

Informe final* del Proyecto FQ015
Restauración ecológica del área afectada por incendio forestal en el predio "El Taray",
Municipio de Arteaga, Coahuila

Responsable: M en C. Carlos Arturo Tavarez Espinosa
Institución: Consultores Asociados en Manejo de Ecosistemas Forestales SC
Dirección: Los Perales M-D, L-9, Sector Popular, Texcoco, Mex, 56269, México
Correo electrónico: tavsuelos@yahoo.com.mx
Teléfono/Fax: 01449-9749311
Fecha de inicio: Noviembre 30, 2007
Fecha de término: Diciembre 2, 2010
Principales resultados: Informe final y fotografías.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Tavarez Espinosa, C. A. 2010. Restauración ecológica del área afectada por incendio forestal en el predio "El Taray", Municipio de Arteaga, Coahuila. Consultores Asociados en Manejo de Ecosistemas Forestales S.C. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. FQ015.** México D. F.

Resumen:

El predio del santuario "El Taray" ubicado en la Sierra de Arteaga en Coahuila fue severamente afectado por un incendio forestal ocurrido en marzo de 2006. La importancia de este predio radica en la diversidad biológica, como sitio de anidación de la cotorra serrana oriental, especie rara y en peligro de extinción, albergando hasta antes del incendio al 25% de las parejas anidantes en la región; sin embargo la severidad del siniestro supone una difícil, sino imposible, restitución natural del hábitat de esta especie en el corto tiempo. Ante esta situación, el presente proyecto plantea la intervención con técnicas y métodos multidisciplinarios de restauración ecológica con los que se logren recuperar las poblaciones de la cotorra serrana oriental.

Las acciones previstas durante la vida del proyecto son: la reposición de la masa forestal mediante reforestación de 100 Ha, introduciendo para ello, individuos de igual especie que se encontraban antes del incendio. Para asegurar el éxito de la reforestación, se prevé un sistema de terrazas forestales, las cuales son sistemas eficientes de restauración de suelos. Como acciones complementarias, en las áreas más degradadas, con formación de cárcavas, se utilizará el producto del saneamiento forestal (material incendiado muerto) para la construcción de presas de morillos para la regulación del flujo hídrico; así como con pequeñas obras accesorias, en este caso, canales de desviación para prevenir los daños del arrastre del suelo por el escurrimiento superficial en caminos, brechas, taludes, cárcavas y en un sitio específico de derrubio sobre ladera; zanjas bordo que son obras diseñadas para el incremento de la infiltración del agua en el sitio y sistemas de captación de agua de lluvia para el riego de auxilio a la reforestación.

-
- * 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.



CONSULTORES ASOCIADOS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS FORESTALES, S. C.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

PROYECTO FQ015

**Restauración ecológica del área afectada por incendio forestal en
el Predio “El Taray”, Municipio de Arteaga, Coahuila**

INFORME FINAL



TEXCOCO, EDO. DE MÉX., OCTUBRE DE 2010



CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RESUMEN DEL PROYECTO | 1 |
| 1. ANTECEDENTES | 2 |
| 1.1. La cotorra serrana oriental | 2 |
| 1.2. Predio El Taray | 5 |
| 1.3. Caracterización del área de estudio | 7 |
| 1.4. Incendio forestal del predio | 13 |
| 1.5. Efectos de los incendios forestales | 14 |
| 1.6. Restauración de zonas forestales afectadas por incendios..... | 16 |
| 2. OBJETIVOS..... | 17 |
| 3. ZONA DE TRABAJO..... | 17 |
| 4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS | 20 |
| 4.1 Programa Integral contra incendios forestales..... | 20 |
| 4.2. Programa de manejo simplificado para aprovechamiento maderable | 21 |
| 4.3. Supervisión del aprovechamiento de arbolado muerto..... | 24 |
| 4.4. Restauración ecológica | 25 |
| A1. Terraza forestal | 26 |
| C 1. Presas de morillos | 33 |
| C2. Cabeceo de cárcavas | 35 |
| D1.Canales de desviación..... | 38 |
| D2. Obras transversales en sitio de derrubio. | 40 |
| D3. Barreras de morillo y material muerto (Concepto nuevo)..... | 41 |
| E1. Sistema Zanja- Bordo (Zanja Trinchera) | 45 |
| 4.5. Mantenimiento, reposición y riegos. | 48 |
| 5. RESULTADOS Y PRODUCTOS | 51 |
| 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 52 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| Anexo Fotográfico..... | 55 |
| Evaluación de la sobrevivencia..... | 68 |



RELACIÓN DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Especies de fauna presentes en el predio El Taray en la NOM-059-SEMARNAT 2001. | 12 |
| Cuadro2. Cuadro de construcción del polígono a restaurar (100 ha), dentro del predio El Taray, municipio de Arteaga, Coahuila..... | 18 |

RELACIÓN DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Vista del área quemada en el predio El Taray..... | 1 |
| Figura 2. Cotorra serrana oriental (<i>Rhynchopsitta terrisi</i>) | 2 |
| Figura 3. Cotorra serrana oriental (<i>Rhynchopsitta terrisi</i>) | 4 |
| Figura 4. Panorámica de los riscos donde anida la cotorra serrana oriental..... | 6 |
| Figura 5. Climas presentes en el área de estudio..... | 7 |
| Figura 6. Estaciones climatológicas cercanas al predio El Taray..... | 8 |
| Figura 7. Comportamiento mensual de la temperatura y la precipitación en la Estación Ciénega de la Purísima | 8 |
| Figura 8. Plano edafológico del predio El Taray | 9 |
| Figura 9. Plano hdrológico del predio El Taray | 10 |
| Figura 10. Regionalización hidrológica en el área de estudio..... | 11 |
| Figura 11. Ejemplares vivos de <i>Pinus pseudostrobus</i> (derecha) mezclados con <i>P. cembroides</i> (izquierda) en la parte sur de “El Taray” | 12 |
| Figura 12. El incendio forestal El Taray en Coahuila | 13 |
| Figura 13. Panorámica del predio después del incendio. | 13 |
| Figura 14. Imágenes del predio El Taray después del incendio. | 14 |
| Figura 15. Localización del Predio “El Taray” Municipio de Arteaga, Coah..... | 18 |
| Figura 16. Área de restauración ecológica del proyecto corresponden a 100 ha. | 19 |
| Figura 17. Programa de atención integral contra incendios forestales y alcances de la propuesta..... | 20 |
| Figura 18. Ubicación de los sitios de muestreo durante el estudio dasonómico del Programa de Manejo Simplificado | 22 |
| Figura 19. Trabajos de campo para a elaboración del Programa de manejo Simplificado para el aprovechamiento maderable en El Taray..... | 23 |
| Figura 20. Utilización de material quemado como material para la protección del suelo y control de escurrimientos..... | 24 |
| Figura 21. Detalles de diseño terraza forestal..... | 27 |
| Figura 22. Construcción de terrazas forestales, aplicación de composta y mantenimiento. 28 | |
| Figura 23. Técnica de plantación empleada | 31 |
| Figura 24. Desarrollo de los arbolitos plantados | 32 |
| Figura 25. Diseño de presa de morillos. | 33 |
| Figura 26. Construcción de las presas de morillos. | 34 |
| Figura 27. Cabeceo de cárcavas a base de morillos | 36 |



| | |
|--|----|
| Figura 28. Localización de las obras de Tratamiento de regulación del flujo hídrico. | 37 |
| Figura 29. Diseño de un canal de desviación. | 38 |
| Figura 30. Obras transversales en sitios de derrubio: terrazas sucesivas a base de barreras de morillos..... | 40 |
| Figura 31. Barreras de morillos y material muerto..... | 42 |
| Figura 32. Construcción de Barreras de morillos y material muerto..... | 43 |
| Figura 33. Localización de las obras de Tratamiento de derivación del flujo hídrico. | 44 |
| Figura 34. Diseño de sistema Zanja-trinchera..... | 46 |
| Figura 35 Construcción del sistema Zanja-trinchera..... | 46 |
| Figura 36. Localización de las obras de Tratamiento para el incremento a la infiltración... | 47 |
| Figura 37. Actividades de mantenimiento de la plantación | 50 |

RESUMEN DEL PROYECTO

El predio del santuario “El Taray” ubicado en la Sierra de Arteaga en Coahuila fue severamente afectado por un incendio forestal ocurrido en marzo de 2006 (Figura 1). La importancia de este predio radica en la diversidad biológica, como sitio de anidación de la cotorra serrana oriental, especie rara y en peligro de extinción, albergando hasta antes del incendio al 25% de las parejas anidantes en la región (ITESM, 1998); sin embargo la severidad del siniestro supone una difícil restitución natural del hábitat de esta especie en el corto tiempo.



Figura 1. Vista del área quemada en el predio El Taray

Ante esta situación, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Museo de las Aves del México implementó un proyecto de restauración ecológica para la recuperación del hábitat de poblaciones de la cotorra serrana oriental.

Las acciones implementadas durante el proyecto fueron: la reposición de la masa forestal mediante reforestación de 100 ha, introduciendo para ello, individuos de las mismas especies que se encontraban antes del incendio (*Pinus cembroides*). Para asegurar el éxito de la reforestación, se plantaron sobre un sistema de terraza forestal individual, como medida de restauración de suelos. Como acciones complementarias, en las áreas con formación de cárcavas, se dio un tratamiento de flujo hídrico mediante la construcción de presas de morillos y cabeceo de cárcavas empleando para ello el arbolado muerto por el incendio; así como con pequeñas obras accesorias, en este caso, canales de desviación, zanjas bordo y barreras de morillo para prevenir los daños del arrastre del suelo por el escurrimiento superficial en caminos, brechas, taludes, cárcavas; y en un sitio donde se localiza un derrubio.

1. ANTECEDENTES

1.1. La cotorra serrana oriental ¹

Los psitácidos (familia de los loros, pericos, guacamayas y cotorros) son un grupo de aves amenazado a nivel mundial y México no es una excepción. En el país se cuenta con dos especies residentes de cotorra del género *Rhynchopsitta*, la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), y la cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*), también conocidas como guacamayas enanas, son especies endémicas de los bosques templados del norte del país.

La cotorra serrana oriental habita exclusivamente en la Sierra Madre Oriental de México, se encuentra en una pequeña franja montañosa de aproximadamente 300 km, la cual se extiende desde el suroeste de Monterrey en Nuevo León, hasta la Reserva de la Biósfera El Cielo, en Tamaulipas.



Figura 2. Cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*)

Foto: ITESM. Centro de Calidad Ambiental

Status

La cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*) está catalogada en peligro de extinción en la NOM-059- SEMARNAT- 2001 (Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo); así mismo por BirdLife International, el Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica; el CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especie de la Fauna Salvaje y de la Flora en Peligro) la tiene listada en su Apéndice I.

¹ Los antecedentes respecto a los Pistacidos en México fue obtenida de: *Erkelin H. E.. 1998. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (Rhynchopsitta terrisi y R.pachyrhyncha) en el Norte de México: 2a fase.* Reporte final del proyecto K016 que presenta a la CONABIO. Centro de Calidad Ambiental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.



El conteo de individuos se ha realizado con diferentes metodologías, lo que hace difícil de comparar cuantitativamente. No obstante los datos proporcionados en el informe del proyecto hace referencia al conteo realizado en 1972 por Lanning y Lawson, quienes estimaron una población total de sólo 2 a 4 mil individuos, cifra que actualmente representa el total estimado más confiable para la especie.

Alimentación

La vegetación dominante en donde se encuentran las cotorras son los bosques de pino (con especies como *Pinus culminicola*, *P. ayacahuite*, *P. rudis*, *P. teocote*, *P. hartwegii*, *P. cembroides*), bosques de oyamel (compuesto principalmente de *Abies* y *Pseudotsuga*), bosques de pino-encino o de encino-pino, bosques de encino (*Quercus*), y comunidades de agave (*Agave macroculnis*). Las cotorras se alimentan principalmente de semillas en las piñas de varias especies de pino y de encino, y en menor grado de bellotas, brotes de coníferas, y ocasionalmente de néctar de algunas flores de agave.

En el proyecto de conservación citado, se pudo comprobar la alimentación de tierra (bancos de arcilla), situación en debate, pero con una posible asociación de la necesidad de nutrientes minerales o a la necesidad de una desintoxicación de químicos dañinos presentes en la dieta.

Anidación

La cotorra tiende a anidar en los mismos lugares año tras año en cavidades y grietas en riscos altos de piedra caliza. Algunos de los riscos alcanzan alturas superiores a los 100 metros y se sitúan a lo largo de la Sierra Madre entre Nuevo León y Coahuila. La época reproductora comienza en julio, y sus jóvenes generalmente dejan el nido hasta octubre o noviembre, casi cinco meses más tarde que cualquier otra especie de ave reproductiva en la región. Este desfaseamiento se debe a que las cotorras aprovechan el pico de producción de semillas de pino, el cual va de septiembre a noviembre, para alimentar a los pollos.

Migración

Las cotorras presentan movimientos migratorios anuales dentro de su rango de distribución. Durante la época reproductora, se localizan en la región más norteña (Nuevo León y Coahuila) mientras que en el invierno viajan hacia el sur con el fin de evitar las condiciones ambientales adversas, como el frío y la escasez de alimento, encontrándose en Nuevo León, Tamaulipas, San Luís Potosí y Querétaro.

Depredación

Mucha de la biología de *R. terrisi* parece explicarse como respuesta a las presiones de depredación. Sus tendencias altamente sociales y fuerte capacidad de vuelo pueden haberse producido por las amenazas que representan sus enemigos aéreos como el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el gavilán azor (*Accipiter gentilis*) y el aguililla colirrufa (*Buteo jamaicensis*). Otros enemigos naturales son el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y el coatí (*Nasua narica*), los cuales representan amenazas a los nidos en los riscos más accesibles.

Presiones que enfrenta

Las amenazas principales para la cotorra serrana oriental por parte del hombre son los cambios en el hábitat, sobre todo aquellos causados por incendios. Un gran número de fragmentos de bosque de pino del área han sido quemados en las últimas décadas, y a diferencia de los bosques de pinos de otras regiones, éstos han mostrado una regeneración muy pobre después de tales presiones, esto se debe probablemente a lo delgado de la capa del suelo y a la escasez de lluvias en la región. Muchas de las áreas que se han incendiado son ahora regiones de chaparrales con poco valor para estas aves.

No se tiene conocimiento de que la cotorra serrana oriental esté sujeta a presiones considerables de cacería o captura, aunque se pudieran desarrollar en el futuro. La mayor parte de las regiones del rango conocido de la especie, permanecen aun con una densa cubierta forestal, en pendientes pronunciadas, y en las crestas de riscos de caliza. La explotación forestal en el área parece mantenerse a niveles bajos y no representa una presión mayor en el corto plazo, ya que muchos de los bosques están en pendientes pronunciadas y de difícil acceso. Sin embargo, la degradación que se ocasiona al bosque con el aclareo para agricultura es un proceso continuo que puede seguir ocurriendo y causar mayores efectos.



Figura 3. Cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*)

Foto: birdpicsandmore.com



1.2. Predio El Taray

Uno de los logros más significativos del proyecto de conservación fue la creación en 1995 de una reserva que incluye el risco de anidación más importante hasta ahora conocido para la cotorra serrana oriental: el Santuario "El Taray", ubicado en la Sierra de Arteaga, Coahuila².

Esta zona ha sido identificada como una de las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad de México. La adquisición del terreno fue posible gracias a las contribuciones del Fondo para la Biodiversidad a sugerencia de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de México, la Sociedad Zoológica de San Diego, y el Fish and Wildlife Service de E.U. La meta principal de la reserva es la protección del hábitat, educación, investigación y ecoturismo, y aunque oficialmente el terreno es propiedad del Fondo para la Biodiversidad, es administrado por el Museo de las Aves de Saltillo, Coahuila.

La misión de la Reserva es preservar el sitio de anidación más importante conocido para la Cotorra Serrana Oriental (*Rhynchopsitta terrisi*), y promover la conservación y el desarrollo sostenible del sitio ubicado en la Sierra Madre Oriental.

Se sabe que El Taray, albergó cerca de 120 parejas en 1997. Este sitio representa prácticamente el centro del rango reproductivo de las cotorras serranas y ha sido el risco de anidación más activo consistentemente en los últimos años. Se presume que mucho del valor que representa El Taray se debe a su cercanía con La Viga, ya que además alberga a otras especies silvestres de interés, como el búho manchado (*Strix occidentalis*), el tecolotito serrano (*Glaucidium gnoma*), y el tecolote bigotudo (*Otus trichopsis*), quienes también habitan el bosque de pino, la coa (*Trogon elegans*), el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) y la codorniz ocelada (*Cyrtonyx montezumae*). La principal especie de conífera dentro de la reserva es el Piñonero (*Pinus cembroides*) y el Pino Montezuma (*Pinus montezumae*) y en el sotobosque se incluye una diversidad de orquídeas y otras especies leñosas que solamente han sufrido un ligero pastoreo en los últimos años. Por otro lado, las diversas atracciones biológicas y escénicas de la reserva El Taray y sus alrededores le confieren un potencial importante en educación para la conservación dada la existencia de una serie de maravillas naturales que pueden ser utilizadas para concientizar a la gente acerca de la importancia de la conservación del lugar. Entre ellas podemos citar el espectáculo de aves, la migración masiva de mariposas monarca (*Danaus plexippus*) durante el otoño, así como la colonia del perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*) que habita en el área. Se pretende que El Taray sea un escaparate para el manejo sostenible de la tierra en esta región.

² DOF 12 de julio de 2005. Decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de Santuario, la zona conocida como El Taray, con una superficie de 35 hectáreas (treinta y cinco hectáreas) localizada en el municipio de Arteaga, en el Estado de Coahuila.



Actualmente se lleva a cabo en coordinación con el Museo de las Aves de México (MAM), quienes administran el Santuario El Taray, la construcción de una estación biológica en la reserva, así como la implementación de otras actividades de conservación con financiamiento del Fondo Mexicano para la Conservación y se está elaborando un plan estratégico a 20 años para el financiamiento, educación y difusión, investigación, manejo y conservación dado que las actividades de las aves en colonias proporcionan uno de los espectáculos de fauna silvestre más impresionantes de Norteamérica, mismos que pueden ser utilizados para beneficio tanto de la especie como de las comunidades locales a través del ecoturismo.

El predio el Taray comparte el sitio anidación de la cotorra serrana oriental con el predio “Los Condominios” el cual se encuentra dentro de la poligonal del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Figura 4). Dicho parque cuenta con programa de manejo³, en el cual establece componentes de acción relativos a la recuperación de especies prioritarias con objetivos y metas para recuperar las poblaciones de especies de interés por su categoría de riesgo mediante estrategias de manejo.



Figura 4. Panorámica de los riscos donde anida la cotorra serrana oriental

³ Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas. 2007. Programa de conservación y manejo del Parque Cumbres de Monterrey. México.

1.3. Caracterización del área de estudio

Clima

El predio El Taray, al ubicarse en la Sierra de Arteaga, presenta variaciones en sus condiciones fisiográficas. Existe una transición de climas, que van del semiseco templado en las partes bajas, al templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año en las partes altas de la sierra.



Figura 5. Climas presentes en el área de estudio

Adaptado de mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa

La temperatura media anual oscila entre los 12° C en las partes altas hasta los 14° C en las partes bajas de lomeríos. En cuanto a la precipitación, se reporta en el área de estudio un total anual de 400 a 500 mm, concentrándose en los meses de junio a septiembre; mientras que las heladas se llegan a presentar en los meses de noviembre a febrero. (INEGI, 2008).

Para observar el comportamiento mensual de la temperatura media y la precipitación media, se consultaron las normales climatológicas de las estaciones más próximas al predio y se eligió la Estación 00005149 Ciénega de la Purísima, localizada a poco más de 4 kilómetros al oeste del predio El Taray, a una altura de 2,420 msnm.

Geología

El área de estudio se ubica en la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Esta provincia se caracteriza por sus estructuras geológicas que han dado lugar a la formación de valles y sierras, cuyas orientaciones predominantes son noreste-sureste y este-oeste. Existe un gran número de fallas normales e inversas, así como de pliegues anticlinales y sinclinales que siguen la orientación de las sierras (INEGI, 2008).



Figura 6. Estaciones climatológicas cercanas al predio El Taray.

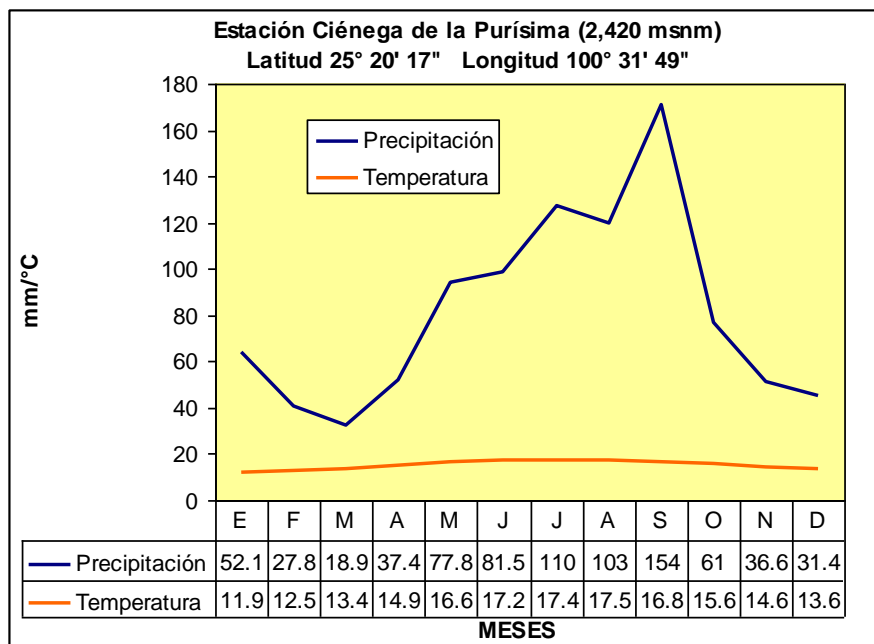


Figura 7. Comportamiento mensual de la temperatura y la precipitación en la Estación Ciénega de la Purísima

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional 1971-2000

El predio está constituido en su mayor parte por rocas de origen sedimentario. Las más típicas de ellas son las calizas del Mesozoico. Estas rocas han sido afectadas por intensos plegamientos, así como afallamientos e intrusiones relacionadas a ellos. La presencia de



grandes peñas al norte del predio delimita una zona de calizas en pendientes muy fuertes, hacia el centro se presentan brechas sedimentarias, mientras que en las porciones más al sur predominan las rocas del tipo caliza-lutita; ver Anexo IV.

Suelos

Los suelos que predominan en la zona se derivan del material geológico que se ha descrito anteriormente, principalmente litosoles.

Los tipos de suelo en el predio bajo estudio corresponden a litosoles con clase textural media y una profundidad promedio de 10 a 20 cm, estos dominan en la parte norte del predio, en asociación con rendzinas, suelos ricos en calcio y con una capa de humus afectada por los incendios forestales.

Por el contrario, la porción sur del predio está dominada por las rendzinas, asociadas con regosoles calcáricos (suelos que presentan únicamente dos horizontes A y C con un contenido en carbonato cálcico generalmente superior al 50%) y litosoles. En menor proporción se observan algunas zonas de luvisoles crómicos, de texturas finas, que se observan sobre derrubios.

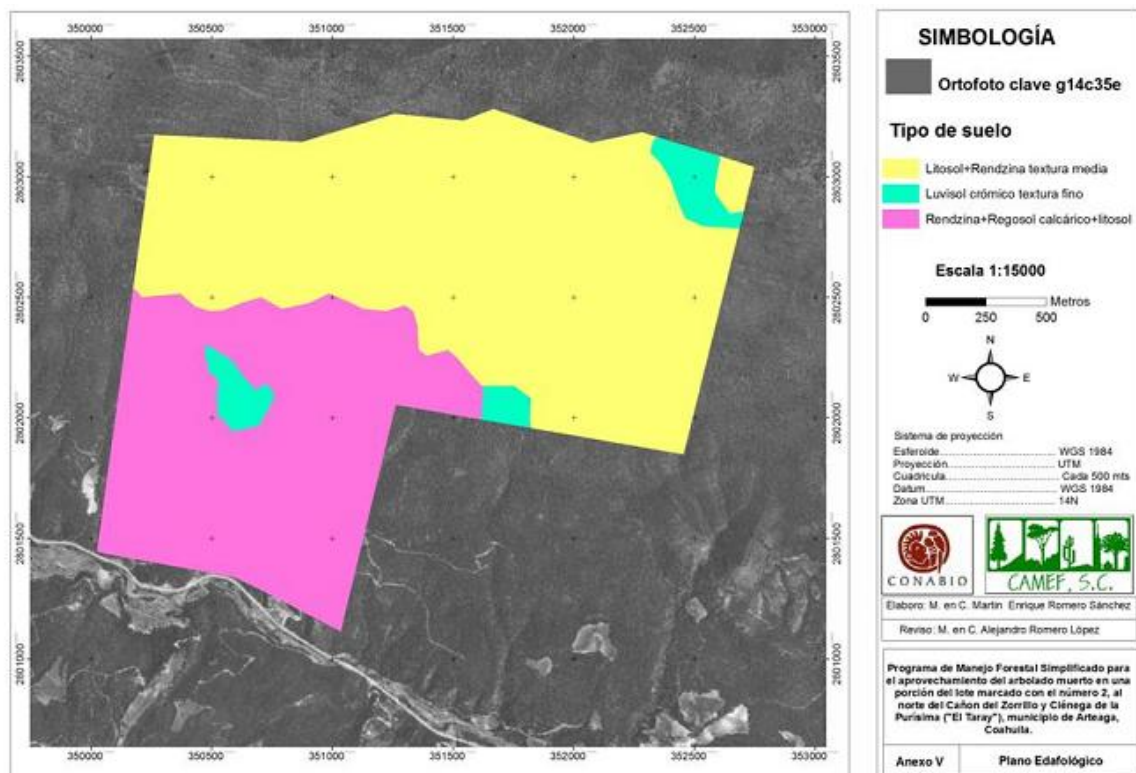


Figura 8. Plano edafológico del predio El Taray

Topografía

El predio se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, como ya se había establecido; El Taray, al encontrarse en una formación serrana, posee una topografía accidentada hacia el norte del predio, mientras que en el sur adopta una forma de lomeríos con pendientes medias a fuertes, las altitudes son variables, que van de 2,170 al sur del predio a más de 3,000 metros en la cima de los riscos, al norte del predio.

Hidrología

El Taray se ubica dentro de la Región Hidrológica No. 37 El Salado, De todas las regiones hidrológicas comprendidas dentro del estado de Coahuila, ésta es la que menor área ocupa. Es, sin embargo, una de las vertientes interiores más importantes del país. Está integrada por un conjunto hidrográfico de cuencas cerradas de muy diferentes dimensiones. Específicamente, el predio forma parte de la Cuenca Sierra Madre Oriental (37A). Los escurrimientos en la cuenca son del orden de 10 a 20 mm anuales (INEGI, 2008).

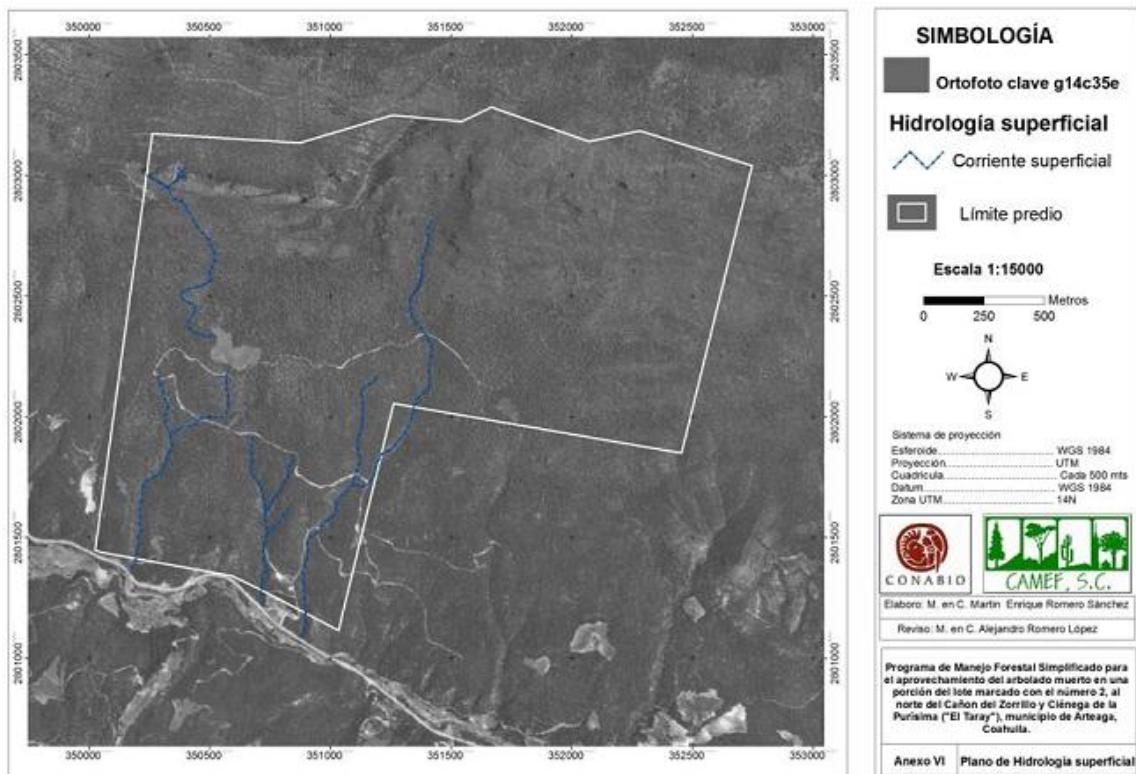


Figura 9. Plano hdrológico del predio El Taray



Figura 10. Regionalización hidrológica en el área de estudio
Adaptado de mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa

Las escasas corrientes y las bajas precipitaciones, hacen que en esta región no existan obras de almacenamiento de importancia.

Vegetación

La vegetación que se presenta en la zona de estudio corresponde en su mayor parte a bosque de pino en asociación con matorral de coníferas (*Juniperus*) y de hojosas (*Quercus* y *Arbutus*) en menor proporción con pastizal natural. De acuerdo con Rzedowski (1978) se puede definir como un bosque de *Pinus cembroides*, de tamaño bajo y abierto, más o menos bien definidos, que se encuentra en la zona de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de montañas más húmedas, donde se mezclan con individuos de *Juniperus*, *Quercus* y otros arbustos, que en algunos casos llegan a ser dominantes, así como con otros elementos fisionómicamente llamativos como *Agave*, *Yucca* y *Dasylyrion*.

La principal especie de conífera dentro del predio es el Piñonero (*Pinus cembroides*) y el ocote (*Pinus pseudostrobus*), y en el sotobosque se incluye una diversidad de hierbas y otras especies leñosas que solamente han sufrido un ligero pastoreo en los últimos años y comunidades de agave (*Agave macroculnis*).

Fauna

Este sitio representa prácticamente el centro del rango reproductivo de las cotorras serranas y ha sido el risco de anidación más activo consistentemente en los últimos años. El Taray albergaba cerca de 120 parejas de cotorra serrana oriental en 1997. Se presume que mucho del valor que representa El Taray se debe a su cercanía con La Viga, ya que además alberga a otras especies silvestres de interés, como el búho manchado (*Strix occidentalis*), el

tecolotito serrano (*Glaucidium gnoma*), y el tecolote bigotudo (*Otus trichopsis*), quienes también habitan el bosque de pino, la coa (*Trogon elegans*), el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) y la codorniz ocelada (*Cyrtonyx montezumae*).



Figura 11. Ejemplares vivos de *Pinus pseudostrobus* (derecha) mezclados con *P. cembroides* (izquierda) en la parte sur de “El Taray”

El predio el Taray comparte el sitio anidación de la cotorra serrana oriental con el predio “Los Condominios” el cual se encuentra dentro de la poligonal del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. El Parque Nacional cuenta con programa de manejo, en el cual establece componentes de acción relativos a la recuperación de especies prioritarias con objetivos y metas para recuperar las poblaciones de especies de interés por su categoría de riesgo mediante estrategias de manejo (CONANP, 2007).

Cuadro 1. Especies de fauna presentes en el predio El Taray en la NOM-059-SEMARNAT 2001.

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Categoría ⁽¹⁾ |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Aves | | | |
| Psittacidae | <i>Rhynchopsitta terrisi</i> | Cotorra serrana oriental | A, endémica |
| Strigidae | <i>Strix occidentalis</i> | Búho manchado | A, no endémica |
| Turdidae | <i>Myadestes occidentalis</i> | Clarín Jilguero | Pr, no endémica |
| Odontophoridae | <i>Cyrtonyx montezumae</i> | Codorniz ocelada | Pr, no endémica |
| Falconidae | <i>Falco peregrinus</i> | Halcón peregrino | Pr, no endémica |
| Accipitridae | <i>Accipiter gentilis</i> | Gavilán azor | A, no endémica |

⁽¹⁾ P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial

1.4. Incendio forestal del predio

Como se ha mencionado, parte de las amenazas al hábitat de la cotorróna serrana oriental son los incendios. El predio y la región han sido testigos de incendios que han afectado superficies considerables en las últimas décadas; sin embargo el de consecuencias devastadoras de los últimos cinco años fue el ocurrido el 15 de febrero de 2006, así lo señaló Sergio Robles, director general de Protección Civil de Coahuila en entrevista para un diario de circulación nacional⁴.

El incendio según la fuente, consumió al menos 200 hectáreas de bosque que se originó a causa probable por una fogata en la sierra de Arteaga, cerca del poblado El Taray, unos 40 kilómetros al oriente de Saltillo. La evaluación de la CONAFOR (2006) indica que el daño ocurrió en 277 ha de las 327 ha del predio del Santuario (Figuras 12 y 13).

En el diagnóstico de campo realizado por el grupo del Programa de Recursos Forestales del Centro de Calidad Ambiental del ITESM, se evaluaron los daños del último incendio. Se cuantificaron 311 ha dañadas, de las cuales:

- 8.6 ha presentaron daño parcial que no requieren actividades de restauración, ya que se espera que ésta área se recupere con el rebrote vegetativo de algunas especies arbóreas y regeneración natural de pinos;
- 303.2 ha en donde se presentó incendio de copa, afectando de forma severa el total de arbolado presente, así como la capa de hojarasca y humus del suelo.

Por lo que concluyen que es en esta última área donde se requiere llevar a cabo, actividades de restauración de suelos y reforestación con especies nativas.



Figura 12. El incendio forestal El Taray en Coahuila

Foto: Miguel Ángel Reyna. La Jornada 1702-2007



Figura 13. Panorámica del predio después del incendio.

Foto: N/D. CONABIO para el proyecto.

⁴ La Jornada. 16 de febrero de 2006. Leopoldo Ramos y David Carrizales, Corresponsales

1.5. Efectos de los incendios forestales

El fuego es un componente regulador de los ecosistemas forestales, sin embargo se convierte en un problema cuando la frecuencia e intensidad se incrementa por la intervención humana (Figura 14). Esta realidad ha llevado a establecer estrategias e invertir recursos económicos, materiales y humanos para tratar de reducir al mínimo posible los efectos de los incendios forestales (CONAFOR, 2007).



Figura 14. Imágenes del predio El Taray después del incendio.

Son varios los efectos adversos a los ecosistemas después de un incendio, entre ellos:

- Se pierde la madera que pudo comercializarse. Situación que impacta directamente en la economía de los propietarios.
- Se generan pérdidas de los productos no maderables. Los cuales sostienen muchas veces la economía familiar (resinas, látex, fibras, epifitas y otras).



- Se incrementa la erosión de suelos por agentes del viento y la lluvia. El proceso se inicia por la devastación de la cubierta vegetal por el fuego, denudando al suelo, aumentando el escurrimiento superficial y disminuyendo la infiltración.
- Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos se ven profundamente modificadas. Por efecto de la erosión, se pierde la capa de mantillo orgánico y la capa superficial, normalmente con más materia orgánica, mayor contenido de nutrientes, de mejor estructura, porosidad y permeabilidad; por lo que quedan expuestas las capas de material duro continuo o la roca madre, con menor materia orgánica y nutrientes, menor porosidad, actividad biológica y de menor infiltración.
- Destrucción del hábitat de la fauna silvestre. Muchos animales quedan atrapados por el fuego, transforma las condiciones del entorno, destruye los propios sitios de anidación y de refugio, existe una mayor exposición a depredadores y en general se rompe con las cadenas alimenticias y genera desorden en las poblaciones.
- La dinámica hidrológica de un bosque conservado, caracterizado por una regulación de los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos se ve profundamente transformada a un área desprovista de vegetación en donde los eventos de escurrimientos superficiales dominan, presentándose en avenidas súbitas, no controladas y con alta concentración de azolves (derrubios y flujos de lodo).
- Fuera del sitio, en las partes bajas se también se sufre de los efectos del incendio. La carga de sedimentos de ríos, arroyos y canales ocasiona grandes pérdidas económicas a la infraestructura hidráulica.
- El microclima se ve afectado por la remoción de las plantas que generaban oxígeno.
- Debido a las altas temperaturas alcanzadas durante el evento del incendio, la microflora y microfauna del suelo son eliminados, eliminando con ello la capacidad de transformar la materia orgánica en humus y disminuyendo la disponibilidad de nutrientes de transformación orgánica a las plantas.
- Las masas forestales se hacen más propensas a plagas y enfermedades. Los pocos individuos que quedan después de un incendio son objetivo fácil de plagas.
- Se reduce la belleza escénica y su valor recreativo. Después del incendio el panorama es desolador sin atractivo visual y se pierde por completo la sensación de bienestar del contacto con la naturaleza.
- Normalmente los costos de protección ambiental cambian por altísimos costos de restauración ecológica.



- Se pierde el hábitat de la fauna silvestre, se rompe la cadena alimenticia y existe emigración de especies.

Otros efectos son:

- Se daña el renuevo
- Favorece la invasión de especies indeseables
- Se pone en riesgo la riqueza genética
- Se generan riesgos al personal combatiente
- Se pierde la inversión aplicada a las reforestaciones.
- Se agudiza el calentamiento atmosférico.

1.6. Restauración de zonas forestales afectadas por incendios

En el capítulo anterior se ha expuesto los efectos que causa un incendio sobre los ecosistemas, el cual se puede resumir en una ruptura del equilibrio natural. Ante un evento de incendio severo, la regeneración del medio natural puede ocurrir en periodos de tiempo muy largo, o en algunos ambientes, simplemente la regeneración natural no se presenta.

Después de un incendio se genera una serie de procesos en cadena iniciando con la pérdida de suelo por efecto de la erosión (muchas veces en los primeros eventos de lluvia); se favorecen las condiciones para una sucesión de vegetación secundaria dominada por especies indeseables; la dinámica hidrológica queda representada sólo por escurrimientos superficiales y la fauna emigra o se pierde.

Ante este tipo de situaciones, muy similar a la que enfrentó el predio El Taray y motivo de este proyecto, la intervención humana para la regeneración de los elementos del ambiente perdidos se hace no sólo necesaria, sino indispensable.

De acuerdo a lo descrito y en concordancia con estudiosos en el tema, la restauración ecológica de sitios incendiados debe iniciar con la restauración de suelo, que sirve de sustrato, ancla y medio de nutrición a la revegetación que deberá inducirse, con obras de restauración, de control de la velocidad del escurrimiento superficial y con el acondicionamiento de parajes de anidación, alimentación y refugio para la fauna, para finalmente ir recreando los paisajes.

El presente informe se describe el conjunto de acciones implementadas para la restauración del suelo-vegetación-agua-fauna-paisaje en 100 ha del predio.



2. OBJETIVOS.

El Objetivo General del proyecto fue realizar la restauración ecológica de 100 ha del predio El Taray dañadas por el incendio forestal ocurrido en el año 2006, de manera que se provoquen las condiciones del hábitat de la cotorra serrana y se recuperen sus poblaciones.

Se plantearon los siguientes objetivos particulares:

- ✓ Elaborar una propuesta para el aprovechamiento forestal maderable por saneamiento del arbolado muerto en el predio.
- ✓ De ser el caso supervisar el aprovechamiento forestal maderable que pueda realizarse sobre el arbolado muerto por parte de algún industrial de la madera interesado.
- ✓ Reforestar el área dañada por incendio en el predio El Taray mediante sistema de plantación, mejoramiento de las condiciones edáficas de los sitios degradados y con individuos de las mismas especies anteriores al incendio.
- ✓ Realizar obras de restauración y conservación de suelos y agua en el predio El Taray.
- ✓ Establecer un sistema de regulación de los escurrimientos superficiales en caminos, brechas, cárcavas, cabecera y taludes del predio El Taray.
- ✓ Dirigir, supervisar y ejecutar el mantenimiento a las obras realizadas y efectuar las acciones correctivas.

3. ZONA DE TRABAJO

La zona en donde se desarrollaron las acciones corresponde a 100 ha dentro de la poligonal del predio conocido como “El Taray” municipio de Arteaga en Coahuila (Figura 15).

El santuario “El Taray” cuenta con una superficie de 327 ha, sin embargo se implementaron acciones de restauración ecológica en 100 ha afectadas por el incendio de 2006. Se trata de una Porción del Lote marcado con el número 2, al norte del Cañón del Zorrillo y Ciénega de la Purísima (“El Taray”), municipio de Arteaga, Coahuila (Figura 16). El Cuadro 1 presenta las coordenadas UTM Zona 14, para la construcción del polígono.



Figura 15. Localización del Predio “El Taray” Municipio de Arteaga, Coah.

Cuadro2. Cuadro de construcción del polígono a restaurar (100 ha), dentro del predio El Taray, municipio de Arteaga, Coahuila.

| VÉRTICE | UTM X | UTM Y |
|---------|--------------|----------------|
| 1 | 352,268.7100 | 2,803,147.3552 |
| 2 | 352,049.3800 | 2,803,264.7452 |
| 3 | 351,665.8900 | 2,803,411.6052 |
| 4 | 351,522.2100 | 2,803,370.0052 |
| 5 | 350,972.2200 | 2,803,372.0552 |
| 6 | 350,722.1700 | 2,803,254.7352 |
| 7 | 350,588.7000 | 2,803,286.3452 |
| 8 | 349,868.9800 | 2,803,272.4552 |
| 9 | 349,868.9800 | 2,801,472.4552 |
| 10 | 349,980.3300 | 2,801,427.7252 |
| 11 | 350,419.0300 | 2,801,393.8452 |
| 12 | 350,637.6400 | 2,801,369.1952 |
| 16 | 351,033.0000 | 2,801,115.0552 |
| 17 | 351,033.0000 | 2,802,250.0552 |
| 18 | 352,295.3100 | 2,802,100.1552 |

Datum de referencia: WGS84

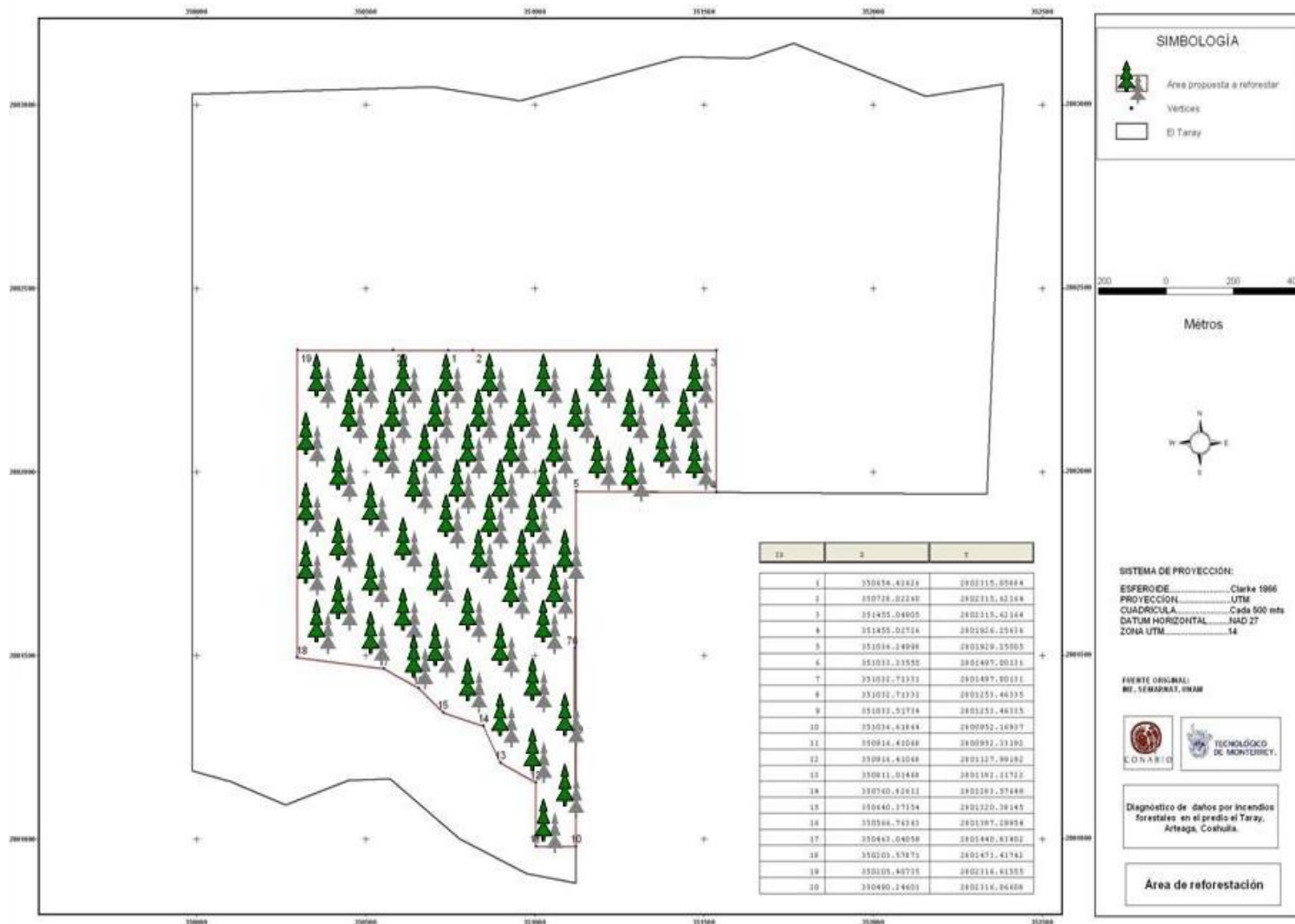


Figura 16. Área de restauración ecológica del proyecto corresponden a 100 ha.

Fuente: CONABIO y ITESM, documentos para el proyecto.

4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.1 Programa Integral contra incendios forestales.

Un programa integral contra incendios forestales comprende una serie de acciones que tienen que ver con medidas de prevención, detección y educación ambiental, pero cuando el incendio ocurre, se complementan con medidas de combate, protección, restauración, disuasión e intensificación de las medidas de educación ambiental (Figura 17).

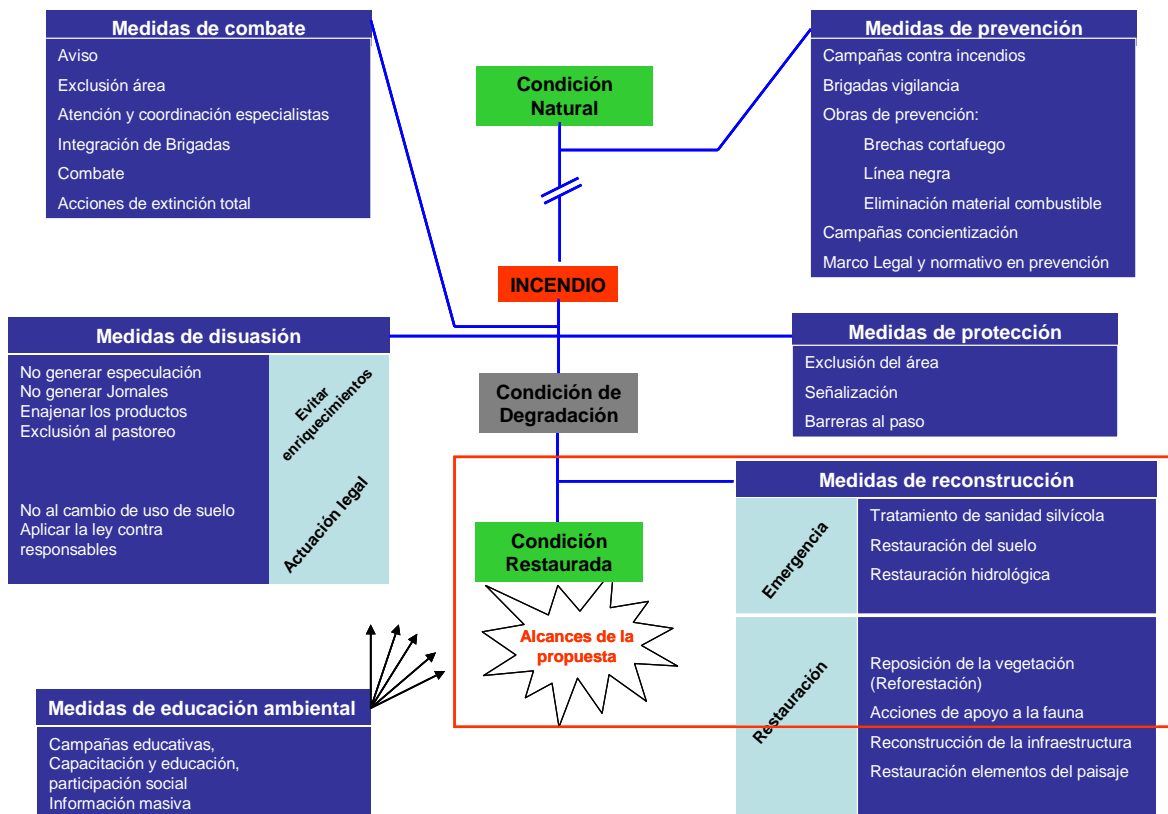


Figura 17. Programa de atención integral contra incendios forestales y alcances de la propuesta.

Así mismo un programa integral de atención contra incendios forestales requiere un esfuerzo significativo y una coordinación gobierno- sociedad ciertamente importante, que requiere una movilidad humana y financiera en la misma magnitud del problema. De este programa integral, no todas las acciones son consideradas en esta propuesta, ya sea por los recursos financieros para atenderlas o por el tiempo que requiere su atención, situación que seguramente está previsto por la entidad contratante y que serán acciones en continuidad a este proyecto.



Es por ello, que las acciones implementadas se centran en la atención a las medidas de reconstrucción urgentes posterior al incendio; en particular, la restauración de los recursos naturales afectados por el incendio de 2006; con lo cual acota los alcances del proyecto y la inversión efectuada. En resumen, a este proyecto se le puede definir como *la ejecución de un conjunto de acciones intensas y sostenidas para la restauración del suelo-vegetación-agua-fauna-paisaje en 100 ha afectadas por incendios forestales ocurridos en 2005 en el sitio denominado Santuario “El Taray”*.

4.2. Programa de manejo simplificado para aprovechamiento maderable

El primer aspecto que se cubrió fue evaluación de la remoción del arbolado muerto posterior al incendio forestal a través de técnicas silvícolas de saneamiento. Aspecto que está previsto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, por lo cual es obligación de observar y cumplir para proyectos de esta naturaleza.

Se preparó un informe para su gestión ante SEMARNAT (que es la autoridad competente para la emisión de permisos de remoción y aprovechamiento maderable por plagas, enfermedades, incendios o fenómenos meteorológicos conforme el Artículo 37 y 38 del Reglamento de la Ley Forestal). Dicho informe se refiere a un trámite simplificado de aprovechamiento de los recursos forestales.

El informe fue elaborado con base a trabajo de campo y gabinete (Figuras 18 y 19), dicho informe fue presentado como producto del proyecto en el Primer Informe entregado a la CONABIO. Sin embargo en coordinación con el Museo de las Aves, la CONABIO se juzgó conveniente no realizar la gestión para aprovechamiento del volumen de madera resultante de la evaluación, por razones justificadas básicamente en los antecedentes en la región de aprovechamientos maderables posteriores a incendios forestales y dado que para las entidades en comodato y comodataria del predio no es motivo de lucro económico los productos maderables y subproductos que pudieran obtenerse.

De esta manera, todo el arbolado producto del incendio permanece en el predio, con el objeto de que con el tiempo se degrade y la materia orgánica sea incorporada al suelo. Actualmente muchos de los árboles han sido derribados por el viento, algunos fueron utilizados para la realización de las obras de conservación de suelo y agua.

El arbolado muerto en pie no ha sido foco del ataque de plagas o enfermedades y actualmente sirve como percha para la avifauna y como sitios de refugio para la fauna silvestre.

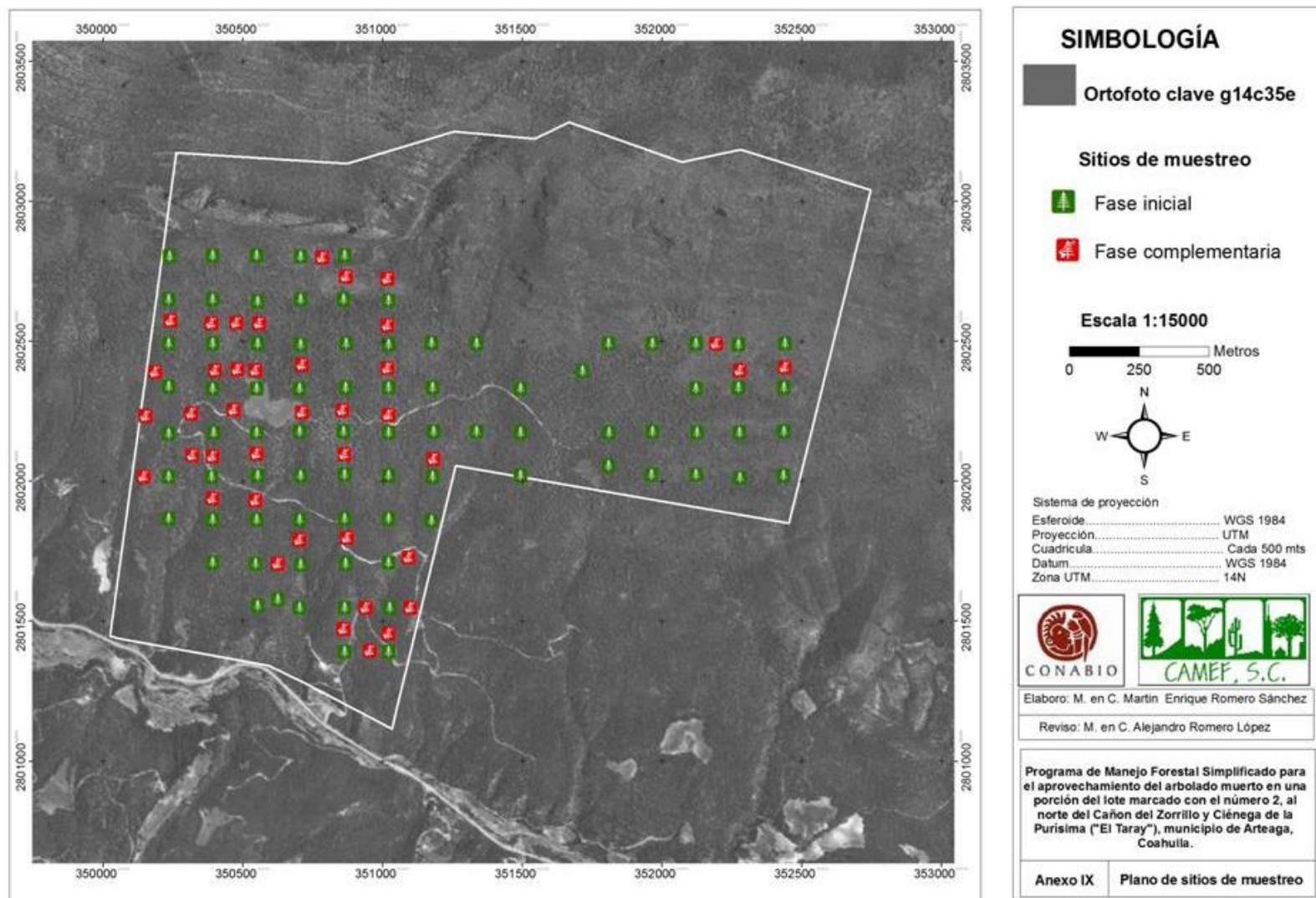


Figura 18. Ubicación de los sitios de muestreo durante el estudio dasonómico del Programa de Manejo Simplificado



Figura 19. Trabajos de campo para a elaboración del Programa de manejo Simplificado para el aprovechamiento maderable en El Taray.

Periodo de ejecución:

Elaboración del Programa de Manejo simplificado durante el segundo semestre de 2007

Producto del Programa de Manejo

| Concepto | Meta ha | Cantidad Realizada | Especificaciones |
|---|--------------------------------|---|--|
| Elaboración de un Programa de manejo simplificado para aprovechamiento maderable. | 1 programa de manejo elaborado | 1 programa de manejo elaborado para extraer madera de arbolado muerto en 100 ha | Todos los puntos previstos por el Artículo 37 y 38 del Reglamento de la LGDFS. |

Observaciones: El Programa de Manejo no se gestionó ante la SEMARNAT por decisión de la CONABIO-Museo de las Aves

4.3. Supervisión del aprovechamiento de arbolado muerto

Como se explicó líneas arriba, no fue necesario realizar la gestión para el aprovechamiento comercial de la madera productos del arbolado muerto; el aprovechamiento del material seco se acotó a la utilización como material para la protección del suelo y control de escurrimientos en presas y barreras de morillos (Figura 20).

Al no haber aprovechamiento comercial de la madera, las especificaciones técnicas que se observaron, según las norma oficiales mexicanas y las normas técnicas mexicanas, son las que competen a un correcta supervisión para mitigación de los efectos adversos que se pueden ocasionar por el derribo y arrastre de árboles y ello fue con base en la Norma Técnica de Competencia Laboral CFOR0061.02. Derribo direccional de árboles.



Figura 20. Utilización de material quemado como material para la protección del suelo y control de escurrimientos.

Periodo de ejecución:

Supervisión durante el primer semestre de semestre de 2008.

Producto de la Supervisión del aprovechamiento

| Concepto | Meta ha | Cantidad Realizada | Especificaciones |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Supervisión del programa de aprovechamiento de arbolado muerto. | 1 programa de supervisión en 100 ha | 1 programa de supervisión en 100 ha | Supervisión del aprovechamiento de 100 ha de arbolado muerto para obras de conservación de suelos conforme a la NTCL CFOR0061.02 |

Observaciones: Solo se ocupó el material estrictamente necesario, verificando que los árboles estuvieran derribados y muertos por el incendio.



4.4. Restauración ecológica

Como se ha mencionado el sitio “El Taray” en su porción afectada por incendios forestales requiere de un programa intenso y sostenido de recuperación ecológica que atienda la restauración y conservación de suelo y agua, la reposición de la vegetación por medio de la reforestación, la regulación de los escurrimientos superficiales para el aprovechamiento del agua en el sitio, todo ello con el propósito de crear las condiciones del hábitat anteriores al incendio, de forma tal que se mantengan las poblaciones de la fauna de interés del santuario y recobre su belleza escénica.

La dificultad en los programas de restauración ecológica es determinar con precisión en qué momento se considera que un área se ha restaurado o que parámetros de comparación son válidos. En el caso del proyecto se realizó por comparación respecto a las áreas aledañas, que no fueron alcanzadas por el incendio, de tal manera que la superficie intervenida se pueda llevar a una situación similar en términos de cobertura arbórea, la conservación de los suelos y la hidrología superficial. En este sentido los datos se obtuvieron del estudio simplificado realizado mismo que establecen la densidad del arbolado bajo condiciones naturales en áreas aledañas, densidad que fue extrapolada al área de trabajo.

La reposición de la masa forestal mediante reforestación es sólo una parte de la restauración ecológica, las siguientes acciones, integradas inducen a la restauración de las condiciones naturales del hábitat de la cotorra serrana.

| ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA |
|--|
| A. Restauración de suelos: A1. Terraza forestal |
| B. Reposición de la masa forestal B1. Reforestación |
| C. Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces C1. Presas de morillos C2. Cabeceo de cárcavas |
| D. Tratamiento derivación de flujos hídricos D1. Canales de desviación D2. Obras transversales en sitio de derrubio D.3. Barreras de morillos |
| E. Tratamiento para el incremento de la infiltración E1. Sistema Zanja- Bordo |

Cada una de estas técnicas se describen en los apartados siguientes detallando su descripción, finalidad, materiales, técnicas a emplear y volumen de obra ejecutado.



En el caso de las acciones D1. Canales de desviación y E1. Sistemas zanja-bordo, hubo necesidad de complementar las cantidades comprometidas con acciones de una obra incluida durante el desarrollo del proyecto, *D.3. Barreras de morillos y material muerto*, que para los fines prácticos de la restauración ecológica resultó conveniente incluirla por la gran cantidad de material de arbolado disponible y se adecua a las pendientes pronunciadas del predio.

A. Concepto Restauración de suelos

A1. Terraza forestal

Concepto: También llamada terraza individual o microterrazza. Las terrazas individuales son una modificación de la terraza de banco o bancal y consiste en un terraplén circular u óvalo que se construye a nivel y con pendiente interna, en donde se realiza la plantación de los arbolitos.

Finalidad: Tiene la finalidad de proporcionar mejores condiciones edáficas a las plantas por establecer. Controla la erosión, se propicia mayor infiltración, se mejora el aprovechamiento de los fertilizantes o abonos orgánicos, conserva humedad en los suelos y aumenta significativamente el régimen de humedad aprovechable.

Diseño: La construcción de la terraza se inició con el trazo de las curvas a nivel, con el fin de ubicar las líneas guías que indican la ubicación de las terrazas.

Se colocaron estacas sobre las curvas a nivel, cuyas distancias entre ellas contemplaron el diámetro la separación entre árboles.

La cantidad de terrazas es la misma que la densidad de plantas.

Se trazó el círculo que cubre la terraza y se procedió a rebajar la parte alta (corte vertical), cuya tierra excedente se pasó a la parte inferior, que es donde se formó propiamente el terraplén al conformar el talud, con una inclinación que varió de 2:1 a 3:1 para darle estabilidad.

Se conformó a su vez, el talud o terraplén en forma de media luna y se procuró dejar en el piso del círculo una contrapendiente de 2 al 5%, para ayudar a suplementar las necesidades de agua.

Se excavó en el centro de la terraza la cepa donde se colocó el árbol, se removió el suelo y se mezcló con 1.5 kg de composta.

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales orgánicos acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición aeróbica y se consigue un producto más o menos estable y aplicable al suelo como un abono.

Mantenimiento: El mantenimiento de la terraza es fundamental para su óptimo funcionamiento. Después de establecida se programaron las labores de mantenimiento cada cuatro meses. Las labores de mantenimiento consistieron en reconstrucción de la terraza mediante aporcado del talud y su estabilización con vegetación herbácea que paulatinamente coloniza el sitio, también incluyó el afine de la contrapendiente para continuar su función de aumento de régimen hídrico al árbol.

La terraza tiene una vida útil que es determinada por igual el tiempo en que las especies de la reforestación se han establecido y que por sí mismas pueden sobrevivir sin intervención humana, sin embargo un tiempo aproximado es de tres a cinco años, después de los cuales la terraza ha concluido su función de proveedor de condiciones para el prendimiento y establecimiento.

La cantidad de terrazas por unidad de superficie depende de la especie a establecer dado que se construye una terraza por árbol a plantar. Lo mismo depende de la pendiente y características del predio, terrenos con mayor pendiente requerirán terrazas de mayor diámetro.

De forma indicativa, el cálculo de terrazas a construir, considera una separación entre terrazas forestales de 4.3 m. y distancia entre líneas de terrazas de 4.3; es decir un arreglo de tresbolillo de 4.3 x 4.3, lo cual resulta en un total 540 de terrazas forestales por hectárea. Sin embargo y en consideración del 20% de arbolado muerto en pie como refugio y perchero de la especie de psitácido, que ocuparían el lugar de una terraza en el arreglo de 4x4, el total construidas fue de 500 terrazas por ha en donde se plantó en reforestación un árbol por terraza.

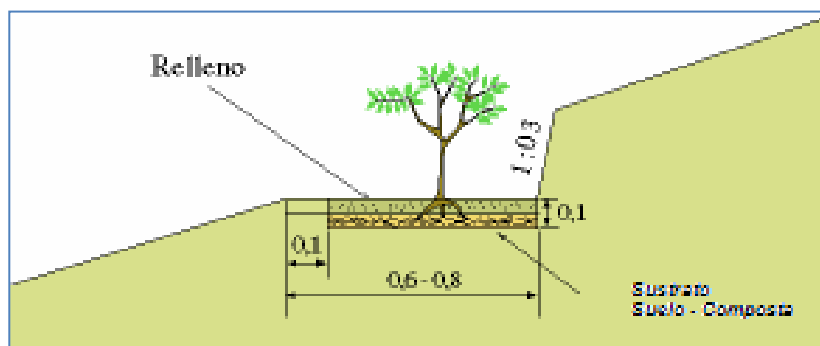


Figura 21. Detalles de diseño terraza forestal.



Figura 22. Construcción de terrazas forestales, aplicación de composta y mantenimiento.



De acuerdo con las densidades actuales del arbolado identificadas durante el diagnóstico (ITESM y CONABIO, información para el presente proyecto), en las zonas donde predomina el *Pinus cembroides* el arbolado muerto en pie es de 360 a 480 árboles/ha, y en las áreas pobladas con *P. pseudostrobus* y *P. teocote.*, la densidad es de 568 árboles/ha, por lo que la densidad final después del proyecto es 625 árboles/ha (contando árbol repuesto por la reforestación y árbol muerto en pie como refugio) será 30% superior en las zonas de *P. cembroides* y de 10% mayor en las áreas de *P. pseudostrobus* y *P. teocote.*

Periodo de ejecución:

Construcción durante el verano de 2008 y 2009; mantenimiento durante la temporada seca de los años 2008, 2009 y 2010.

Cantidad de Obra:

La meta propuesta es la descrita en el cuadro siguiente.

| Concepto | Meta | Cantidad realizada | Especificaciones o comentarios |
|---------------------------|-----------------|--------------------|--|
| A1. Terraza forestal | 50 mil terrazas | 50 mil terrazas | De 1 metro de diámetro, terraplén 2:1 y 3:1 y contrapendiente en la terraza de 1-2%. |
| Incorporación de composta | 75 ton | 75 ton | Aplicada a razón de 1.5 kg/planta, aproximadamente. |

Observaciones: esta actividad se ejecutó durante las reforestaciones de los años 2008 y 2009





B. Reposición de la masa forestal

La reforestación es una operación en el ámbito de la silvicultura destinada a repoblar zonas en las cuales en el pasado estaban cubiertas de bosques, y estos han sido eliminados por diversos motivos como pueden ser: Explotación de la madera para fines industriales y/o para consumo como combustible; ampliación de la frontera agropecuaria y ampliación de áreas urbanas; siniestros como incendios, etc.

Objetivo

El objetivo fue restaurar la densidad de árboles siniestrados por el incendio; la especie a reforestar fue *Pinus cembroides*, especie que en el 70 % del área siniestrada y sirve como fuente de alimento para la Cotorra Serrana. Los requerimientos edáficos y climáticos de este pino piñonero concuerdan con las características del predio; por lo cual las 100 ha se reforestaron con esta especie.

Procedencia de la planta

Por otro lado, la UAAAN campus Saltillo (escuela que vendió la planta) estableció que el germoplasma recolectado para la producción fue de la Sierra de Arteaga, lugar donde habita la Cotorra Serrana. La planta utilizada, cumplió con las características deseables para su incorporación al suelo del predio, tales como: buena sanidad, altura, vigor, fibrosidad de la raíz, proporción 2:1 parte aérea con respecto a la parte subterránea, micorrización, color, germoplasma de la zona y lignificación del tallo.

Técnica de plantación

Como se indicó en el apartado de terrazas individuales, una vez ubicadas las terrazas en las curvas de nivel, a una equidistancia entre cada planta fue de 4.3 m x 4.3 m, se procedió a realizar la apertura de la cepa. Una vez removida la tierra para la apertura de la cepa en el centro de la terraza, se colocó la planta en dicho orificio a una profundidad de aproximadamente 10 cm (el cual es la longitud del contenedor), procurando no rebasar el límite del cuello de la planta.

Ya colocada la planta en la cepa, se reincorporó el suelo extraído y posteriormente se apisonó alrededor de la planta para evitar bolsas de aire, esto para evitar que las raíces no se sequen al contacto con el aire. Acción seguida, se incorporó la composta alrededor de la planta.

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Planta con características deseables.</p> | <p>Colocación de la planta en la cepa y recubrimiento con suelo alrededor de la raíz.</p> |
|  |  |
| <p>Apisonamiento alrededor de la planta,</p> | <p>Terraza individual con planta de <i>Pinus cembroides</i>.</p> |

Figura 23. Técnica de plantación empleada

Periodo de ejecución:

Durante el verano de 2008 se reforestaron 92 ha y durante el verano de 2009 se reforestaron las 8 ha complementarias, para sumar la meta total de 100 ha.

Cantidad de Obra:

| Concepto | Cantidad unitaria | Meta | Cantidad realizada | Especificaciones o comentarios |
|------------------------------------|-------------------|----------------|--------------------|--|
| B1. Reposición de la masa forestal | 500 terrazas/ha | 50 mil plantas | 50 mil plantas | Se plantaron 46,000 arbolitos en 20098 y 40,00 e 2009, más reposiciones. |

Observaciones: los replantes de la reforestación 2008 se realizaron durante la temporada de lluvias del 2009.

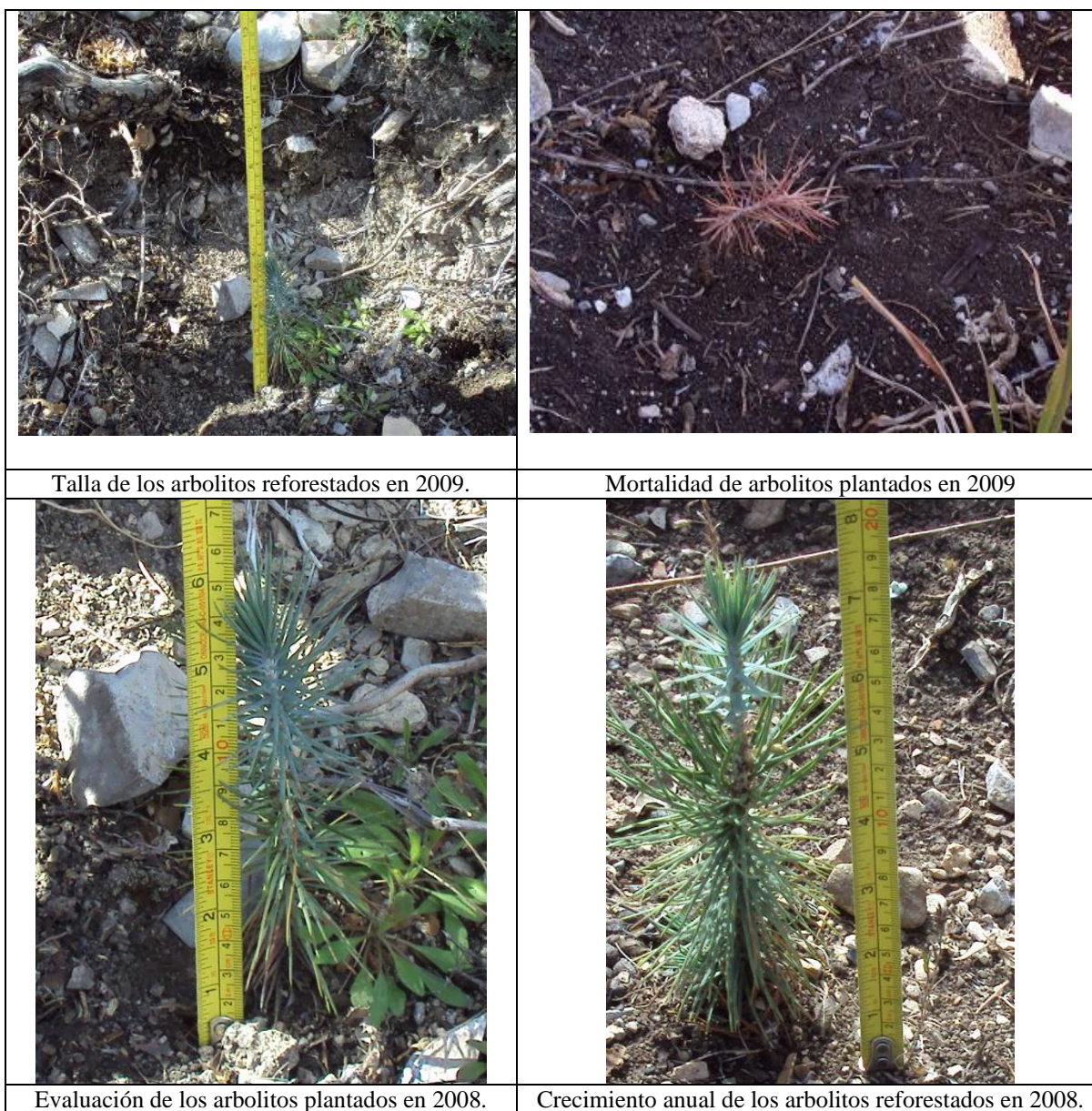


Figura 24. Desarrollo de los arbolitos plantados

C. Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces

C 1. Presas de morillos

Son estructuras conformadas con postes o troncos, son de carácter temporal y se construyen en sentido transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales en cárcavas pequeñas y angostas para el control de escurrimiento y azolves.



Son construida con la finalidad de reducir la velocidad de escurrimiento, retener azolves, captar agua, propiciar condiciones favorables para el establecimiento de cobertura vegetal que estabilice el lecho de la cárcava, además de retener humedad y preservar obras de infraestructura rural, tales como presas hidráulicas, caminos y puentes.

Diseño:

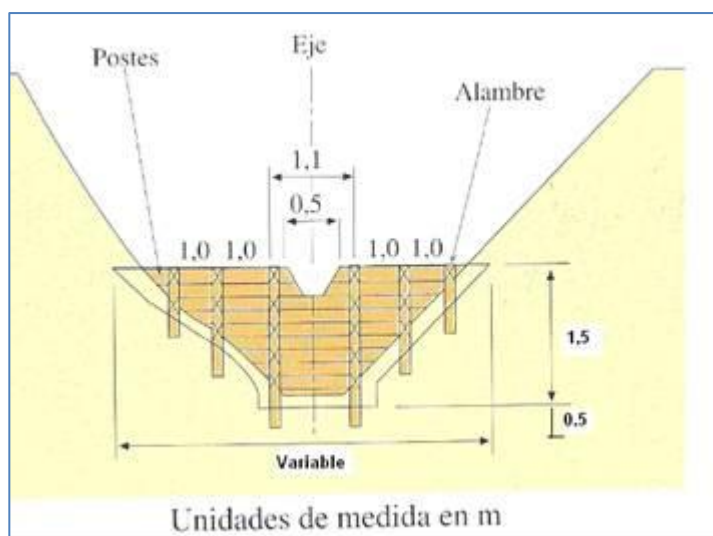


Figura 25. Diseño de presa de morillos.

Se inició colocando una hilera de postes o morillos, separados cada 0.80 m, en sentido transversal a la cárcava y anclados al suelo a una profundidad aproximada de 0.5 metros. Estos postes fueron de 2.0 m de largo y 10 cm de diámetro.

Una vez colocada la hilera de morillos se procedió a construir una zanja de 50 cm de profundidad y 50 cm de ancho, que va paralela y cercana a la fila de morillos que servirá para empotrar la presa.



Figura 26. Construcción de las presas de morillos.

Posteriormente se colocaron morillos a lo largo de la zanja excavada, sujetando uno sobre otro con la ayuda de alambre resistente para fijar la presa.

Se cuidó que el empotramiento o anclado de morillos en las partes laterales de la cárcava debiera quedar asegurado de tal manera, que se evite que los escurrimiento que pasen por la cárcava socaven las partes laterales de la presa y afecten su funcionamiento, el empotramiento lateral fue de 0.5m por lado. Resultó conveniente que la altura efectiva de las presas de morillos no fuera mayor a 1.5 m debido a la pendiente del cauce mayor a 35%,

así como realizar dejar un corte en la parte central del muro para formar un vertedor que controle el flujo de agua. Se construyó aguas abajo un delantal con mismos morillos.

Para fines del proyecto se programó recubrir la presa y el vaso de captación con una geomembrana de 1.2 mm de espesor con la finalidad fue captar agua para ser utilizada para los riegos programados durante la plantación.

Sin embargo, el cauce presenta una pendiente de más de 35%, en algunos casos superiores al 50%, por lo que el vaso de captación resulta muy pequeño para los fines de captación de agua, además de la velocidad de escurrimiento sigue siendo muy alta para que cualquier presa de morillos resista el empuje, lo que obligó al suministro de agua para riego en tambos de 200 litros y transportados en camioneta.

C2. Cabeceo de cárcavas



Definición: El cabeceo de cárcavas son obras que consiste en el acomodo de una cama de piedras, ramas, morillos y otro material sintético que se colocan al inicio de la cárcava para amortiguar la energía de caída de la escorrentía y que actúa sobre la erosión remontante, evitando con ello, el crecimiento de la longitud de la cárcava, estabilizar, cubrir los taludes en la parte inicial de la cárcava, disminuir la pendiente y proteger sitios específicos como caminos rurales.

Diseño:

Lo primero fue seleccionar la parte de la cárcava donde se concentran los escurrimientos, para que los cálculos de la inclinación del talud sea la apropiada.

- Se realizó la limpieza del terreno con machete, azadón y pala, dejando libre de matorrales y herbáceas.
- Se excavó y se afinó el talud hasta una proporción 4:1.
- Se realizaron derribo de árboles y se trozaron conforme la medida del cabeceo.
- Se realiza el acomodo de morillos en un espesor de hasta 20 cm, por lo que requirió de tres hiladas de troncos de árboles quemados.

Proceso de construcción:

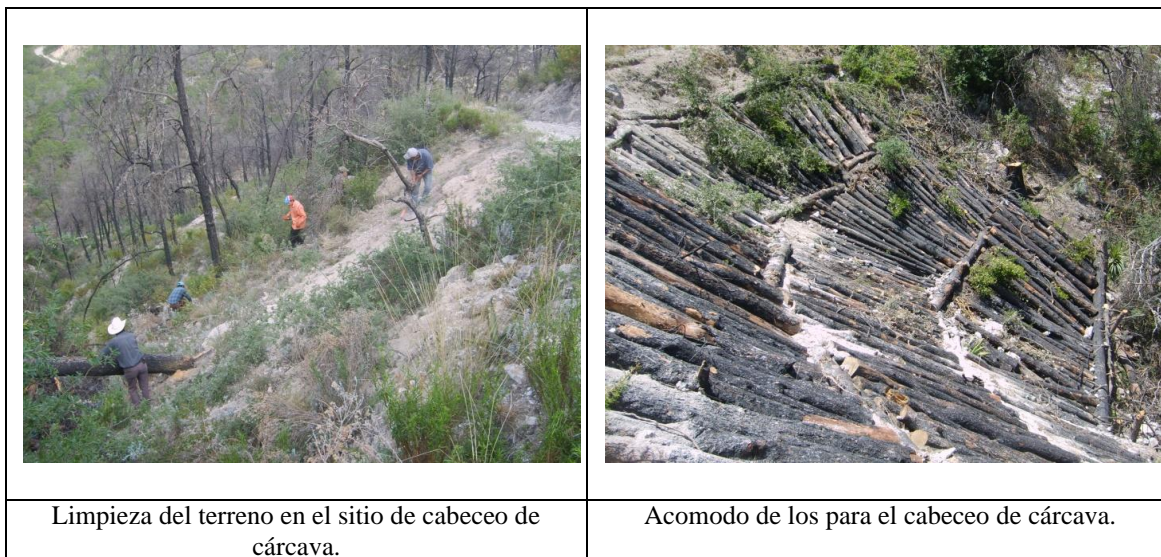


Figura 27. Cabeceo de cárcavas a base de morillos

Consideraciones:

Se supervisaron aspectos como el derribo direccional, técnica de derribo y que los individuos derribados fueran árboles quemados sin posibilidades de retoñar.

Se prefirió el uso de troncos de árboles, en lugar de piedras acomodadas, como material del cabeceo, debido a la cantidad de material disponible y previendo que no se realizará el aprovechamiento de la madera, más que para fines de restauración en el mismo predio.

Cantidad de Obra:

| Concepto | Meta | Cantidad realizada | Especificaciones o comentarios |
|--------------------------|--|--|--|
| C1. a. Presa de morillos | 170 m ² presas | 174.66 m ² | Para presas de 1.5 m de altura efectiva, 0.5m empotrado en el fondo del cauce y 0.5m empotramiento lateral. |
| C.1 b. Geomembrana | | | No siendo necesaria ya que el suministro de agua para los riegos se realizó con tambos de 200l transportada en camionetas. |
| C.2. Cabeceo cárcava | 2 estructuras para un total de 87.5 m ² | 2 estructuras para un total de 150.39 m ² | Se prefirió el uso de material a base de morillos en lugar de acomodo de piedras. |

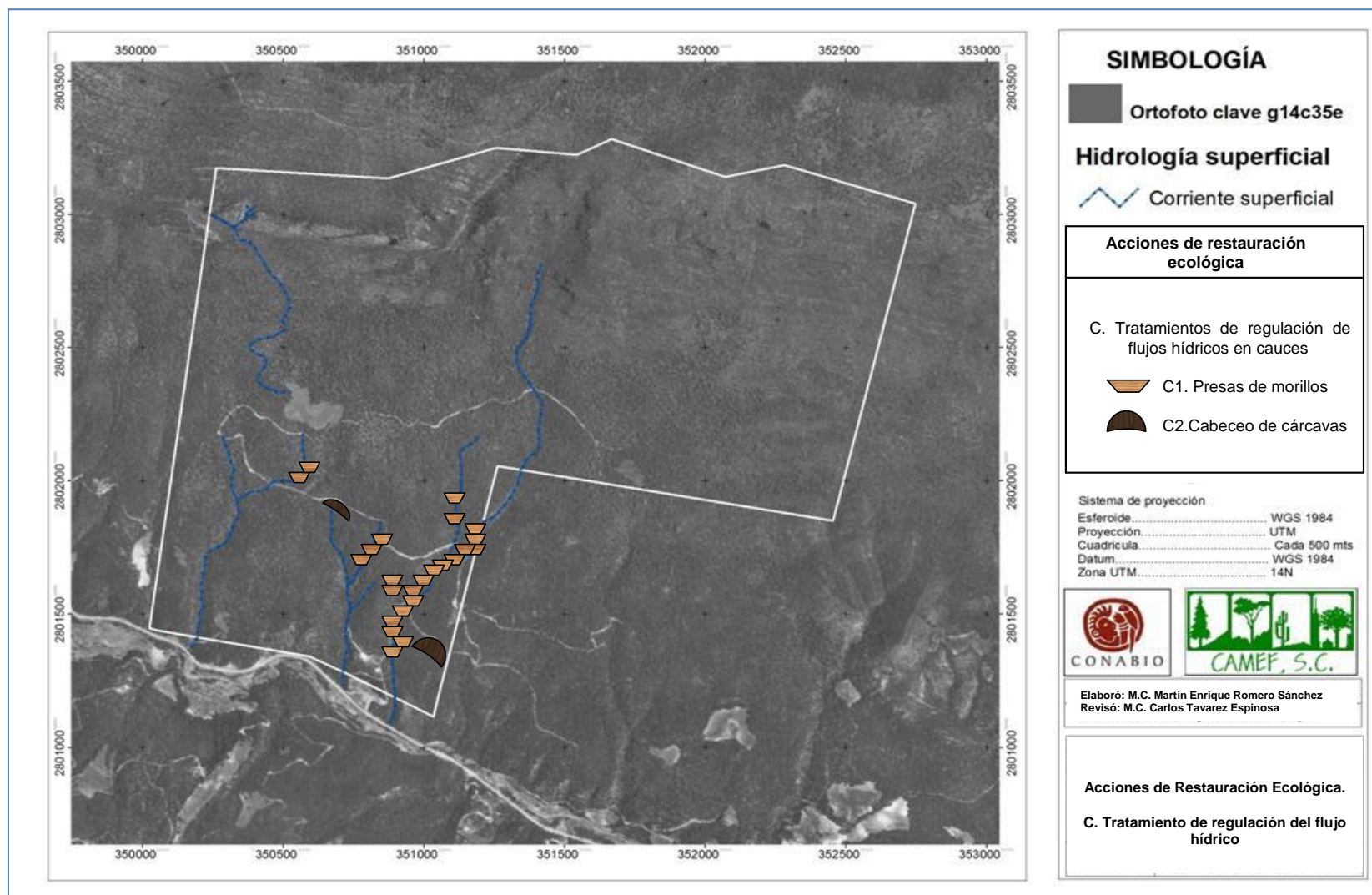


Figura 28. Localización de las obras de Tratamiento de regulación del flujo hídrico.

D. Tratamiento de regulación y derivación de flujos hídricos

D1. Canales de desviación



Concepto: Es un canal construido perpendicularmente a la pendiente con un bordo de apoyo en el lado más bajo. Se construyen con la finalidad de disminuir el escurrimiento superficial del área de cárcavas activas y caminos que están siendo afectados por el flujo del agua, su diseño está basado para disipar el agua retenida hacia las laderas estabilizadas.

Diseño:

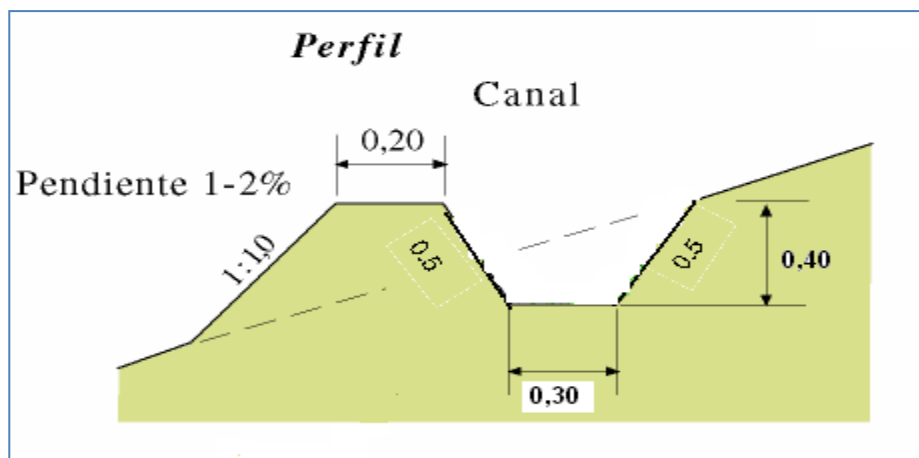


Figura 29. Diseño de un canal de desviación.

Se ubicó el sitio sobre la cabecera del área del derrubio.

- Se trazó con nivel de manguera para una pendiente del 2%, velocidad no erosiva a las condiciones del suelo.
- Se trazó con la finalidad de conducir parte de los escurrimientos de la zona del derrubio y principal escurrimiento en el predio hasta una zona de estabilidad.



- Los interceptores de protección fueron diseñados para la capacidad de acarrear el escurrimiento máximo de agua de una tormenta con frecuencia de retorno cada diez años, con un bordo libre no menor de 10 cm.

El canal puede ser parabólico. Los interceptores fueron diseñados para estabilizar los lados de las laderas. La parte más alta del bordo incluye un factor de asentamiento racional. La pendiente del canal fue de entre 1 y 2%. La velocidad del agua en el canal no debe exceder a la considerada erosiva para el suelo y el tratamiento planeado.

Consideraciones:

Originalmente se propuso una longitud de 1,200 m de canal de desviación y conducir el agua excedente de la zona del derrubio a un predio estable localizado en un sitio que se identifica por el lugar de acampar, el cual previamente se realizó el tratamiento de zanjas de infiltración; sin embargo esto fue cambiado debido a las siguientes consideraciones:

- El sitio de descarga apenas alcanza una superficie de dos hectáreas, insuficiente para infiltrar el agua excedente del sitio del derrubio.
- Las dimensiones fueron cambiadas en función del material de excavación, presentándose en varios tramos la roca a menos de 30 cm de profundidad.
- El material del fondo del canal en varios tramos (0+070 al 0+090 y 0+230 al 0+310) se encontró a lutita y caliza muy permeable, que representa infiltraciones para este tipo de obra. Imposibilitando la conducción hasta el sitio deseado.

La longitud total construida por las razones expuestas fue de 380 metros lineales.

Cantidad de Obra:

| Concepto | Meta | Cantidad realizada | Cantidad de barreras de morillos realizada para ajustar a la meta | Especificaciones o comentarios |
|---------------------|--------|--------------------|---|--|
| Canal de desviación | 1200 m | 380 m | 224 m | La diferencia entre la meta y lo realizado fue sustituida por barreras de morillos colocadas en contrapendiente. |

D2. Obras transversales en sitio de derrubio.



Concepto: Son obras que atienden problemas específicos en taludes de derrubios y laderas muy inestables, por lo que la especificidad varía de las condiciones específicas del sitio. La finalidad de estas obras es estabilizar las áreas a través de una combinación de materiales dispuestos sobre la superficie para contrarrestar la fuerza del agua de gravedad hasta lograr pendientes de compensación sobre la ladera.

Diseño:

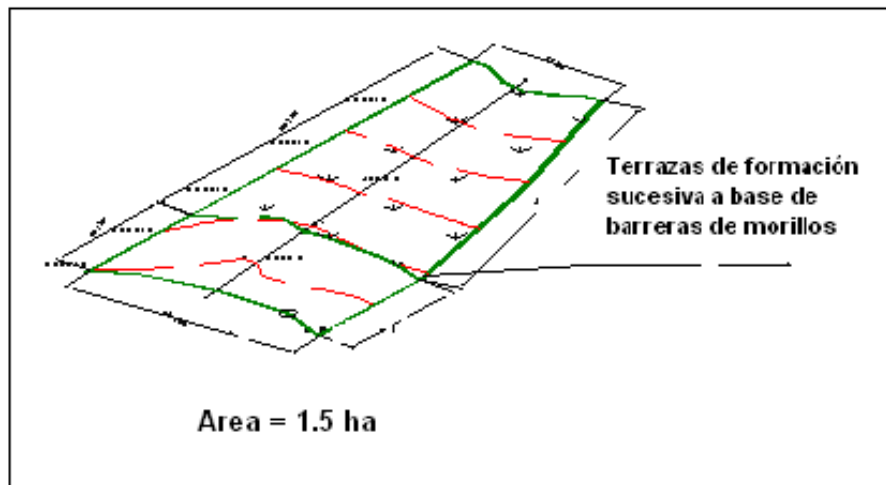


Figura 30. Obras transversales en sitios de derrubio: terrazas sucesivas a base de barreras de morillos

- Se realizó un levantamiento de puntos para determinar cotas y pendiente.
- Considerando que fueron obras transversales, se seccionó el sitio de ladera en tantas secciones resulten de diseño de terrazas de formación sucesiva.
- Se construyeron las terrazas de formación sucesiva a base de barreras de morillos sobre la superficie afectada, dado que el material de derrubio es muy inestable el talud de la terraza se refuerza con muros de morillos, los cuales se fijan con estacas de mismos morillos, se entrelazan y se amaran con alambre recocado.
- La pendiente entre terrazas se suaviza paulatinamente hasta pendiente no erosiva.

- Se protegieron la superficie trabajada con ramas, que van unidas y entrelazadas entre si y entre las estacas y los morillos.
- Debido a que no requiere de un diseño de ingeniería específico la longitud y altura de las barreras son variables; se consideró apropiado longitudes de 15 metros y alturas del muro de 50 cm.
- Como obras adicionales, se consideró el canal de desviación (descrito en el concepto D1) que regula el flujo hídrico de la cárcava aguas arriba donde el escurrimiento inicia su acción de derrubio.

Cantidad de obra.

| Concepto | Meta Para el primer semestre | Cantidad realizada | Especificaciones |
|--|------------------------------|--------------------|--|
| Obras transversales en sitio de derrubio | 1.5 ha | 1.5 ha | Se considera el área del derrubio y el área de ladera de protección. |

D3. Barreras de morillo y material muerto (Concepto nuevo)



Concepto: Es una barrera contra los escurrimientos superficiales a base de morillos y material muerto, formando cordones a nivel resultante del aprovechamiento forestal del arbolado muerto por el incendio. El acomodo de este material evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo lo cual favorece la regeneración natural y fortalece las condiciones edáficas a la reforestación.

Diseño:

- Se ubicó la porción del predio a establecerse, cuidando que existiera material arbolado muerto, que fuera un sitio de mayor degradación y que la pendiente fuera menor al 60%.
- Dado que no lleva un diseño preciso, se formaron cordones o fajas de material a base de morillos siguiendo una línea a nivel.

- Se cortaron árboles muertos, con los cuidados de derribo direccional y dejando tocones de más de 60 cm de altura.
- Los árboles muertos fueron troceados en troncos lo más largo posible y hasta 16 metros y se colocaron aguas arriba y anclados en los tocones para mayor estabilidad.
- Se colocaron al menos dos hileras de troncos y se amarraron con alambre recocado entre si y entre los tocones y entre troncos de estacas enterrados.
- Los huecos fueron cubiertos con ramas y troncos más pequeños.
- Se tuvo la precaución de dejar un claro o callejón entre los cordones de al menos 4 metros que sirva de línea cortafuego.

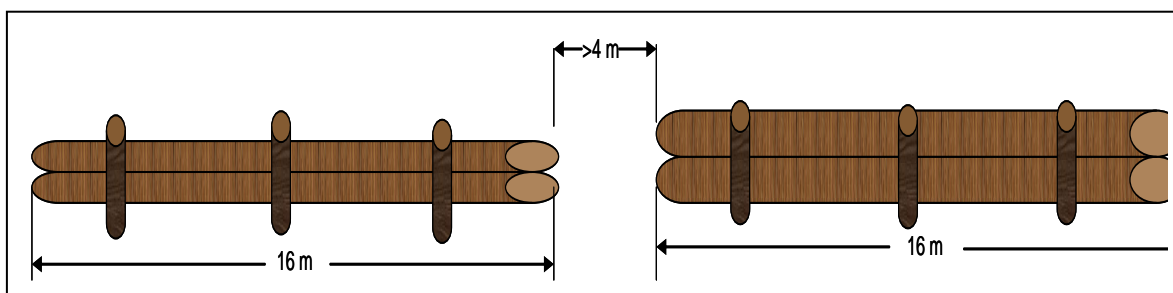


Figura 31. Barreras de morillos y material muerto.

Se considera que 400 metros lineales de barreras equivalen a 1 ha bajo tratamiento, tal que 25 barreras de 16 metros lineales hacen una ha.

Consideraciones:

Es una obra nueva, no prevista en la propuesta original, la cual fue incluida posterior a la decisión de no realizar el aprovechamiento forestal del arbolado muerto y la recomendación de utilizar el mayor volumen posible de arbolado muerto en obras de conservación de suelos dentro del predio.

Las barreras de morillos y material muerto sirvieron además para complementar la meta prevista en las acciones comprometidas para el primer informe, específicamente en los conceptos de canal de desviación, realizadas parcialmente debido a las razones expuestas anteriormente y zanja-trinchera, realizada parcialmente por las razones que se expondrán más adelante.

Proceso de construcción:





| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Derribo direccional de arbolado muerto para las barreras de morillos.</p> | <p>Acomodo de los morillos verticales para las barreras.</p> |
|  |  |
| <p>Amarre con alambre recocado entre morillos.</p> | <p>Panorámica de una de las porciones del predio con barreras de morillo y material muerto.</p> |

Figura 32. Construcción de Barreras de morillos y material muerto.

Cantidad de Obra:

| Concepto | Meta | Cantidad realizada | Especificaciones o comentarios |
|--|-------|--------------------|--|
| Barreras de morillo y material muerto. | ----- | 2,204 ml | Esta actividad equivalente a 5.51 ha completa las metas no realizada en los conceptos de 2.05 ha en canal de desviación y 3.46 ha de zanjas bordo. |

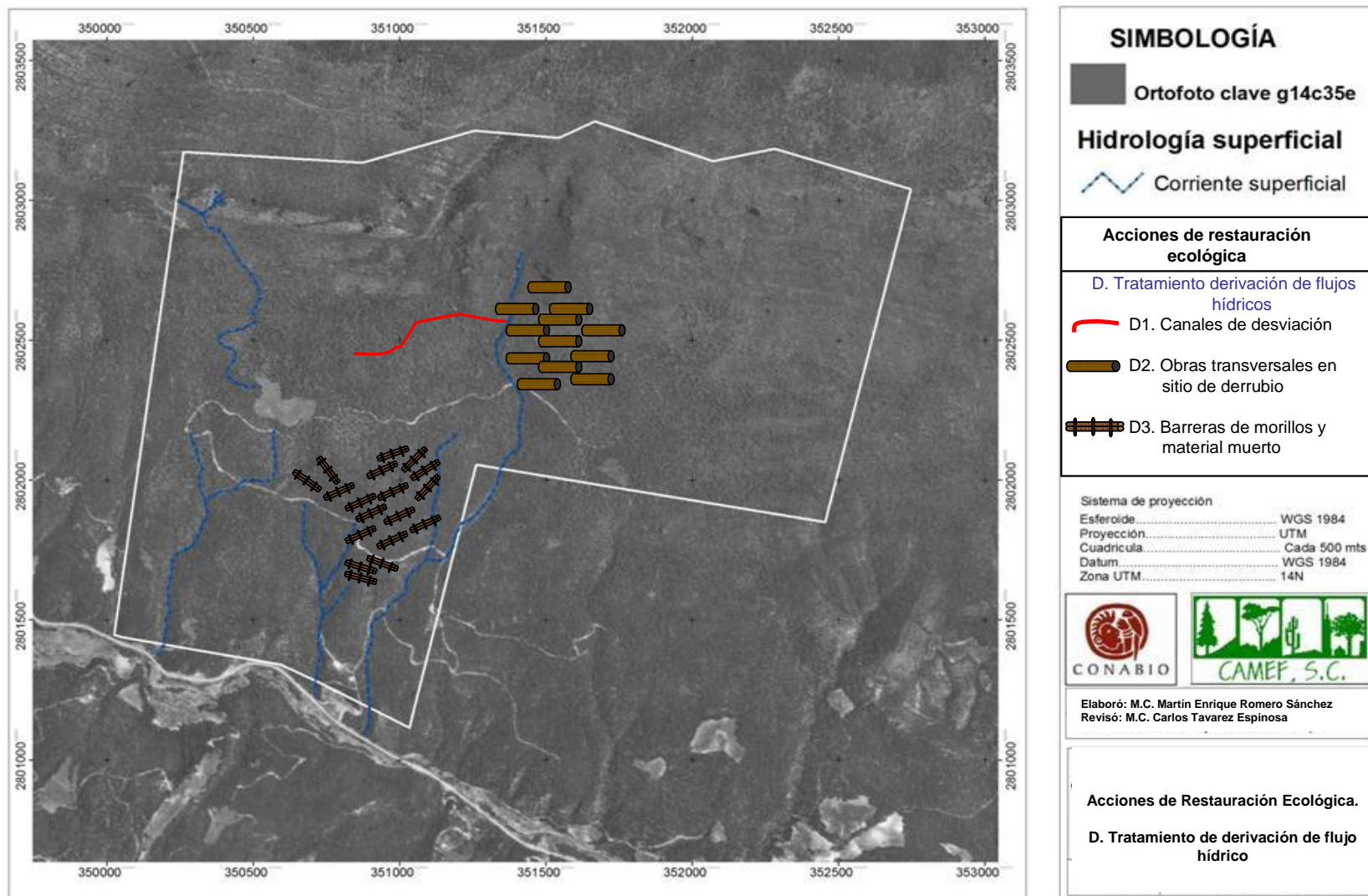


Figura 33. Localización de las obras de Tratamiento de derivación del flujo hídrico.

E. Tratamiento de incremento a la infiltración

E1. Sistema Zanja- Bordo (Zanja Trinchera)

Concepto: Son zanjas y bordos en forma discontinua sobre curvas de nivel, formando un dique divisor entre zanja y zanja., con la finalidad de recarga de mantos acuíferos para mantener la humedad en el suelo y fomentar el desarrollo de la vegetación nativa, reducir la velocidad del escurrimiento superficial, así como utilizar las líneas de tinas como brechas cortafuego.



Las zanjas-bordos son construidas de manera continua en sentido perpendicular a la pendiente, siguiendo curvas a nivel, en donde el volumen de excavación se coloca aguas abajo para formar el bordo. Las zanjas trincheras son zanjas-bordo que se construyen de manera discontinua, también en sentido perpendicular a la pendiente y siguiendo curvas a nivel, en donde el volumen de excavación se coloca aguas abajo para formar el bordo. Se prefirió el uso de las segundas debido a que su arreglo topológico permite respetar mejor el renuevo del predio.

Diseño:

- Se calcula la pendiente media del terreno.
- Se calcula el espaciamiento horizontal entre bordos. Las dimensiones de la zanja son 0.4 m de ancho x 0.4 m de profundidad medida en la parte central de la zanja; el bordo se construye inmediatamente después de la zanja, teniendo 0.7 m de base, y 35 cm de altura. En caso de tener los suelos una profundidad de 0.3 m, entonces: 0.4 m de ancho, 0.3 m de profundidad, y una base del bordo de 0.6 m y altura de bordo 0.3m.
- Se seleccionaron los sitios de menor pendiente, donde no hubiera arbolado y donde se tuviera poco renuevo, para no afectarlo por el espacio ocupado por la zanja y el bordo.
- La distancia entre zanjas-trinchera es 2 metros y entre líneas de zanjas –trincheras es 10.0 m.
- Las zanjas y bordos de tierra se construyeron en sentido perpendicular a la pendiente.

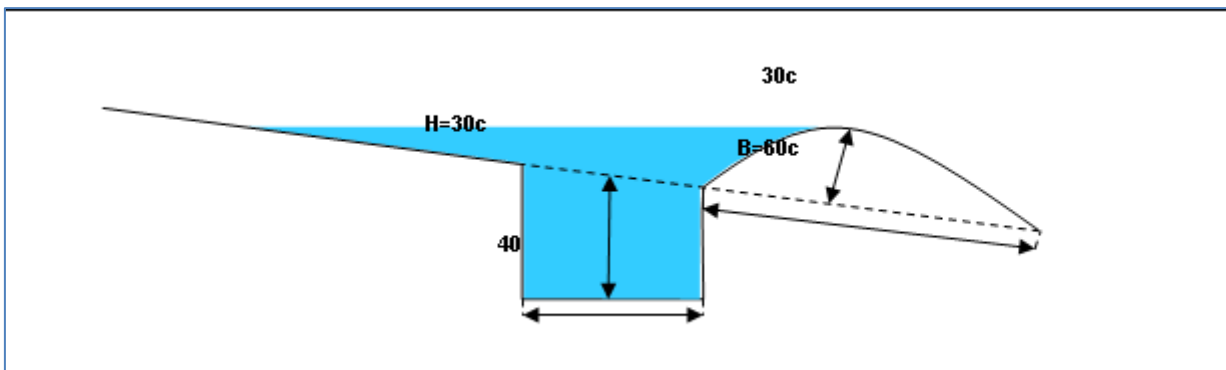


Figura 34. Diseño de sistema Zanja-trinchera

Proceso de construcción:



Figura 35 Construcción del sistema Zanja-trinchera

Consideraciones:

Siendo muy similar el concepto entre zanja-bordo (continuo) y la zanja trinchera (discontinuo) se prefirió el uso de la segunda debido a la cantidad de renuevo arbustiva y de maguey en el predio. Respetando la cantidad mínima por hectárea, ya que en la primera, las líneas son cada 20 metros y las líneas de las zanjas-trincheras se distanciaron cada 10 metros, con lo que se tiene la misma capacidad de captación para la infiltración.



- Se seleccionaron sitios de pendiente menor al 40%
- Los sitios que cumplieron con el requisito de pendiente menor al 40% y sin renuevo arbustivo, fue de apenas 1.3 ha.

Cantidad de Obra:

| Concepto | Meta | Cantidad realizada | Cantidad de barreras de morillos realizada para ajustar a la meta | Especificaciones o comentarios |
|-------------|--------------------------------|--------------------|---|--|
| Zanja-Bordo | 1900 ml de sistema zanja bordo | 516 m Para 1.3 ha | 576 ml Para 1.44 ha | La diferencia entre la meta y lo realizado fue sustituida por barreras de morillos y material muerto colocadas en contrapendiente. |

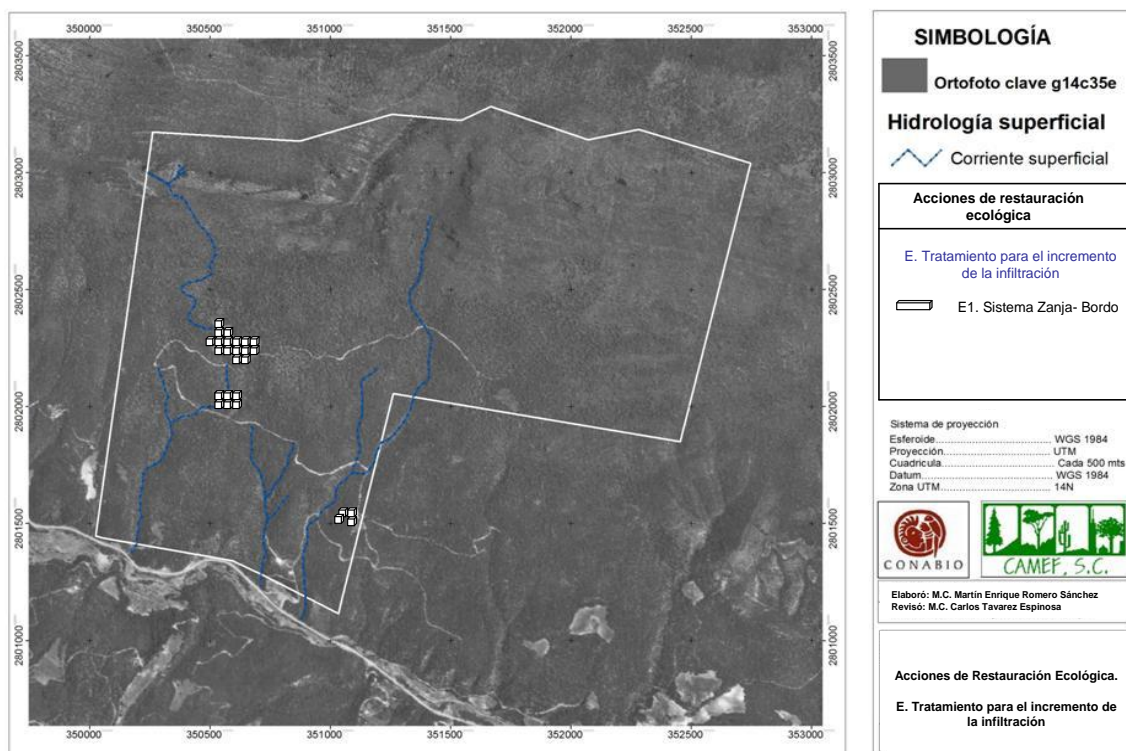


Figura 36. Localización de las obras de Tratamiento para el incremento a la infiltración.



4.5. Mantenimiento, reposición y riegos.

Mantenimiento de las obras de conservación de suelo y agua

Como parte de las actividades programadas para la última etapa de operación del servicio, se realizaron mantenimiento de las obras establecidas, en el caso de las terrazas individuales se eliminaron las malezas y se reconfirió el bordo para aumentar la capacidad de retención de agua de lluvia. Para el caso de las barreras muertas de morillos en las laderas y las presas de morillos en los cauces, se levantaron y se acomodaron algunos morillos movidos por la corriente del agua o por caída de arbolado muerto.

La descripción de actividades por acciones de restauración se presenta a continuación:

El mantenimiento de la terraza es fundamental para su óptimo funcionamiento. Después de establecida se programan labores de mantenimiento cada cuatro meses, situación prevista en este proyecto y que se puede verificar en el calendario de actividades. Las labores de mantenimiento consisten en reconstrucción de la terraza mediante aporcado del talud y su estabilización con vegetación herbácea que paulatinamente coloniza el sitio, también incluye el afine de la contrapendiente para continuar su función de aumento de régimen hídrico al árbol.

La terraza tiene una vida útil que es determinada por igual el tiempo en que las especies de la reforestación se han establecido y que por sí mismas pueden sobrevivir sin intervención humana, sin embargo un tiempo aproximado es de tres a cinco años, después de los cuales la terraza ha concluido su función de proveedor de condiciones para el prendimiento y establecimiento. El mantenimiento mayor debe darse a los siguientes meses de construida, e intensificarlo en los meses de lluvia, ya que la lluvia puede modificar sus dimensiones. Después del año en que se da mantenimiento cuatrimestral, puede reconstruirse una vez al año durante los tres o cinco años posteriores, esta propuesta prevé el mantenimiento durante la vida del proyecto 30 meses, para no encarecer el presupuesto.

Las presas de morillos son llamadas temporales ya que después de su vida útil 2 a 3 años, el material con el que están construidas se incorpora al ecosistema después de formada la terraza de sedimentos.

Las actividades realizadas en esta etapa de mantenimiento consistió en reacomodar algunos morillos que se movieron de su lugar, realizando amarres a cada uno y reforzando las mismas con morillos.

El cabeceo de cárcavas no requirió mantenimiento, ya que durante la vida del proyecto no sufrió desacomodos.

En los canales de desviación y en las zanjas bordo las labores de mantenimiento consistieron básicamente en eliminar la vegetación herbácea y pastos por métodos manuales para asegurar mantener el flujo de desagüe.



Mantenimiento de la plantación

Riegos: El área tiene periodos largos de sequía, por lo cual los riegos fueron una parte importante para el éxito de la plantación. Se realizaron riegos de auxilio en los meses más críticos (de diciembre a mayo) durante los años 2008, 2009 y 2010.

El método de riego fue con aspersores o regadera manual (o bote) y transportada a lomo de animal (burro), aplicando una lámina de 5 mm por riego durante las primeras horas del día. El agua fue colectada en tambos distribuidos por el terreno los cuales fueron llenados en un arroyo cercano.

Cercado: Aunado al cuidado de la plantación, se llevó a cabo el cercado del lado Oeste del predio, para evitar la invasión de ganado que recorre la zona y provoque daños por pisoteo o ramoneo.

Fertilización: Las primeras labores culturales iniciaron con la fertilización, en nuestro caso aplicación de composta a razón de 1.5 Kg por planta.

Reposición de plantas muertas: La reforestación del año 2008 tuvo una sobrevivencia del 80 % aproximadamente, por lo que en el verano de 2009 se realizó la reposición de las plantas muertas (20%). En el Anexo I se presenta la evaluación de la sobrevivencia de las reforestaciones 2008 y 2009.

Estado sanitario de la reforestación: Aunado al cuidado de la plantación, se han realizado recorridos periódicos durante los meses de enero y abril en la superficie plantada para verificar la condición sanitaria de los arbolitos plantados. Actualmente no se han presentado indicios de plagas o enfermedades que afecten la sobrevivencia de la reforestación.

Cantidad de Obra:

La meta propuesta es la descrita en el cuadro siguiente.

| Concepto | Cantidad unitaria | Meta | Cantidad realizada | Especificaciones o comentarios |
|--|-------------------|----------------|--------------------|--|
| B1. Mantenimiento de la Reposición de la masa forestal | 500 arbolitos /ha | 50 mil plantas | 50 mil plantas | Se aplicaron dos riegos en la época seca. Se verificó la condición sanitaria de la reforestación. Se evaluó la sobrevivencia en un 80% |

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Árbol a dos semanas de plantado</p> | <p>Aplicación de composta</p> |
|  |  |
| <p>Riego de la planta en diciembre del 2008</p> | <p>Cercado en el lado Oeste del predio.</p> |
|  |  |
| <p>Llenado de aspersores con agua para riego en la primer semestre del 2009.</p> | <p>Aplicación de riegos en la zona reforestada del Predio "El Taray".</p> |

Figura 37. Actividades de mantenimiento de la plantación



5. RESULTADOS Y PRODUCTOS

| Meta | Resultados | Indicador |
|--|--|--|
| 1 Programa de manejo simplificado para aprovechamiento maderable | 1 Programa de manejo simplificado sin necesidad de ingresarlo a gestión | Concluido |
| Supervisión del aprovechamiento del arbolado como acción de saneamiento forestal | Supervisión del arbolado muerto para aprovechamiento en obras de conservación de suelo en el predio. | Concluido |
| Restauración de suelos. A.1. Terraza forestal | 50,000 terrazas construidas con aplicación de 75 ton composta | Concluido |
| B. Reposición de la masa forestal B.1. Reforestación | 100 ha reforestadas con <i>Pinus cembroides</i> | Concluido |
| Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces C.1. Presas de morillos C.2. Cabeceo de cárcavas | 174.66 m ² de presas de morillo construidas y 150.39 m ² de cabeceo de cárcavas | Concluido |
| Tratamiento de regulación y derivación de flujos hídricos D.1. Canales de desviación D.2. Obras transversales en sitio de derrubio D.3. Barreras de morillos | 380 m de canal de desviación y 2204 m de barreras de morillos 1.5 ha de obras transversales en sitio de derrubio. | Concluido. La diferencia entre la meta y lo realizado fue sustituida por barreras de morillos |
| Tratamiento de incremento a la infiltración E.1. Sistema Zanja- Bordo | 516 m de sistema zanja-bordo | Concluido. La diferencia entre la meta y lo realizado fue sustituida por barreras de morillos |



6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como pudo constatarse durante la ejecución y mantenimiento de todas las actividades realizadas en el predio El Taray, se seleccionaron las técnicas más adecuadas para la restauración ecológica de las áreas incendiadas. Algunas leves modificaciones a las metodologías se realizaron sobre la marcha, toda vez que en campo se observaron particularidades del terreno, sin embargo, se cumplió con el objetivo principal, el de establecer obras y prácticas de conservación del suelo y del agua que contribuyan a la restitución del hábitat de la cotorra serrana en el predio.

Evidentemente, la restitución del hábitat original conlleva un proceso a mediano plazo, en el que se espera que la masa forestal logre subsistir por sí misma.

Se espera que la restitución de la masa forestal, en condiciones juveniles y maduras y el funcionamiento de las obras de conservación, generen las siguientes condiciones específicas:

- ✓ Hábitat de calidad para los psitácidos, como sitios de refugio, percheo y alimentación.
- ✓ Cubierta vegetal arbórea, arbustiva y herbácea protectora del suelo contra los procesos erosivos.
- ✓ Cubierta forestal favorecedora de la infiltración vertical, favoreciendo la presencia de corrientes de agua superficiales permanentes y la recarga del acuífero.
- ✓ Cubierta forestal fijadora de CO₂ y generadora de oxígeno.
- ✓ Represente un hábitat de calidad para otras especies de fauna silvestre.
- ✓ Protección de los recursos naturales suelo y agua.
- ✓ Represente un bosque saludable que se integre a la belleza escénica regional.
- ✓ Represente una oportunidad para la investigación y la difusión de la cultura ambiental, como proyecto de restauración ambiental en la región.

No hay que omitir la importancia que tiene el mantenimiento periódico que se le pueda proporcionar a las reforestaciones, a las obras estructurales y no estructurales de conservación, así como al cercado que protege las áreas en proceso de restauración.

Finalmente, se recomienda la implementación de un programa de monitoreo ambiental, el cual además de vigilar el estado que guardan las prácticas realizadas, evalúe la eficiencia a corto y mediano plazo, de los trabajos de restauración ejecutados en estos últimos años.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional Forestal.** 2006. Incendio en la sierra de Arteaga, Coahuila afecta 200 hectáreas. Boletín de prensa: 17 de febrero de 2006.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.** 2007. Programa de conservación y manejo del Parque Cumbres de Monterrey. México.
- CONABIO - CAMEF.** 2008. Programa de Manejo Forestal Simplificado para el aprovechamiento de arbolado muerto en el predio El Taray, municipio de Arteaga, Coahuila.
- Diario Oficial de la Federación.** 12 de julio de 2005. Decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de Santuario, la zona conocida como El Taray, con una superficie de 35 hectáreas (treinta y cinco hectáreas) localizada en el municipio de Arteaga, en el Estado de Coahuila.
- Erkelin H. E.** 1998. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta terrisi* y *R. pachyrhyncha*) en el Norte de México: 2a fase. Reporte final del proyecto K016 que presenta a la CONABIO. Centro de Calidad Ambiental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- ITESM-Centro de Calidad Ambiental.** Estatus, Ecología y Conservación de las cotorras serranas en el Norte de México (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en http://uninet.mty.itesm.mx/1_8_1_1.htm
- INEGI.** 2008. Sitio Geográfico por entidad federativa. Coahuila. En línea: inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa.
- La Jornada.** Entrevista con Sergio Robles, Director general de Protección Civil de Coahuila. 16 de febrero de 2006. Leopoldo Ramos y David Carrizales, Corresponsales
- Museo de las Aves de México.** 2007. Aves de México. Saltillo, Coahuila; México. 47 p.
- Navarro M., S. A., L. M. Torres E., A. Cano P., S. Valencia M. Y E. H. Cornejo O.** 2000. Predicción de volúmenes de fuste para *Pinus cembroides* Zucc., en el Sureste de Coahuila. Foresta-AN. Nota Técnica No. 3 UAAAN. Saltillo, Coahuila. 16 p
- Rzedowski, J.** 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.



SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana 019-SEMARNAT-1999. Que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. Publicada en el D.O.F. el miércoles 25 de octubre de 2000.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT- 2001 Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2002.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana 060-SEMARNAT-1994, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de mayo de 1994.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana 060-SEMARNAT-1994, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de mayo de 1994.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana 061-SEMARNAT-1994, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.







ANEXO FOTOGRAFICO

ANEXO FOTOGRÁFICO A.1. Terraza forestal

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Ubicación de la cepa</p> | <p>construcción de la cepa</p> |
|  |  |
| <p>Plantación sobre la terraza</p> | <p>Apisonamiento y conformación de la terraza después de la plantación.</p> |
|  |  |
| <p>Árbol a dos semanas de plantado</p> | <p>Aplicación de composta</p> |




ANEXO FOTOGRÁFICO B.1. Reforestación

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Talla de los arbolitos reforestados en 2009.</p> | <p>Mortalidad de arbolitos plantados en 2009</p> |
|  |  |
| <p>Evaluación de los arbolitos plantados en 2008.</p> | <p>Crecimiento anual de los arbolitos reforestados en 2008.</p> |

ANEXO FOTOGRÁFICO C.1. Presas de Morillos

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 1</p> | <p>Presa de Morillos 2</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 3</p> | <p>Presa de Morillos 4</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 5</p> | <p>Presa de Morillos 6</p> |

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 7</p> | <p>Presa de Morillos 8</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 1</p> | <p>Presa de Morillos 10</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 11</p> | <p>Presa de Morillos 12</p> |

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 13</p> | <p>Presa de Morillos 14</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 15</p> | <p>Presa de Morillos 16</p> |
|  |  |
| <p>Presa de Morillos 17</p> | <p>Presa de Morillos 18</p> |



Presa de Morillos 19



Presa de Morillos 20



Presa de Morillos 21



Presa de Morillos 22






Presa de Morillos 23



Presa de Morillos 24







ANEXO FOTOGRÁFICO C.2. Cabeceo de cárcavas

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Limpieza del terreno para la construcción de cabeceo de cárcava a base de morillos.</p> | <p>Derribo de arbolado muerto para la construcción del cabeceo de cárcava.</p> |
|  |  |
| <p>Cabeceo de cárcava en sitio 1, con 125.18 m².</p> | <p>Cabeceo de cárcava en sitio 2 con 25.21 m².</p> |







ANEXO FOTOGRÁFICO D.1. Canal de desviación

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Panorámica del canal de desviación, visto desde la ladera de enfrente.</p> | <p>Detalle del canal de desviación, nótese la sección parabólica.</p> |
|  |  |
| <p>Foto del canal a la altura del punto 0+220. Nótese el material lutita deleznable en el fondo.</p> | <p>Foto del canal de desviación en el punto 0+335. Obsérvese el material calizo altamente permeable.</p> |







ANEXO FOTOGRÁFICO D.2. Obras transversales en zona de derrubio

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Zona de derrubio antes de los trabajos</p> | <p>Terrazas de formación sucesiva a base de morillos.</p> |
|  |  |
| <p>Panorámica de estabilización de la zona de derrubio.</p> | <p>Barrera de morillos en la parte de cabecera de la zona de derrubio.</p> |
|  |  |
| <p>Secuencia de barreras para formación de terrazas</p> | <p>Zona de derrubio con trabajo de estabilización.</p> |

ANEXO FOTOGRÁFICO D.3. Barreras de morillos y material muerto

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Ladera degradada en donde se programaron las barreras de morillos.</p> | <p>Proceso de construcción de una barrera de morillo.</p> |
|  |  |
| <p>Barrera de morillo para contención de azolve e incremento a la infiltración y regulación del flujo hídrico.</p> | <p>Algunas barreras en el proceso de trabajo del área.</p> |
|  |  |
| <p>Panorámica de tratamiento de una ladera con barreras de morillos.</p> | <p>Tratamiento de la ladera de la foto 3309 en esta misma página.</p> |

ANEXO FOTOGRÁFICO E.1. Zanjas – Bordo

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Detalle de la zanja trinchera en el sitio de acampar (Sitio1).</p> | <p>Panorámica de las zanjas trinchera en el sitio de acampar (Sitio 1).</p> |
|  |  |
| <p>Detalle de la zanja trinchera en un pequeño sitio libre de renuevo Sitio 2.</p> | <p>Vista de 17 zanjas trinchera en sitio 3.</p> |
|  |  |
| <p>Detalle de la zanja trinchera en el sitio de acampar (Sitio1).</p> | <p>Panorámica de las zanjas trinchera en el sitio de acampar (Sitio 1).</p> |

ANEXO FOTOGRÁFICO Mantenimiento

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Mantenimiento de la terraza.</p> | <p>Reconformación de la terraza.</p> |
|  |  |
| <p>Reacomodo de barreras muertas</p> | <p>Reacomodo de barreras muertas</p> |
|  |  |
| <p>Reforzamiento de presa de morillos</p> | <p>Reforzamiento de presas de morillos</p> |

ANEXO II. EVALUACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA

Derivado del recorrido realizado en el mes enero de 2010 en el predio El Taray, se pudo recopilar información e imágenes de los trabajos que se han venido realizando en el predio en cuestión.

REFORESTACIÓN 2008.



La reforestación del año 2008 (46 ha) presenta una sobrevivencia estimada en 71.3%, para la única especie plantada (*Pinus cembroides*), la talla promedio de los arbolitos es de 13.7 cm. Estos datos corresponden a una muestra tomada de 143 arbolitos en la parte media del área reforestada.

Mortalidad: Se asume que la mortandad de las plantas es debido a una falta de compactación de la tierra al momento de ser plantadas, así como a la profundidad en que quedó el cuello de la raíz, lo que le provocó pudriciones en el tallo y su muerte.

Estado sanitario: En las plantas no se observó la presencia de plagas o enfermedades que pudieran poner en riesgo su salud, que ameriten un manejo sanitario o el control con insecticidas o fungicidas, actividad que se evitará en todo momento.

Replantes por mortalidad: Debido a que se presentó un porcentaje de mortalidad, se realizaron replantes, exclusivamente para reponer los arbolitos que no sobrevivieron. De estos arbolitos plantados, se tiene una sobrevivencia del 100 %, con una talla promedio de 5.48 cm, tomados de una muestra de 50 individuos.

REFORESTACIÓN 2009.

La reforestación del año 2009 (4 ha) presenta una sobrevivencia estimada en 75.5%, para la única especie plantada (*Pinus cembroides*), la talla promedio de los arbolitos es de 9.5 cm. Estos datos corresponden a una muestra tomada de 143 arbolitos en la parte media del área reforestada.



Mortalidad: Se asume que la mortandad de las plantas es debido a una falta de compactación de la tierra al momento de ser plantadas, así como a la profundidad en que quedó el cuello de la raíz, lo que le provocó pudriciones en el tallo y su muerte.

Estado sanitario: En las plantas no se observó la presencia de plagas o enfermedades que pudieran poner en riesgo su salud, que ameriten un manejo sanitario o el control con insecticidas o fungicidas, actividad que se evitará en todo momento.