2010, diciembre de 2010 y así subsecuentemente a por lo menos dos años más de observación.

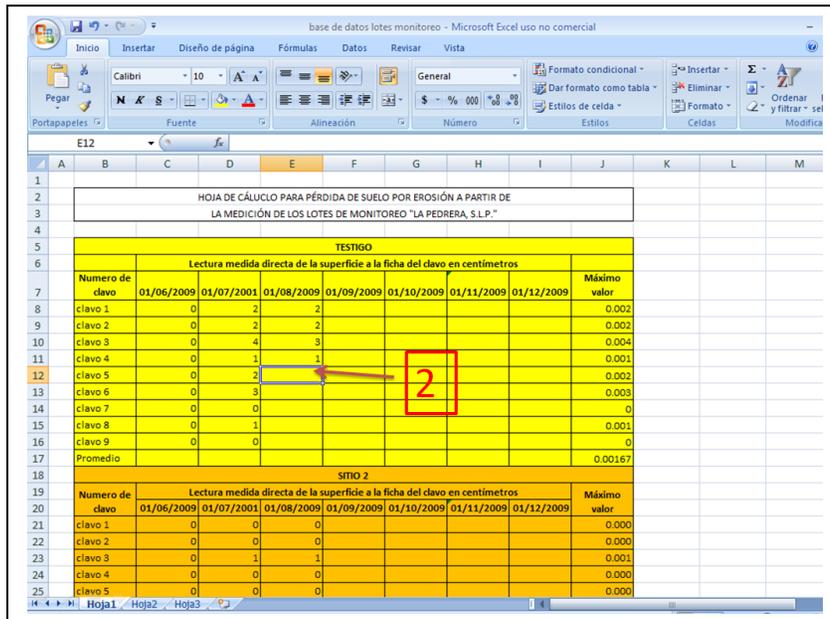
La lectura se realiza con una cinta métrica o regla de plástico, midiendo la distancia entre el suelo (piso) a la cabeza del clavo, tal como se ilustra en la Figura 3a y 3b. La lectura se registra en la base de datos (Anexo 4).



Tomado del documento de Factibilidad de Restauración del Área de Confinamiento “La Pedrera” Guadalcázar, San Luís Potosí. CONABIO sin año.

La distancia medida es transformada a volumen y posteriormente a peso, lo cual se logra al conocer las dimensiones del lote (2 x 25m) que es de 50 m² y la densidad del suelo, que es de 1.2 gr/cm³.

La distancia para cada clavo es introducida como dato en la base de datos del Anexo 3 (Figura 4).



TESTIGO									
Numero de clavo	Lectura medida directa de la superficie a la ficha del clavo en centímetros							Máximo valor	
	01/06/2009	01/07/2001	01/08/2009	01/09/2009	01/10/2009	01/11/2009	01/12/2009		
clavo 1	0	2	2					0.002	
clavo 2	0	2	2					0.002	
clavo 3	0	4	3					0.004	
clavo 4	0	1	1					0.001	
clavo 5	0	2	2					0.002	
clavo 6	0	3						0.003	
clavo 7	0	0						0	
clavo 8	0	1						0.001	
clavo 9	0	0						0	
Promedio								0.00167	

SITIO 2									
Numero de clavo	Lectura medida directa de la superficie a la ficha del clavo en centímetros							Máximo valor	
	01/06/2009	01/07/2001	01/08/2009	01/09/2009	01/10/2009	01/11/2009	01/12/2009		
clavo 1	0	0	0					0.000	
clavo 2	0	0	0					0.000	
clavo 3	0	1	1					0.001	
clavo 4	0	0	0					0.000	
clavo 5	0	0	0					0.000	

Figura 4. Carátula de la base de datos para cálculo de pérdida de suelo.

Una vez ingresada la lectura, la base de datos realiza las demás operaciones. Es decir, calcula el valor máximo de lectura para un mismo clavo, realiza el promedio de las 9 lecturas de un mismo lote, con lo cual se obtienen los mm de pérdida de suelo por erosión hídrica y que son transformados a metros.

$$\text{Máximo valor (lectura/1000)}$$

El promedio por lote (suma/9) es transformado a volumen al multiplicar por las dimensiones del lote que aísla de los escurrimientos del predio.

$$\text{Volumen de Pérdida de suelos en el lote} = \text{Promedio lectura de clavo (m)} \times 2 \text{ m ancho} \times 25 \text{ m largo}$$

El volumen en el lote es transformado a peso, conocida la densidad aparente del suelo 1.2 gr/cm³, o lo que es lo mismo 1.2 ton/m³.

$$\text{Peso suelo perdido en el lote (ton)} = \text{Volumen de suelo perdido} \times 1.2.$$

Ya que el lote tiene una relación de 1/200 respecto a la hectárea, para transformar a hectárea se multiplica por dicho factor de 200.

$$\text{Pérdida de suelo (ton ha}^{-1} \text{ año}^{-1}) = \text{Peso suelo perdido en el lote} \times 200$$

Finalmente puede multiplicarse por 9.39 ha para conocer la pérdida de suelo en el total del predio La Pedrera.

De acuerdo con las primeras lecturas, el testigo que representa la condición de cero cobertura vegetal, donde los agentes erosivos actúan sin restricciones, se tiene a la fecha un promedio de 20 ton ha⁻¹ año⁻¹ (testigo), lo cual representa prácticamente lo doble por la restauración del predio en una condición muy parecida a la natural (sitio3), con una cobertura vegetal de aproximadamente 50%. En contraste la pérdida de suelo puede llevarse por debajo de la tasa de pérdida de suelo permisible para los suelos de México (menos de 5 ton ha⁻¹ año⁻¹) si se obtiene una abundante cobertura de vegetación (sitio2).

Cuadro . Comparación de la Pérdida de suelos en tres lotes de monitoreo de pérdida de suelo por erosión en el Predio la Pedrera, Municipio de Guadalcázar en S.L.P.

Sitio	ton ha ⁻¹ año ⁻¹	ton año ⁻¹ en el predio	CONDICIÓN
Testigo	20.00	187.8	Pérdida potencial (Ton/año) en el Predio en condiciones sin vegetación
Sitio2	5.33	50.1	Pérdida Permisible (Ton/año) en el Predio en condiciones de abundante vegetación
Sitio3	10.67	100.2	Pérdida Tolerable (Ton/año) en el predio en condiciones naturales



4. Resumen de avances

Cuadro 3. Registro de avances por actividad.

Actividad		Avance Periodo del 15 de abril al 15 de julio
Restauración ecológica	A. Conformación y contención de talud	
	A.1. Levantamiento topográfico detallado	Levantamiento topográfico detallado realizado. Tres Planos Anexo 1.
	A. 2. Conformación y contención de talud, corona y sección longitudinal	Tres sitios restaurados, relleno con 632 m ³ material con trascabo y camiones de volteo, protección con malla de alambre, composta y semilla de pasto.
	B. Prácticas de Restauración ecológica	
	B.1. Bordos y canales de desvío	Trazo y nivelación sobre el terreno conforme levantamiento topográfico detallado, trazo en campo y construcción de 2,436 metros de canales-bordo, estabilizados con composta y siembra de pasto, un riego de auxilio.
	B2. Extirpación de especies invasoras y revegetación con nativas	
	B.2.1. Inventario florístico	Inventario florístico detallado realizado sobre 8 sitios de observación. Informe conforme Anexo 2.
	B.2.2. Extirpación, aclareo, poda de especies invasoras	Especies invasoras extirpadas, aclareo y poda para acondicionamiento de sitio para la revegetación en 9.39 ha
	B.2.3. Roturación de suelos	Roturación de suelos en 6.3 ha con tractor e implemento subsolador.
	B.2.4. Aplicación de composta	Aplicación de 50 ton de composta en sitios de relleno, bordos de canales, cepas y sobre el terreno desnudo.
	B.2.5 Pastos retenedores de suelo	16 kg de pasto bermuda aplicado en sitios de relleno, bordos de canales, y sobre el terreno desnudo.
	B.2.6. Establecimiento de especies nativas	Conforme el inventario florístico con lo que se asemeja a una situación natural similar a los predios aledaños y que incluye la aplicación de composta y un riego de auxilio en 9.39 ha.
	C. Monitoreo de la pérdida de suelos	
	C.1. Muestreo y análisis de suelos	Tres sitios muestreados y análisis de laboratorio. Los resultados se reportan en el Anexo 3.
	C.2. Lotes de monitoreo	Tres lotes de monitoreo de erosión de suelos (1 testigo y 2 tratamientos), de 2 x 50 m. Base de datos para cálculo de erosión.
% Estimado de Avance	Avance estimado 100%	

ANEXO 1.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

- 1.1. Planta de infraestructura del área de confinamiento**
- 1.2. Planta topográfica del área de confinamiento y**
- 1.3. Planta, perfil y secciones transversales.**

ANEXO 2. INVENTARIO FLORÍSTICO

1. Descripción General de la Vegetación

La vegetación predominante en la región es de un **Matorral xerófilo**, el nombre dado a esta comunidad, se basa en la clasificación de la vegetación propuesta por Rzedowski (1978), se caracteriza por ser especies arbustivas que forman asociaciones con otras plantas adaptadas a las zonas áridas y semiáridas del Estado, dominan las especies con presencia de espinas en los tallos o ramas y las hojas son pequeñas y segmentadas o compuestas y algunas hasta suculentas, éstas modificaciones morfológicas, les dan ventajas al exponerse a la acción del sol, para evitar una excesiva transpiración. Sus hojas caen en la época de secas, los tallos son verdes y carnosos para realizar la fotosíntesis y almacenar agua.

Existe una vegetación nativa de tipo matorral que domina en los alrededores y sobre el área de influencia en las laderas de los cerros que rodean ésta obra, se presenta como un **Matorral micrófilo de *Fouquieria splendens* (ocotillo)**, ésta se caracteriza por crecer en zonas muy secas de baja precipitación y de alta temperatura promedio anual, dominando las plantas con hojas pequeñas, tallos espinosos y hasta suculentos como *Fouquieria splendens* (ocotillo), *Acacia vernicosa* (chaparro prieto), *Koeberlinia spinosa* (junquillo), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Celtis pallida* (granjeno), *Jatropha dioica* (sangregrado), *Yucca filifera* (palma china), *Acacia farnesiana* (huizache), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia leptocaulis* (tasajillo) y varias especies más de cactáceas.

Dentro de la zona de estudio se presenta una **vegetación secundaria de matorral xerófilo de *Larrea tridentata* (gobernadora), *Yucca filifera* (palma china) y *Prosopis laevigata* (mezquite)** producto de la alteración e impacto sobre la vegetación nativa provocada por la actividad pecuaria y forestal e incluso por incendios continuos. En una de las fosas abierta y que no se cubrió el fondo con plásticos, la acumulación de agua ha creado una asociación de tipo vegetación semiacuática de tule (*Thypha domingensis*) misma que sobrevive a la época de sequía.

2. Metodología

1.- Revisión bibliográfica y recopilación de información florística del herbario INIF (Herbario Nacional Forestal SAGARPA-INIFAP-CENID-COMEF) sobre estudios florísticos de la zona.

2.- Se verificó en campo por medio de recorridos de reconocimiento al área de estudio y muestreo de áreas seleccionadas de acuerdo con la calidad de sitio, tanto en su grado de conservación de la vegetación, la densidad del arbolado, su diversidad, vías de acceso y sitios de interés por el impacto que se ocasionará por la construcción.

3.- Levantamiento de 8 sitios de muestreo, cuatro ubicados dentro de las instalaciones y los otros cuatro en varios lugares fuera de la zona, pero dentro del área de influencia del proyecto, tomando en cuenta los siguientes parámetros: localidad, coordenadas geográficas, altitud, exposición, pendiente, tipo de vegetación, agentes de disturbio y consideraciones generales del sitio.

4.- Se realizaron los muestreos ecológicos y el levantamiento de los datos por sitios seleccionados mediante cuadros de 20 x 20 metros (400 m²) para cuantificar el estrato arbóreo, dentro de este, se tomaron los datos respectivos del estrato arbustivo en otro cuadro de 4 x 4 metros (16 m²) para el estrato arbustivo y 1m² para el estrato herbáceo, siguiendo la metodología propuesta por Matteucci y Colman (1982). (Foto A2.1).



Foto A2.1. Detalle de marqueo de sitios 20 x 20 para inventario de vegetación.

5.- Para poder hacer recomendaciones de las especies a plantar con el fin de reforestar las áreas degradadas se analizó la información de campo levantada en los 8 sitios, con los respectivos datos florísticos, ecológicos y dasométricos, se determinó el número de especies más frecuentes que se desarrollan en los sitios y comunidades vegetales del área, y que son parte de su diversidad vegetal; además se elaboró una lista florística de las especies presentes en la zona de estudio y de amortiguamiento, su forma biológica, la abundancia y densidad relativa.

Para calcular la densidad relativa (DR) se aplicó la fórmula propuesta por Mueller-Dombois y H. Ellenberg (1974) que a continuación se presenta:

$$DR = \frac{Ni}{Nt} \times 100$$

especie

Donde: Ni = No. de individuos por

Nt = No. total de individuos

Cada especie dominante se valoró de acuerdo a tres índices, el de presencia, el de abundancia-cobertura y el de sociabilidad. El primer índice es el valor que tiene cada especie en asociaciones diferentes, calculado en porcentaje ($n/N \times 100$) siendo n el número de inventarios en que aparece el taxón en una comunidad y N el número total de inventarios de la comunidad. Los porcentajes se representan mediante una escala de cinco números romanos y son los siguientes:

I = Especie Presente entre 11 y 20 % de los inventarios.

II = Especie presente entre 21 y 40% de los inventarios.

III = Especie presente entre 41 y 60% de los inventarios.

IV = Especie presente entre 61 y 80% de los inventarios.

V = Especie presente entre el 81 y 100% de los inventarios.

La abundancia es el número de individuos de cada especie en la zona inventariada. El grado de cobertura se estima como la proyección vertical de todas las partes aéreas de los individuos de cada especie, que se refleja como un porcentaje del área total de la parcela, el índice de abundancia-cobertura fue calculado simultáneamente en una sola estimación combinada (Braun-Blanquet, 1968) cuyos valores son los siguientes:

1 = Individuos bastante abundantes pero con baja cobertura.

2 = Individuos muy abundantes con cobertura escasa o bien cubriendo menos de $\frac{1}{4}$ de la superficie muestreada.

3 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la superficie.

4 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la superficie.

5 = Cualquier número de individuos, pero cubriendo más de $\frac{3}{4}$ de la superficie.

La sociabilidad se entiende como la forma de agruparse los individuos de una especie dada en cada parcela, se estima con la escala de Braun-Blanquet (1968) para los siguientes índices:

1 = Individuos aislados

2 = Individuos creciendo en pequeños grupos

3 = Individuos creciendo en grupos mayores (pequeños rodales o almohadillas)

4 = Individuos creciendo en colonias o rodales extensos

5 = Grandes poblaciones de la misma especie

A las especies del listado florístico que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2001 se le calculó el método para la evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER), de acuerdo con el anexo normativo I de la Norma oficial de especies amenazadas, raras o en peligro de extinción (Diario Oficial Miércoles 6 de marzo 2002), con la cual, se unifica el criterio de decisión

sobre las categorías de riesgo y fundamenta las acciones para el aprovechamiento sustentable del bosque.

Los cuatro criterios independientes de la norma para éstas especies al sumarse proporcionan la calificación siguiente donde se establecen los intervalos de asignación a categorías de riesgo:

Una especie o población cuya suma total se halle entre los **12 y 14** puntos, será considerada como en **peligro de extinción**.

Aquella cuya suma total de puntos sea de **10 y 11** se considera como **amenazada**

30

$$\text{MER} = \text{A+B+C+D}$$

Donde:

A.- Amplitud de la distribución del Taxón en México

- I.- Muy restringida = 4 (menor al 5% del territorio Nacional)
- II.- Restringida = 3 (entre el 5 y el 16% del territorio Nacional)
- III.- Medianamente restringida o amplia = 2 (mayor que el 15% pero menor de 40% del territorio Nacional).
- IV.- Ampliamente distribuidas o muy amplias = 1 (igual o mayor del 40% del territorio Nacional).

B.- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

- I.- Hostil o muy limitante = 3
- II.- Intermedio o limitante = 2
- III.- Propicio o poco limitante = 1

C.- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

- I.- Vulnerabilidad alta = 3
- II.- Vulnerabilidad media = 2
- III.- Vulnerabilidad baja = 1

D.- Impacto de la actividad humana sobre el Taxón.

- I.- Alto impacto = 4
- II.- Impacto medio = 3
- III.- Bajo impacto = 2

3. Resultados o Análisis numérico de la flora

De acuerdo con la metodología y los datos de campo se presentan dos tipos de vegetación, ambos son variantes del matorral xerófilo y de acuerdo al análisis florístico de estos y a su estratificación se describen a continuación:

a. Comunidades Vegetales

- i. **Matorral xerófilo de *Larrea tridentata* (gobernadora), *Yucca filifera* (palma china) y *Prosopis laevigata* (mezquite).**- Es la comunidad dominante en el área de este estudio, son zonas con vegetación arbustiva, la representan plantas leñosas muy ramificadas desde la base lo que les da la fisonomía de ser un bosque cerrado, sobre todo en la época de lluvias, las especies dominantes cubren hasta un 55% de la superficie estudiada son áreas de valles o planos junto a las faldas de cerros con rocas calizas y de gran disturbio por quemas y pastoreo, se cubre de arbustos bajos y plantas invasoras (rodadora, pirul y tabaquillo). Los estratos o niveles son tres el primero o estrato arbustivo superior lo forman plantas leñosas con un corto fuste como el mezquite, pirul y la palma china con una altura de 3 a 8 metros. El segundo estrato o arbustivo inferior esta conformado por especies arbustivas bajas o especies leñosas micrófilas muy ramificadas e incluso rastreras con alturas de 0.8 a 2.5 metros dominando la gobernadora junto con nopales como el junquillo (*Koeberlinia spinosa*), cardenche (*Opuntia imbricata*), jarilla (*Senecio salignus*), huizaches (*Acacia* spp), la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y el sangregado (*Jatropha dioica*), entre otros; para el tercer estrato o el nivel herbáceo, se presentan pocas plantas algunos pastos, *Salvia* spp (mirtos), *Parthenium* spp. (cenicilla) y *Chrysactinia mexicana* (hierba de San Nicolás) con alturas de entre 0.10 a 0.5 metros.(Foto A2.2)

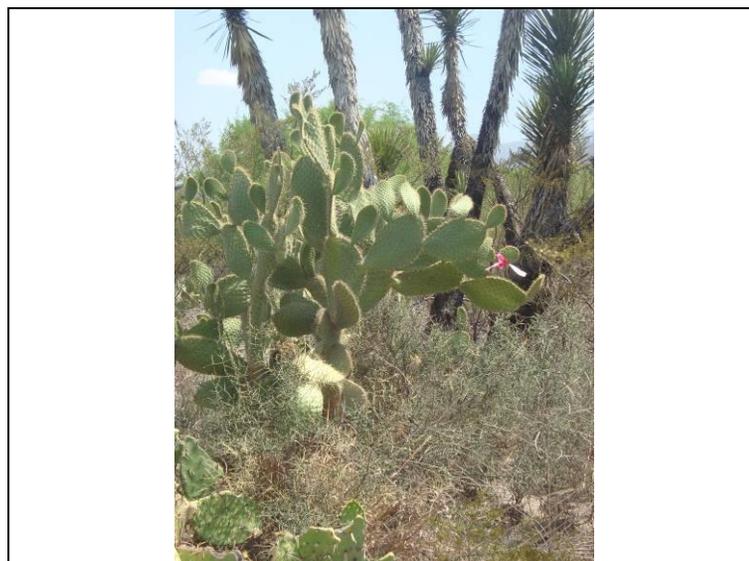


Foto A2.2. Vegetación secundaria de matorral xerófilo tipo micrófilo dominado por gobernadora, palma china y nopales.

3.1.2.- Matorral micrófilo de *Fouquieria splendens* (ocotillo), ésta se caracteriza por crecer en zonas rocosas y con pendientes fuertes, sobre todo en las laderas de los cerros que rodean la obra es muy común y bien conservada en amplias zonas dentro de la zona de influencia del estudio. Son áreas con poco manejo forestal y de gran actividad ganadera, hacia las faldas de los cerros principalmente se presentan algunos parajes sobre todo los de terrenos planos con alteraciones por los incendios, materiales de relleno principalmente rocas y arena esparcida en los ranchos cercanos donde abundan especies como el mezquite y se va perdiendo el ocotillo por ser muy sensible a esos cambios de uso de suelo, junto con varias cactáceas y arbustos bajos. Los estratos o niveles de vegetación son tres, el primero o arbustivo superior lo forman especies leñosas de alturas entre 2.5 a 5 metros de *Acacia pringlei* (quebracho), *Fouquieria splendens* (ocotillo), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Celtis pallida* (granjeno), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia pubescens* (nopal ciegaporregos), *Opuntia streptacantha* (nopal cardón) y *Yucca filifera* (palma china); para el segundo estrato el arbustivo inferior se presentan arbustos bajos de 0.30 a 2 metros de altura y las principales especies como la *Acacia vernicosa* (chaparro prieto), *Condalia mexicana* (granjeno), *Yucca filifera* (palma china), *Koeberlinia spinosa* (junquillo), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Jatropha dioica* (sangregrado), *Acacia farnesiana* (huizache), *Opuntia leptocaulis* (tasajillo), *Ferocactus latispinus* (biznaga de chilitos), *Echinocactus grusonii* (biznaga), *Echinocactus cinerascens* (alicoche) y varias especies más de cactáceas y compuestas leñosas. El estrato tercero o herbáceo lo componen principalmente algunos pastos y leguminosas rastreras. (Foto A2.3).



Foto A2.3. Vegetación típica de una zona árida con matorral xerófilo tipo micrófilo con ocotillo, palma china, lechuguilla y gobernadora.

b. Diversidad

El total de especies para la zona es de 70 taxa, de los cuales las formas biológicas son: 2 son árboles pequeños, 41 son arbustos y 27 son hierbas, representan 21 familias y 58 géneros. La mayoría de las especies corresponden a arbustos leñosos de pequeñas hojas como el mezquite y el huizache, así como también, abundan las plantas de tallos suculentos y con hojas modificadas a espinas como los órganos, las biznagas y nopales. A continuación, en el Cuadro A2.1, se anotan los nombres científicos, junto con su familia botánica, nombre común y forma biológica (forma de crecimiento Ar = Árbol, Ab = Arbusto y H = Hierba) para las especies registradas en éste estudio. Las especies marcadas en negritas (25) son las más abundantes y frecuentes en la región.

Cuadro A2.1. Lista florística de la zona de estudio y área de influencia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma Biológica
Agavaceae	Agave atrovirens Karw.	Maguey	Ab
	Agave lechuguilla Torrey	Lechuguilla	Ab
	Yucca filifera Chabaud	Palma china	Ar
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> L.	Heno motita	H
Poaceae (Gramineae)	<i>Agrostis scabra</i> Willd.	Zacate de piedras	H
	<i>Andropogon perforatus</i> Trin.	Pasto azul	H
	<i>Avena fatua</i> L.	Avena loca	
	<i>Bouteloua barbata</i> Langsd.	Navajita barbada	H
	<i>Bouteloua gracilis</i> Lag.	Banderita	H
	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Zacate Bufel	H
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Pata de gallo	H
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Zacate bermuda	H
	<i>Lycurus phleoides</i> HBK.	Zacate lobero	H
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Tule	H
Asteraceae (Compositae)	<i>Brickellia veronicifolia</i> (HBK) A. Gray	Mejorana	Ab
	Chrysactinia mexicana A.Gray	Falsa damiana o Hierba de San Nicolás	Ab
	Eupatorium spinosarum A.Gray	Hierba de la mula	Ab
	<i>Helenium microcephalum</i> DC.	-----	H
	<i>Parthenium incanum</i> H.B.K.	Cenicilla	Ab
	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	Tabardillo	H
	<i>Senecio salignus</i> DC.	Jarilla o Azumiate	Ab
	<i>Zaluzania triloba</i> Schultz	-----	Ab
	<i>Zinnia pumilla</i> Jacq.	-----	H
Anacardiaceae	Schinus molle L.	Pirul	Ar
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> DC.	Nacahuite	Ab
	<i>Coryphantha clava</i> (Pfeiffer) Lem.	Biznaga	Ab
	<i>Echinocactus grusonii</i> Hildm.	Biznaga dorada (P endémica NOM 059-SEMARNAT-2001)	Ab

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma Biológica
Cactaceae	<i>Echinocereus cinerascens</i> Kelser & Dalton	Alicoche	Ab
	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Brito. & Rose	Uña de aguila	Ab
	<i>Mammillaria albilannata</i> Backerberg	Biznaga	Ab
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Console	Garambullo	Ab
	<i>Opuntia imbricata</i> DC.	Chaya o Nopal cardenche	Ab
	<i>Opuntia leptocaulis</i> DC.	Nopal alfilerillo o tasajillo	Ab
	<i>Opuntia pubescens</i> Wendland	Chile de perro	Ab
	<i>Opuntia robusta</i> Wedl.	Tuna taponá	Ab
	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón	Ab
<i>Stenocereus marginatus</i> (DC.) Berger	Organo o jarritos	Ab	
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.	Rodadora	H
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.	Juanita	H
Euphorbiaceae	<i>Acalypha papillosa</i> Rose	-----	H
	<i>Bernardia myricaefolia</i> Benth. & Hook.	-----	H
	<i>Croton ciliato-glandulosus</i> Ortega	Solimán	Ab
	<i>Euphorbia rosseana</i> Pax (<i>E.</i> <i>antisyphilitica</i> Zucc.)	Candelilla	Ab
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Hierba de la golondrina	H
	<i>Jatropha dioica</i> Moc. & Sessé	Sangredrigo	Ab
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Acacia constricta</i> Benth.	Vara prieta	Ab
	<i>Acacia vernicosa</i> Standley	Chaparro prieto	Ab
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Ab
	<i>Dalea humilis</i> G.Don	-----	H
	<i>Dalea postrata</i> Ort.	-----	H
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Guajillo	H
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth	Gatuño rojo	Ab
	<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	Uña de gato	Ab
	<i>Phaseolus atropurpureus</i> L.	Frijolito	H
	<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) Johnston	Mezquite	Ab
<i>Senna bauhinioides</i> (A.Gray) Irwin & Barn.	-----	Ab	
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i> Henrickson	Ocotillo	Ab
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	Junquillo o Bejuco negro	Ab
Lamiaceae (Labiatae)	<i>Salvia keerli</i> Benth.	Mirto	Ab
	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Mirto	H
Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G. Don	Duraznillo cimarrón	H

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma Biológica
Rhamnaceae	Ceanothus greggii S. Watson	Jaboncillo o Junco blanco	Ab
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> Zucc.	Tullidora	Ab
Rosaceae	<i>Lindleyella mespiloides</i> (Kunth) Rybd.	-----	H
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> L.	Tabaquillo	Ab
	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Mala mujer	H
Ulmaceae	Celtis pallida Torr.	Granjeno	Ab
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	Ab
	Lippia graveolens HBK.	Orégano	Ab

c. Especies dominantes:

Las especies más frecuentes en los 8 muestreos realizados fueron las que se marcan en la lista con letra en negritas estas especies y se enlistan a continuación, dependiendo de la calidad del sitio varía en mayor o menor abundancia y densidad a continuación se describen los sitios con el cálculo respectivo de la densidad relativa por especie y se anotan los valores de los índices fitosociológicos correspondientes. (Cuadro A2.2).

Cuadro A2.2. Especies dominantes del matorral xerófilo con sus índices fitosociológicos

ESPECIES DOMINANTES DEL MATORRAL	Índice Presencia	Índice abundancia-cobertura	Índice sociabilidad
MEZQUITE <i>Prosopis laevigata</i> (Listón color naranja)	V	3	1
GOBERNADORA <i>Larrea tridentata</i> (Listón color amarillo)	V	4	4
MAGUEY <i>Agave atrovirens</i>	IV	2	2
LECHUGUILLA <i>Agave lechuguilla</i>	II	1	2
PALMA CHINA <i>Yucca filifera</i> (Listón azul marino)	V	3	3
JUNCO BLANCO <i>Ceanothus greggii</i> (Listón color azul-verde y azul con amarillo claro)	II	2	1
JUNQUILLO <i>Koeberlinia spinosa</i> (Listón color rosa mexicano)	V	3	3
TASAJILLO <i>Opuntia leptocaulis</i> (Listón color Amarillo claro)	V	3	3
GARAMBULLO <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Listón color verde fuerte-verde limón)	II	2	1
PIRUL <i>Schinus molle</i> (Listón color Amarillo-naranja)	II	2	1
UÑA DE GATO <i>Mimosa polyantha</i> (Listón color Amarillo limón-guinda)	V	2	2
HUIZACHE <i>Acacia farnesiana</i>	II	1	1
SANGREDRAGO <i>Jatropha dioica</i> (Listón verde oscuro)	V	3	3
CHAYA <i>Opuntia imbricata</i> (Listón verde limón)	V	2	2
FALSA DAMIANA <i>Chrysactinia mexicana</i>	II	2	2
HIERBA DE LA MULA <i>Eupatorium spinosarum</i> (Listón verde obscuro-amarillo obscuro)	III	2	2
GRANJENO <i>Celtis pallida</i> (Listón rosa)	II	2	1

ESPECIES DOMINANTES DEL MATORRAL	Índice Presencia	Índice abundancia- cobertura	Índice sociabilidad
RODADORA <i>Salsola tragus</i>	IV	3	3
NOPAL CARDÓN <i>Opuntia streptacantha</i> (Listón guinda)	IV	2	2
TUNA TAPONA <i>Opuntia robusta</i>	III	2	2
OCOTILLO <i>Fouquieria splendens</i> (Listón morado-amarillo obscuro)	I	2	3
CANDELILLA <i>Euphorbia rosseana</i>	I	2	2
VARA PRIETA <i>Acacia constricta</i> (Listón guinda- amarillo claro)	I	2	2
OREGANO <i>Lippia graveolens</i> (Listón rosa mexicano-amarillo claro)	II	3	3
ALICOICHE <i>Echinocereus cinerascens</i>	II	3	2

La mayoría de las especies dominantes de la zona, tienen una presencia entre el 60 y 80 % en el área, sólo las especies nativas del matorral micrófilo tienen una baja presencia ya que aparecen en menos del 20% de los sitios muestreados pero son abundantes en la región. Son 13 las especies con abundancia y cobertura menor de un cuarto de la cubierta vegetal general del terreno ya que existe una alteración por cambio de usos de suelo y de incendios frecuentes. Las especies leñosas o de árboles pequeños en estas zonas áridas crecen aisladamente o en grupos pequeños la mayor parte de ellas son rodales apretados o en colonias apretadas sobre todo en las cactáceas globosas.

d. Descripción y análisis de sitios de muestreo.

Los sitios 1,2,3 y 8 se tomaron dentro de las instalaciones, cerca del contenedor corresponde a una vegetación secundaria de matorral xerófilo de *Larrea tridentata* (gobernadora), en el Cuadro A2.3, se anotan las especies dominantes y su abundancia relativa y densidad relativa.

En dicho cuadro se observa que se trata de una vegetación secundaria derivada del matorral xerófilo micrófilo, debido a sus densidades relativas mayores para pequeños arbustos y plantas herbáceas invasoras o asociadas a el matorral micrófilo y que ahora son dominantes. Además la presencia de especies nativas es muy baja o nula en estas zonas impactadas, por la obra donde los suelos contienen materiales de construcción de desecho como cascajo utilizado como relleno, mismos que se ha extendido entre el matorral original. Así tenemos que en el sitio 3 y 8 la vegetación casi no existe, son plantas jóvenes de gobernadora y tasajillo pioneras en la colonización de terrenos alterados de zonas áridas.

Cuadro A2.3. Sitios dentro del predio 1, 2, 3 y 8 vegetación secundaria de Matorral xerófilo micrófilo de gobernadora, sangredegrado, palma china, y mezquites.

ESPECIES DOMINANTES	Número de individuos (Ni) en 0.4 ha (20 x 20m)				Ni en 0.16 ha	Ni en 9 ha	Densidad Relativa
	S1	S2	S3	S8			
MEZQUITE <i>Prosopis laevigata</i> (Listón color naranja)	1	4	3	0	8	450	3.13
GOBERNADORA <i>Larrea tridentata</i> (Listón color amarillo)	28	21	0	65	114	6413	44.53
MAGUEY <i>Agave atrovirens</i>	5	0	0	0	5	281	1.95
LECHUGUILLA <i>Agave lechuguilla</i>	0	0	0	0	0	0	0.00
PALMA CHINA <i>Yucca filifera</i> (Listón azul marino)	2	0	1	0	3	169	1.17
JUNCO BLANCO <i>Ceanothus greggii</i> (Listón color azul-verde y azul con amarillo claro)	1	0	1	0	2	113	0.78
JUNQUILLO <i>Koeberlinia spinosa</i> (Listón color rosa mexicano)	2	0	0	0	2	113	0.78
TASAJILLO <i>Opuntia leptocaulis</i> (Listón color Amarillo claro)	10	0	0	2	12	675	4.69
GARAMBULLO <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Listón color verde fuerte-verde limón)	0	0	0	0	0	0	0.00
PIRUL <i>Schinus molle</i> (Listón color Amarillo-naranja)	1	0	4	1	6	338	2.34
UÑA DE GATO <i>Mimosa polyantha</i> (Listón color Amarillo limón-guinda)	2	0	0	0	2	113	0.78
HUIZACHE <i>Acacia farnesiana</i>	1	0	1	0	2	113	0.78
SANGREDRAGO <i>Jatropha dioica</i> (Listón verde oscuro)	17	0	0	0	17	956	6.64
CHAYA <i>Opuntia imbricata</i> (Listón verde limón)	2	0	0	4	6	338	2.34
FALSA DAMIANA <i>Chrysactinia mexicana</i>	1	15	0	0	16	900	6.25
HIERBA DE LA MULA <i>Eupatorium spinosarum</i> (Listón verde oscuro-amarillo oscuro)	4	18	0	0	22	1238	8.59
GRANJENO <i>Celtis pallida</i> (Listón rosa)	0	3	1	0	4	225	1.56
RODADORA <i>Salsola tragus</i>	3	0	0	4	7	394	2.73
NOPAL CARDÓN <i>Opuntia streptacantha</i> (Listón guinda)	2	0	0	0	2	113	0.78
TUNA TAPONA <i>Opuntia robusta</i>	1	0	0	0	1	56	0.39
OCOTILLO <i>Fouquieria splendens</i> (Listón morado- amarillo oscuro)	0	0	0	0	0	0	0.00
CANDELILLA <i>Euphorbia rosseana</i>	0	0	0	0	0	0	0.00
VARA PRIETA <i>Acacia constricta</i> (Listón guinda-amarillo claro)	0	0	0	0	0	0	0.00
OREGANO <i>Lippia graveolens</i> (Listón rosa mexicano- amarillo claro)	0	25	0	0	25	1406	9.77
ALICOCHE <i>Echinocereus cinerascens</i>	0	0	0	0	0	0	0.00
Totales	83	86	11	76		14400	100.00

Los sitios 1 y 2 presentan especies introducidas como el pirul, falsa damiana y orégano dominando el área, además existen elementos como la palma china y granjeno junto con mezquites formando asociaciones sucesionales del matorral xerófilo, sólo los nopales representan a la familia cactácea demostrando su pérdida por alteraciones del hábitat.

Los sitios 4 y 5 se han tomado fuera del predio en estudio y corresponden a terrenos pecuarios donde se observan daños en las plantas por fuego, dominan especies nativas con tallos suculentos incluso se dan valores más de densidad para arbustos nativos incluso en los sitios de muestreo número 6 y 7 el matorral xerófilo está poco alterado por ser zonas con relieve accidentado y pedregoso, se dan los ocotillos la lechuguilla y biznagas características de estos lugares áridos (Cuadro A2.4).

Cuadro A2.4. Sitios 4,5 6 y 7 con vegetación nativa de matorral xerófilo microfilo de ocotillo.

ESPECIES DOMINANTES	Número de individuos (Ni) en 0.4 ha (20 x 20m)				Ni en 0.16 ha	Ni en 9 ha	Densidad Relativa
	S4	S5	S6	S7			
MEZQUITE <i>Prosopis laevigata</i> (Listón color naranja)	4	2	4	0	10	563	1.82
GOBERNADORA <i>Larrea tridentata</i> (Listón color amarillo)	49	40	48	8	145	8156	26.36
MAGUEY <i>Agave atrovirens</i>	0	1	4	5	10	563	1.82
LECHUGUILLA <i>Agave lechuguilla</i>	0	0	30	100	130	7313	23.64
PALMA CHINA <i>Yucca filifera</i> (Listón azul marino)	5	20	27	13	65	3656	11.82
JUNCO BLANCO <i>Ceanothus greggii</i> (Listón color azul-verde y azul con amarillo claro)	2	2	0	3	7	394	1.27
JUNQUILLO <i>Koerberlinia spinosa</i> (Listón color rosa mexicano)	3	4	2	4	13	731	2.36
TASAJILLO <i>Opuntia leptocaulis</i> (Listón color Amarillo claro)	5	0	12	3	20	1125	3.64
GARAMBULLO <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Listón color verde fuerte-verde limón)	0	2	6	2	10	563	1.82
PIRUL <i>Schinus molle</i> (Listón color Amarillo-naranja)	0	0	0	0	0	0	0.00
UÑA DE GATO <i>Mimosa polyantha</i> (Listón color Amarillo limón-guinda)	1	2	2	2	7	394	1.27
HUIZACHE <i>Acacia farnesiana</i>	1	0	1	1	3	169	0.55
SANGREDRAGO <i>Jatropha dioica</i> (Listón verde oscuro)	4	4	13	20	41	2306	7.45
CHAYA <i>Opuntia imbricata</i> (Listón verde limón)	2	10	1	1	14	788	2.55
FALSA DAMIANA <i>Chrysactinia mexicana</i>	0	0	0	2	2	113	0.36
HIERBA DE LA MULA <i>Eupatorium spinosarum</i> (Listón verde oscuro-amarillo oscuro)	0	0	1	6	7	394	1.27
GRANJENO <i>Celtis pallida</i> (Listón rosa)	0	0	0	2	2	113	0.36
RODADORA <i>Salsola tragus</i>	0	0	2	0	2	113	0.36
NOPAL CARDÓN <i>Opuntia streptacantha</i> (Listón guinda)	10	1	1	1	13	731	2.36
TUNA TAPONA <i>Opuntia robusta</i>	2	2	1	2	7	394	1.27
OCOTILLO <i>Fouquieria splendens</i> (Listón morado- amarillo oscuro)	0	0	0	4	4	225	0.73
CANDELILLA <i>Euphorbia rosseana</i>	0	0	0	15	15	844	2.73
VARA PRIETA <i>Acacia constricta</i> (Listón guinda- amarillo claro)	0	0	0	2	2	113	0.36
OREGANO <i>Lippia graveolens</i> (Listón rosa mexicano- amarillo claro)	1	0	3	10	14	788	2.55
ALICOICHE <i>Echinocereus cinerascens</i>	1	1	3	2	7	394	1.27
Totales	90	91	161	208		30938	100.00

e. Especies en Peligro de extinción

Hay una especie en peligro de extinción o amenazadas y que se encuentra considerada dentro de la lista en la NOM-059-SEMARNAT-2001, es ***Echinocactus grusonii*** Hildm (Biznaga dorada) por su sobreexplotación y daños a el hábitat se presenta con estatus de Protegida y endémica, por ello, se le aplicó el calculo del método de evaluación de riesgo (MER) propuesta en dicha norma para poder establecer un criterio real de la situación de esta especie en la zona de estudio, a continuación se presentan los valores respectivos de esta especie para los cuatro parámetros con los que se logró determinar su calificación.

Cuadro A2.5. Especies protegidas y endémicas.

ESPECIE	A Amplitud de la distribución	B Estado del hábitat	C Vulnerabilidad biológica	D Impacto de la actividad humana	MER Sumatoria para calificar con:
BIZNAGA DORADA (<i>Echinocactus grusonii</i>)	II = 3	III = 1	II = 2	II = 3	9 (Menor de 10 No esta amenazada en estos terrenos)

La calificación de 9 equivale a ser una especie no amenazada o en peligro de extinción en este momento y en esta zona del país, pero el valor cercano al límite nos recuerda que son poblaciones sensibles a los disturbios y cambios de uso de suelo por lo que deben manejarse con medida ya que son recursos forestales no maderables y de alto valor ecológico en las zonas áridas de México.

f. Especies de interés comercial:

En la zona se utiliza mucho la leña para combustible en las casas, debido a que es área con vegetación de matorral es el principal combustible para los ranchos cercanos se emplea para leña la madera del mezquite, palma china, vara prieta y huizache. Las cactáceas son plantas con uso ornamental y para hacer cercos vivos se emplean las de forma columnar como el órgano y el garambullo.

Los frutos, hojas aromáticas y/o carnosas se emplean como condimento y alimento tal es el caso del orégano, el mirto, el garambullo, la biznaga, la tuna y los nopales. Varios frutos y follaje son utilizados como forraje para el ganado como es el mezquite y sus vainas incluso son comestibles para el hombre.

Actualmente se estudian para biocombustibles varios arbustos como el sangredegrado además de su uso medicinal en la herbolaria de la zona.

3. Condición final recomendada para la Restauración.

Cuadro A2.5. Condición final para la restauración.

FINAL				
ESPECIES DOMINANTES DEL MATORRAL	Individuos ACTUALES	Número Individuos a INTRODUCIR	Número de Individuos a EXTIRPAR	Condición Final
MEZQUITE <i>Prosopis laevigata</i> (Listón color naranja)	450	3000		3450
GOBERNADORA <i>Larrea tridentata</i> (Listón color amarillo)	6413		4186	2227
MAGUEY <i>Agave atrovirens</i>	281	4400		4681
LECHUGUILLA <i>Agave lechuguilla</i>	0	6500		6500
PALMA CHINA <i>Yucca filifera</i> (Listón azul marino)	169	300		469
JUNCO BLANCO <i>Ceanothus greggii</i> (Listón color azul-verde y azul con amarillo claro)	113	120		233
JUNQUILLO <i>Koeberlinia spinosa</i> (Listón color rosa mexicano)	113	300		413
TASAJILLO <i>Opuntia leptocaulis</i> (Listón color Amarillo claro)	675	180		855
GARAMBULLO <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Listón color verde fuerte-verde limón)	0	400		400
PIRUL <i>Schinus molle</i> (Listón color Amarillo-naranja)	338		339	-1
UÑA DE GATO <i>Mimosa polyantha</i> (Listón color Amarillo limón-guinda)	113	80		193
HUIZACHE <i>Acacia farnesiana</i>	113	200		313
SANGREDRAGO <i>Jatropha dioica</i> (Listón verde oscuro)	956	300		1256
CHAYA <i>Opuntia imbricata</i> (Listón verde limón)	338	90		428
FALSA DAMIANA <i>Chrysactinia mexicana</i>	900		788	112
HIERBA DE LA MULA <i>Eupatorium spinosarum</i> (Listón verde oscuro-amarillo oscuro)	1238		844	394
GRANJENO <i>Celtis pallida</i> (Listón rosa)	225		113	112
RODADORA <i>Salsola tragus</i>	394		281	113
NOPAL CARDÓN <i>Opuntia streptacantha</i> (Listón guinda)	113	820		933
TUNA TAPONA <i>Opuntia robusta</i>	56	300		356
OCOTILLO <i>Fouquieria splendens</i> (Listón morado-amarillo oscuro)	0	80		80
CANDELILLA <i>Euphorbia rosseana</i>	0	500		500
VARA PRIETA <i>Acacia constricta</i> (Listón guinda-amarillo claro)	0	50		50
OREGANO <i>Lippia graveolens</i> (Listón rosa mexicano-amarillo claro)	1406		619	787
ALICOCHE <i>Echinocereus cinerascens</i>	0	60		60
NÚMERO DE INDIVÍDUOS TOTALES	14400	17680	7169	24914
DENSIDAD POR HA	1600	1964		2768

g. Fichas técnicas para las especies que se utilicen en la reforestación de la zona y su propagación:

<p>Agavaceae: <i>Agave atrovirens</i> Karw. Maguey <i>Agave lechuguilla</i> Torrey Lechuguilla <i>Yucca filifera</i> Chabaud Palma china</p>
<p>Descripción: Los magueyes son arbustos con tallos enterrados arrosados y fibrosos con borde espinoso y de forma linear, flores en largos espádices de flores terminales, frutos cápsulas con numerosas semillas. La palma china es un arbolito con tallo largo y fibroso con flores carnosas y color blanco amarillento.</p>
<p>Propagación: Las semillas se remojan y se siembran a una profundidad de dos veces su tamaño y duran dos semanas en germinar. Forma vegetativa de propagación es por división o por producción de hijuelos en la base de las pencas. La palma se reproduce por segmentos de ramas o tronco cortados y dejando unos tres días para la cicatrización y se entierran a manera de estacas, puede usarse enraizador para estimular la producción de raíces.</p>

<p>Asteraceae (Compositae) <i>Chrysactinia mexicana</i> A.Gray Falsa damiana o Hierba de San Nicolás <i>Eupatorium spinosarum</i> A.Gray Hierba de la mula <i>Senecio salignus</i> DC. Jarilla o Azumiate</p>
<p>Son arbustos leñosos y bajos muy ramificados con flores pequeñas agrupadas en un receptáculo plano, con flores diferentes unas en la parte del disco y otras con un solo pétalo grande en la periferia. Las semillas ornamentadas con cerdas pequeñas llamados vilanos. Los frutos son aquenios con una semilla.</p>
<p>Las semillas se separan y se secan sobre una maya y se talla un poco con la maya para eliminar el vilano. La semilla se esparce al boleó y se cubre con una capa delgada de tierra</p>

<p>Anacardiaceae <i>Schinus molle</i> L. Pirul</p>
<p>Árbol de hasta 8 metros de altura, hojas divididas o pinnadas con glándulas de resina esparcidas en ellas. Fruto seco en espigas con flores blancas muy pequeñas y numerosas especie naturalizada en el país.</p>
<p>Las semillas se sumergen en agua a 80° C, se dejan remojando a temperatura ambiente 24 horas.</p>

Cactaceae

***Echinocactus grusonii* Hildm** Biznaga dorada (P endémica NOM 059-SEMARNAT-2001)

***Coryphantha clava* (Pfeiffer) Lem**

***Echinocereus cinerascens* Kelser & Dalton**

***Myrtillocactus geometrizans* (Mart.)** Console Garambullo

***Opuntia imbricata* DC.** Chaya

Opuntia spp Nopal Cardenche

Son plantas crasas o suculentas con tallos sin hojas éstas se modifican a espinas, las flores son de colores llamativos amarillo a rosas y los fruto generalmente son carnosos (tunas) indehiscentes a veces secos, las semillas son numerosas color negro brillante se producen entre noviembre y diciembre.

Se deben despulpar y separar las semillas se ponen a secar al sol o bajo maya sombra por unas horas se almacenan y para germinar requieren tratamiento con agua 24 horas. Los segmentos o cladodios de los nopales se utilizan para reproducción vegetativa cortando las pencas y dejarlas a secar por un día o dos para después enterrarlas a la tercera parte de su tamaño, con el fin de que enraícen.

Euphorbiaceae

***Euphorbia rosseana* Pax (*E. antisiphilitica* Zucc.)** Candelilla

***Jatropha dioica* Moc. & Sessé** Sangredrigo

Son arbustos caducifolios y perennes de tallos suculentos y que produce un jugo lechoso blanco o resinoso sus hojas son pequeñas y las flores también. Se recolecta la semilla de octubre a diciembre. Fruto en forma de cápsula trilobada con tres semillas

La limpieza de la semilla se hace esperando a que maduren las cápsulas y liberen las semillas que quedan en el lienzo o malla, se tamizan y se almacenan hasta 10 meses las semillas deben lijarse para que germinen previo remojo por 24 horas.

Se pueden sembrar por acodos o estacado con enraizador de manera vegetativa

Fabaceae (Leguminosae)

***Acacia constricta* Benth.** Vara prieta

***Acacia farnesiana* (L.) Willd.** Huizache

***Mimosa polyantha* Benth.** Uña de gato

***Prosopis laevigata* (Willd.) Johnston** Mezquite

Son arbustos muy ramificados y con espinas generalmente en ramas, las hojas son divididas o pinnadas con flores en cabezuelas globosas y flores pequeñas. Los frutos son legumbres con varias semillas.

La mayoría requieren tratamiento con ácido sulfúrico y /o agua caliente por varios minutos a 90°C y agua fría por 24 horas.

Fouquieriaceae

***Fouquieria splendens* Henrickson** Ocotillo

Arbusto de ramas erectas y recurvadas con espinas, ramificados desde la base. Flores en la zona terminal de la rama casi todo el año no tienen hojas solo después de la época de lluvias. Semillas aladas en cápsulas blancas que abren de abril a mayo, semillas numerosas.

Se propagan por estacas o por semilla al secarse las cápsulas y liberar la semilla que se recolecta en una malla, se deben remojar 24 horas.

Koeberlinaceae

***Koeberlinia spinosa* Zucc.** Junquillo o Bejuco negro

Arbustos con hojas escamosas muy pequeñas y con el tallo verde y ramas que terminan en espina. Flores pequeñas con frutos en drupas pequeñas.

Despulpas las semillas y secalas a temperatura ambiente. Remojar con agua caliente y después fría 24 horas.

Rhamnaceae

***Ceanothus greggii* S. Watson** Jaboncillo o Junco blanco

Arbustos ramosos y con ramillas terminadas en punta o espina aguda y con hojas pequeñas el fruto es una drupa carnosa y las semillas son cubiertas por valvas duras que liberan al secarse las semillas.

Se despulpan los frutos para extraer las semillas Las semillas son duras y deben lijarse además del agua caliente por 5 minutos. No soportan el trasplante.

Ulmaceae

***Celtis pallida* Torr.** Granjeno

Arbusto con copa amplia y redondeada muy ramificado, flores pequeñas y sin pétalos, fruto una cápsula indehiscente verde con una semilla.

Los frutos se coleccionan manualmente en una manta al sacudirla caen y se secan al sol después se deben macerar para extraer las semillas. Remojar en agua caliente por 5 minutos y antes de plantar remojarlas por 24 horas

ANEXO 3. RESULTADOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Análisis de Suelo

Usuario: M.C. Carlos A. Tavarez Espinoza
Empresa: Ingeniería y Gestión Ambiental de México, S.A. de C.V.
Domicilio: La Pedrera, Guadalcázar, S.L.P.

46

No. Lab			190	191	192	193
ID			Sitio1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 8
	Metodología	NOM 021 REC NAT				
% arena	Bouyoucos	AS-09	30.0	32.0	52.0	26.0
% limo	Bouyoucos	AS-09	44.8	34.8	24.8	42.8
% arcilla	Bouyoucos	AS-09	25.2	33.2	23.2	31.2
Clase textural			Franco	Franco arcilloso	Franco arcillo arenoso	Franco arcilloso
pH	(1:2 Agua)	AS-02	7.23	7.18	7.26	7.33
% M.O.	Walkley y Black	AS-07	2.4	2.9	2.5	2.1
% CCE	Horton y Newson	AS-30	21.5	34.2	31.3	23.7

Observaciones: M.O. (Materia Orgánica)
C.C.E. (Carbonato de calcio equivalente)

Jesús María, Ags. 25 de mayo de 2009

M.C. Liliana Raquel Barba de Alba
Responsable del laboratorio

**ANEXO 4. HOJA DE CÁLCULO PARA PÉRDIA DE EROSIÓN
EN LOTES DE MONITOREO.**

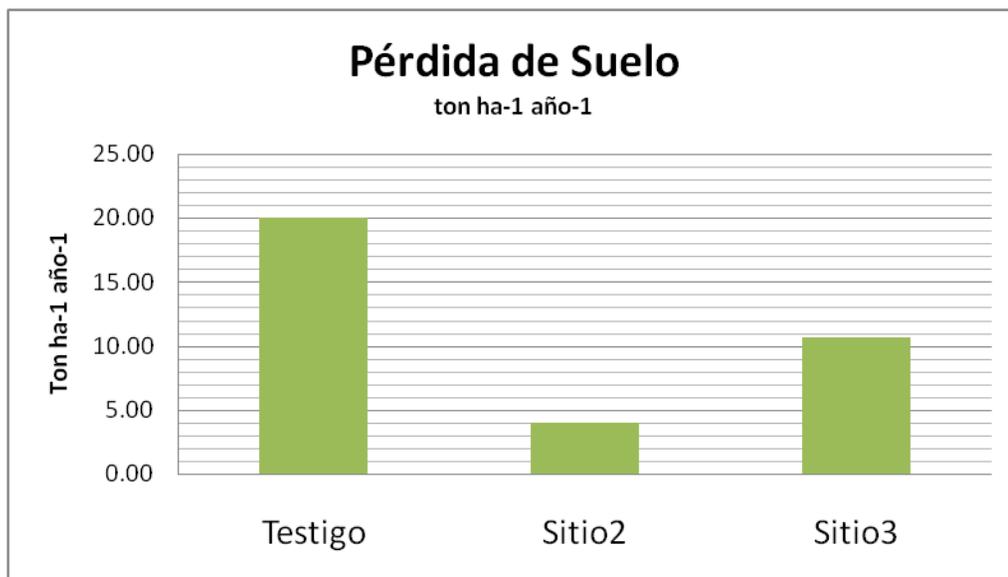
**Hoja de cálculo para pérdida de suelo a partir de la medición de los lotes de monitoreo
en el predio La Pedrera, S.L.P."**

TESTIGO								
Numero de clavo	Lectura medida directa de la superficie a la ficha del clavo en centímetros							Máximo valor
	01/06/2009	01/07/2001	01/08/2009	01/09/2009	01/10/2009	01/11/2009	01/12/2009	
clavo 1	0	2	2					0.002
clavo 2	0	2	2					0.002
clavo 3	0	4	3					480.004
clavo 4	0	1	1					0.001
clavo 5	0	2	2					0.002
clavo 6	0	3	3					0.003
clavo 7	0	0	0					0
clavo 8	0	1	1					0.001
clavo 9	0	0	0					0
Promedio								0.00167
SITIO 2								
Numero de clavo	Lectura medida directa de la superficie a la ficha del clavo en centímetros							Máximo valor
	01/06/2009	01/07/2001	01/08/2009	01/09/2009	01/10/2009	01/11/2009	01/12/2009	
clavo 1	0	0	0					0.000
clavo 2	0	0	0					0.000
clavo 3	0	1	1					0.001
clavo 4	0	0	0					0.000
clavo 5	0	0	0					0.000
clavo 6	0	1	1					0.001
clavo 7	0	1	1					0.001
clavo 8	0	0	0					0.000
clavo 9	0	0	0					0.000
Promedio								0.00033333
SITIO 3								
Numero de clavo	Lectura medida directa de la superficie a la ficha del clavo en centímetros							Máximo valor
	01/06/2009	01/07/2001	01/08/2009	01/09/2009	01/10/2009	01/11/2009	01/12/2009	
clavo1	0	0	0					0
clavo2	0	0	1					0.001
clavo3	0	1	2					0.002
clavo4	0	0	1					0.001
clavo5	0	0	1					0.001
clavo6	0	0	0					0
clavo8	0	2	2					0.002
clavo9	0	0	0					0
Promedio								0.00088889

PÉRDIDA DE SUELO

Sitio	m3	Toneladas	ton ha-1 año-1	ton año-1 en el predio	CONDICIÓN
Testigo	0.083	0.100	20.00	187.8	Pérdida potencial (Ton/año) en el Predio en condiciones sin vegetación
Sitio2	0.017	0.020	4.00	37.6	Pérdida Permisible (Ton/año) en el Predio en condiciones de abundante vegetación
Sitio3	0.044	0.053	10.67	100.2	Pérdida Tolerable (Ton/año) en el predio en condiciones naturales

49



5. Bibliografía consultada:

Ackerman A. y col., 1983, 1987,1991. Las Gramineas de México. Tomos (I-IV). COTECOCA SARH. México.

Arreguín S.M.L., Cabrera L.G., Fernández N.R., Orozco L.C. Rodríguez C.B., Yañez B.M.,1997. Introducción a la Flora deL Estado de Querétaro. CONACyT Querétaro, I.P.N. y UACH. 361 pp.

Aurelio G. B.y R. Vega A. 1989. Malezas del valle de Culiacán SEP- .Universidad Autónoma de Sinaloa.

Calderón G. de Rzedowski y J. Rzedowski .2001. Flora fanerogámica del Valle de México Instituto de Ecología A.C. y CONABIO.1406p

Espejo, S.A. & A.R. López F.1993. Las Monocotiledóneas Mexicanas una Sinópsis Florística 1.- Lista de Referencia Parte 1.Agavaceae, Alismaceae, Alliaceae, Alstroemeriaceae y Amaryllidaceae. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

Estrada, C. A.E. & J.S. Marroquín de la Fuente. 1992. Leguminosas en el Centro-Sur de Nuevo León. Reporte científico Número Especial 10 . Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L.

Marroquín J.S, G. Borja L., R. Velázquez C. y J. Angel de la Cruz C..1981. Estudio Ecológico de las zonas áridas del Norte de México. Publicación especial no. 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SFF. Febrero.166 pp

Reyes S.J., C. Brachet L. J. Pérez Crisanto y A. Gutiérrez de la R..2004. Cactáceas y otras plantas nativas de la Cañada Cuicatlán Oaxaca. Editores Sociedad Mexicana de Cactología A.C., Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Biología UNAM y Cuicatlan A.C. 156 pp.

Rzedowski, J. & R. McVaugh.1966. La Vegetación de Nueva Galicia . Contributions from the University of Michigan Herbarium. Vol. 9 No. 1 pp 1 -123-28 fig. In text,map. University of Michigan Ann Arbor, Michigan.

Terrones R. T. Del R., C. González S. y S.A. Ríos R..2004. Arbustivas Nativas de uso Múltiple en Guanajuato. Libro técnico No. 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Septiembre.213 pp.

Zamudio, R.S., J. Rzedowski, E. Carranza G. & G. C. de Rzedowski.1992. La Vegetación en el Estado de Querétaro. CONCYTEQ y Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío.