

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



**OBRAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR EL CAMBIO DE
USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES EN CHIAPAS.**

**Por:
ROGELIO VÁZQUEZ RUIZ**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, ENERO 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

OBRAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL PARA EL CAMBIO DE
USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES EN CHIAPAS.

PRESENTADA POR:
ROGELIO VÁZQUEZ RUIZ

TESIS

Que somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobado

El presidente del jurado



MC. Alejandra del R. Sánchez Escobar.

Vocal



MC. Juan M. Cepeda Dovala.

Vocal



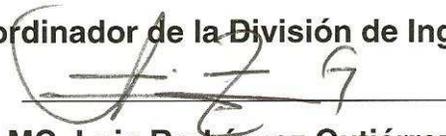
Dr. Ángel R. Cepeda Dovala.

Vocal suplente



Dr. J. Jesús Rodríguez Sahagún.

El coordinador de la División de Ingeniería



MC. Luis Rodríguez Gutiérrez.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Enero 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la vida, por poner en mi camino a personas maravillosas y por las bendiciones y los regalos que recibo día tras día, agradezco al único ser que nos brinda amor, cariño, protección y paz en todo momento, sin importar lo que hagamos o dejemos de hacer, gracias padre Jesucristo por haber cuidado de mí y de los seres que más quiero en la vida.

A MI ALMA TERRA MATER

Por la gran oportunidad que me brindo para ser orgullosamente uno de sus Profesionistas más en esta humilde y excelente Universidad asimismo, poner en lo más alto a nuestra Narro demostrando que estamos preparados y bien hechos para enfrentarnos a la vida actual.

A LA MC. ALEJANDRA ESCOBAR

Con respeto y admiración, le doy las gracias de todo corazón por su humildad y paciencia que presento durante la revisión de este trabajo de tesis así como su valiosísima aportación que me brindo para que este trabajo saliera adelante.

A MIS SINODALES

DR. ANGEL R. CEPEDA DOVALA

MC. JUAN M. CEPEDA DOVALA

DR. JOSÉ DE JESÚS RODRÍGUEZ S.

A mis sinodales, gracias por darme la oportunidad y el tiempo que me han dedicado para revisar este trabajo, Por brindarme su amistad y su dedicación en el desarrollo les estoy agradecido por ser muy buenas persona conmigo.

A LA CONAFOR

Gracias al apoyo de esta dependencia realice mi trabajo de investigación. Estoy muy agradecido a los ingenieros: Francisco "Paco" Ibáñez, Juan Carlos Cal y Mayor, a la ingeniera Adriana, al Biol. Salvador "Chava" Gutiérrez y la Biol. María Elena Pola, que con quienes inicie una amistad durante mi estancia en el departamento de conservación y restauración de suelo en la Gerencia Estatal en Chiapas de la CONAFOR, y por sus valiosos consejos.

A MIS COMPAÑEROS

De la carrera de Ingeniería Agrícola y Ambiental de mi generación: a cada uno de ellos por su amistad, respeto y apoyo para lograr mis metas propuestas gracias por todo, admiro, respeto, y confió en que cada uno de ustedes serán al igual que yo muy buenos profesionistas.

A MI FAMILIA

Por ser más de lo que les pedí y de lo que en algunas ocasiones merecía. Por dar más de lo que necesité. Por brindarme todo lo que me hizo falta antes de que lo notara, antes de que lo pidiera. Por valerse de sus experiencias para enseñarme el valor de prever. Por tener la paciencia que tantas veces he necesitado. Les agradezco principalmente por haberme dejado ser, porque estoy orgulloso de quién soy y de quien he sido.

A MIS COMPAÑEROS DE CUARTO Y CUATES

Mariano, Alexander y Alexander, Pedro, Luis Antonio, Alfredo, Carlos Ma., Luis Enrique, Alejandro y Jorge, por ser pacientes conmigo, por ayudarme a seguir adelante y darme su apoyo, además de compartir las angustias y gratificaciones durante estos años de estudios.

DEDICATORIAS

A MIS ABUELOS:

Sr. Julián Ruiz Astutillo

Sra. Rosa Vidal Castro

A la mujer que con su entereza me enseñó lo que es vivir; a saborear el triunfo y la derrota, y que con su ánimo y consejo volvió a darme el empuje para seguir adelante. A ella, que supo ser Madre y Padre y aunque hubo momentos difíciles, Siempre tuve su apoyo ante todo. Gracias a usted, hoy veo convertirse en realidad lo que antes era sólo ilusión.

A ti abuelito que desde el cielo yo sé que me mandaste muchas bendiciones y ánimos para salir adelante en cada obstáculo que se me presentó en la vida.

A MIS PADRES:

Sr. Rosauro Vázquez Clemente

Sra. Egelayde Ruiz Vidal

Por ser la luz de mi vida, razón de mi existencia y por darme lo mejor ustedes son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación entre otros, son a quienes debo todo, horas de consejos, de regaños, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento muy orgulloso gracias a estos seres maravillosos que me han inculcado al camino del bien por sus consejos y por la confianza que depositaron en mí, así como los sacrificios que ellos realizaron para que yo pudiese concretar satisfactoriamente mi estudio Profesional, ellos significan para mí la inspiración de seguir adelante a pesar de los obstáculos que yo tenga en la vida. Gracias a ustedes he cumplido mi sueño y no importa que a veces me encuentre lejos yo siempre los llevaré presente en el corazón y en la mente”.

AMIS HERMANOS

Alfredo, Rosaurito y Teresita

A ustedes les dedico porque han estado a mi lado, han compartido aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar, me han demostrado un amor inigualable y son capaz de sacrificarse por el bien de la familia.

A MIS SOBRINITAS.

Carla Montserrat y Diana Sarahí que son unos pequeños angelitos muy tiernos que Dios me los cuide siempre.

A MIS TIOS Y TIAS

En especial a Ma. Angelina, Mauricio, Evaristo A. y Julio César gracias porque nunca dudaron de mi capacidad y siempre me incentivaron a seguir adelante. Gracias tíos por sus consejos y por su forma tan especial de hacerme sentir bien en las peores circunstancias; gracias tía por su fortaleza en los momentos más difíciles, sin saberlo me ha enseñado mucho. gracias por sus valiosos consejos y depositar su confianza en mí para ser un hombre de bien y ser un hijo mas entre ustedes, los quiero mucho y que Dios me los cuide siempre.

A MIS PRIMOS

Ángel de Jesús, Leonel Enrique, Luis Fernando, Fabricio, Ma. Guadalupe, Odalis, Julio Cesar, Rafael y Ana Lilia, Por extenderme la mano cuando los necesité, por ser buenos consejeros, por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí y mantenerme siempre en pie de lucha sin importar los obstáculos que se me cruzaran en el camino.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS

*Que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, **Jorge Luis** un amigo por siempre, un amigo que quiero como a un hermano que ha vivido conmigo todas esas aventuras durante nuestra estadía en la UAAAN, **Elmer**, gran amigo quien me acompañó en toda la carrera universitaria, compartiendo grandes momentos y recuerdos y brindándome todo su apoyo y **Paulina** por brindarme su amistad y apoyo.*

A MI NOVIA

*Srita. **Ada Luz Flores Rodríguez** Por tu paciencia, comprensión y empeño, por ser tal y como eres, por ser la que siempre me daba ánimos y me hacía sonreír, por todo el cariño, amor y confianza que has depositado en mí a pesar de la distancia, gracias por demostrarme que a pesar de que hubieron derrotas, la batalla no estaba perdida, pero sobre todo gracias por darme ese Amor incondicional. Que Dios te bendiga hoy, mañana y siempre.*

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	1
INDICE DE FIGURAS	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos.....	5
1.1.1 Objetivos Específicos	5
1.2 Hipótesis	6
1.3 Justificación	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Definiciones	8
2.2.1 Cuenca hidrográfica.	8
2.2.2 Compensación ambiental.....	8
2.3 Erosión	9
2.3.1 Agentes de erosión.....	10
2.3.2 Tipos de erosión en el área de estudio.....	11
2.3.3 Factores que contribuyen para que se presenten los procesos erosivos	12
2.3.4 Importancia de prevenir y controlar la pérdida del suelo en los predios de este estudio:	13
2.4 Conservación y restauración de suelo.....	14
2.5 Obras para controlar la erosión en cárcavas	14
2.5.1 Presa de ramas.	14
2.5.2 Presa de piedra acomodada	16
2.6 Obras para el control de erosión laminar.....	18
2.6.1 Terrazas de muro vivo.....	18
2.6.2 Terrazas de formación sucesiva.....	21
2.6.3 Terrazas individuales.....	23
2.6.4 Acomodo de material vegetal muerto.....	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26

3.1 Criterios para la evaluación del predio para el diseño de las obras de suelo.....	26
3.2 Equipo de trabajo:.....	27
3.3 Metodología de evaluación en el área de estudio	27
3.3.1 Actividades en oficina.....	28
3.3.2 En campo.	28
3.4 Ubicación Geográfica.	29
3.5 Evaluación de obras llevado a cabo en los Ejidos.....	29
3.5.1 La Sierrita.....	29
3.5.2 El Palmarcito	30
3.5.3 El Oriente.	31
3.5.4 Toninchihuan.....	32
3.5.5 Piedra Parada	33
3.5.6 La Flor lote I	34
IV. RESULTADOS	35
4.1 El Palmarcito	35
4.2 La Sierrita	37
4.3 El Oriente.....	38
4.4 Toninchihuan	40
4.5 Piedra Parada.....	41
4.6 La Flor lote I.....	42
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
VI. LITERATURA CITADA:	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores referentes al intervalo vertical o desnivel e intervalo horizontal o espacio entre hileras recomendables.....	20
Cuadro 2. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelos en el Ejido El palmarcito.....	36
Cuadro 3. Análisis Cartográfico.....	36
Cuadro 4. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido La Sierrita.....	37
Cuadro 5. Análisis cartográfico.....	38
Cuadro 6. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido El Oriente.....	39
Cuadro No. 7 Análisis cartográfico.....	39
Cuadro 8. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido Toninchihuan.....	40
Cuadro 9. Análisis cartográfico.....	41
Cuadro 10. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en El Ejido Piedra Parada.....	42
Cuadro 11. Análisis cartográfico.....	42
Cuadro 12. Evaluación de obras de restauración de suelo en El Ejido La Flor Lote I.....	43
Cuadro 13. Análisis cartográfico.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía presa de piedra en el Ejido La Sierrita.....	16
Figura 2. Fotografía terrazas de muro vivo en el Ejido El Oriente.....	19
Figura 3. Fotografía terrazas de formación sucesiva en el Ejido El Oriente.....	22
Figura 4. Foto terrazas individuales con reforestación.....	24
Figura 5. Fotografía acomodo de material vegetal muerto.....	25
Figura 6. Áreas Prioritarias del estado de Chiapas.....	29
Figura 7. Ejido La Sierrita.....	30
Figura 8. Ejido El Palmarcito.....	31
Figura 9. Ejido El Oriente.....	32
Figura 10. Ejido Toninchiuan.....	33
Figura 11. Ejido Piedra Parada.....	33
Figura 12. Ejido La Flor Lote I.....	34
Figura 13. Fotografía presencia de deslaves en la región del Soconusco del Estado de Chipas.....	44
Figura 14. Fotografía presencia de deslaves Los Altos del Estado de Chiapas.....	44

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos del Estado de Chiapas presentan, entre otros, un gran problema; la erosión del suelo, debido a que grandes extensiones están sometidas a procesos naturales como la alta precipitación que se experimenta en esta zona por lo consecuente está regida por la actividad de los huracanes, aunado a estos, la influencia del hombre, como la tala clandestina de los bosques y selvas han alterado drásticamente el ecosistema. Estas malas actividades permiten que el suelo se encuentre vulnerable a la erosión hídrica o eólica, dejando problemas graves como: la transformación de cárcavas, desborde de montañas lo que provoca grandes inundaciones por el arrastre de enormes cantidades de partículas de suelo, como se ha vivido en la actualidad. (García, 2010)

De ahí la importancia de la toma de conciencia y conocimientos básicos sobre la conservación y restauración de suelo, sobre todo para el Ingeniero Agrícola y Ambiental que están llamados a tomar decisiones futuras en torno al manejo de recursos naturales como el agua, suelo y vegetación.

La combinación de alta pluviosidad (precipitaciones anuales de 1 000 a 4 000 mm), topografía accidentada, diferentes tipos de suelo (como regosoles, leptosoles, luvisoles, nitisoles y cambisoles) y prácticas agropecuarias inadecuadas (sobrepastoreo, agricultura intensiva), hacen que algunos Municipios del Estado de Chiapas represente una de las zonas propensas a erosión hídrica. Hay que resaltar que el período de lluvias es de mayo a octubre; los meses más lluviosos y con mayor erosión son agosto y septiembre, es por ello que en el estado de Chiapas la CONAFOR ha visualizado el manejo integral de cuencas como alianza para el campo que asigna recursos a proyectos que consideren el manejo integral de los recursos tomando como base a los predios afectados como unidad de planeación, es por esto que es importante que se tenga muy claro dicho concepto, de manera tal que las acciones que se propongan en cada uno de

los proyectos consideren el efecto que sobre todos los componentes del sistema traerá su implementación. (INIFAP, 2006).

La erosión de los suelos es un problema que a todos nos atañe, ya que todos utilizamos productos procedentes de él. Cabe mencionar que el aumento de la población y el aumento del nivel de vida ocasionan una mayor demanda de estos recursos, por lo que se debería dar un uso racional y preservador de modo que no se sobreexplota el suelo, protegiendo la vegetación. Esto llevaría consigo mismo a disminuir los problemas ocasionadas por las lluvias tales como derrumbes e inundaciones.

Hay que resaltar que el Suelo es un recurso natural y que su proceso de formación tarda cientos de años, además su importancia radica en que ejerce funciones de soporte biológico en los ecosistemas terrestres; interviene en los ciclos de carbono, azufre, nitrógeno y fósforo como parte fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, funciona como filtro y amortiguador que retiene sustancias, protegiendo las aguas subterráneas y superficiales contra la penetración de agentes nocivos.

A los agricultores que habitan en los ejidos pueden no percibir que la deforestación es lo que origina la erosión y ésta provoque problemas a medida que adapta sus prácticas a las necesidades de la familia. En los predios del ejido El Oriente y Toninchihuan, además del ejido La Sierrita, La Flor Lote I, Piedra Parada, ya comenzaron a ejecutar obras de conservación y restauración de suelo con el objetivo de mitigar y reducir los problemas de erosión.

1.1 Objetivos

- Conocer la importancia que tiene la prevención y control de la pérdida de suelo en los predios de estudio.
- Conocer los criterios que se deben de tomar en cuenta para la evaluación de los predios donde se construirán las obras de conservación y restauración de suelo.

1.1.1 Objetivos Específicos

- a) Evaluar las obras y prácticas construidas en los predios; La Sierrita, Municipio (Mpio.) de Villa Corzo, El Palmarcito, Mpio. de Pijijiapan, El Oriente y Toninchihuan Mpio. de Motozintla, La Flor Lote I, Mpio. de Villa Comaltitlan y Piedra Parada, Mpio. de Cacahoatán, situados en el Estado de Chiapas
- b) Ubicar geográficamente las obras de conservación y restauración
- c) Reportar la ejecución de los avances de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelo.

Palabras claves: Erosión, Compensación, Ambiente, Conservación de suelos, Restauración, Precipitación, Terrazas de formación sucesivas, Cárcavas.

1.2 Hipótesis

La construcción de obras de conservación y restauración de suelo disminuirán los problemas de erosión en áreas que se encuentren afectadas o que sean vulnerables, regenerando en el transcurso del tiempo las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la biodiversidad que antes existía.

1.3 Justificación

De acuerdo a la topografía accidentada, alta pluviosidad, tala inmoderada, sobrepastoreo y el uso irracional del suelo por la mala actividad agrícola hace que la erosión hídrica arrastre partículas de suelo originando precisamente derrumbes, inundaciones, generando a que grandes cantidades de suelo se estén perdiendo continuamente y que gran cantidad de especies forestales, así como también la fauna silvestre vayan desapareciendo dejando más vulnerable el suelo de sufrir cambios negativos, es por ello que es necesario llevar a cabo un programa integral de conservación y restauración de suelos en áreas afectadas para disminuir los problemas antes mencionados de modo que debemos considerar las prácticas de conservación y restauración de suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

El hombre ha utilizado de forma irracional la madera para la construcción de herramientas y estructuras, asimismo los subproductos generados en la producción han sido primordial para el desarrollo de la sociedad como ahora la conocemos.

No hace mucho, el aprovechamiento de los recursos naturales se ha realizado sin tener muy en cuenta los graves daños que ésta podía generar. Hoy no podemos ignorar los efectos perjudiciales que el aprovechamiento forestal ha generado en el suelo así como en el medio ambiente. La reducción drástica de las zonas verdes a causa de la sobre explotación de selvas y el mismo suelo sin aplicar programas específicos de conservación. Muchas zonas han sido alteradas y es prácticamente imposible recuperarlas aumentando la desertificación de grandes espacios debido a una inadecuada planificación de conservación y reforestación sin tener en cuenta los efectos erosivos en el ámbito local por destrucción de la fauna, ya sea por eliminación de lugares o descuido en las labores de conservación, que han llevado a pérdida de enormes extensiones de suelo y vegetación por dejadez (Nuria, 2003).

Las consecuencias inmediatas de todo esto nos hará buscar soluciones para mantener el medio ambiente, sin generar modificaciones drásticas. Generalmente se exige compensar la pérdida de identidad propia del entorno mediante acciones complementarias encaminadas a la mejora del medio natural circundante.

2.2 Definiciones

2.2.1 Cuenca hidrográfica.

Como punto de partida es conveniente establecer algunas definiciones básicas. Una cuenca hidrográfica es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, la superficie total de tierras en un punto de un curso de agua o río. (Sheng, 1992).

Usualmente una cuenca se ordena y maneja para una finalidad específica. Las razones pueden ser la restauración y control de áreas alteradas, controlando la erosión y sedimentación; otra podría ser la producción hídrica para uso doméstico, hidroeléctrico o irrigación o también para obtener un uso múltiple combinado de los diferentes recursos.

Ordenación de cuencas hidrográficas: La ordenación de una cuenca hidrográfica es el proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción que incluye el manejo de los recursos de la cuenca para la obtención de bienes y servicios, sin afectar negativamente a los recursos suelo y agua. (Sheng, 1992).

2.2.2 Compensación ambiental.

La compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales se refiere a una serie de actividades de restauración, tales como el control de la erosión laminar, la implementación de obras de captación de agua de lluvia complementadas con reforestación, además de acciones de mantenimiento. Estas acciones tienen como objetivo propiciar el desarrollo de zonas reforestadas y así compensar la vegetación dañada por los cambios de uso de suelo.

2.3 Erosión

Duarte y Couso (1994), definen la erosión como el proceso de remoción, desprendimiento y arrastre de las partículas de suelos por el agua o por el viento, provocando muchas veces la disminución irreversible de su capacidad.

Por otra parte Morgan (1995), Lo define como el proceso con dos fases consistentes en el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, como las corrientes de agua y el viento.

Benítez (1998), define la erosión como un fenómeno que consiste en el arrastre de materiales del suelo por efecto del agua o por el viento.

Para Núñez (2001), la erosión es el desprendimiento y arrastre de partículas finas (arenas, limos y arcillas), ligado a factores geológicos, geomorfológicos, antrópicos, hídricos o eólicos. Las partículas finas son desprendidas y arrastradas por agua de escorrentía. Posteriormente, sedimentan en áreas bajas y depresionales, o son conducidas al mar.

De acuerdo a las definiciones anteriores y enfocadas a este trabajo la erosión se define como la disminución de la capacidad productora del suelo por su pérdida total o parcial, ya sea provocada por el viento o el agua generando el arrastre de masas de suelo hasta su sedimentación.

2.3.1 Agentes de erosión.

La pérdida del suelo por efectos del agua se denomina

- a) Erosión hídrica: ocurre cuando el suelo no es capaz de infiltrar toda el agua que cae sobre la superficie, ocasionando escorrentía. Este tipo de erosión es frecuente en suelos de ladera o inclinados y suelos desnudos desprotegidos.

El agua es un erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos.

El transporte del suelo por acción del viento se denomina

- b) Erosión eólica: este tipo de erosión se presenta en suelos que se encuentran en zonas áridas o cuando son sometidos a un periodo prolongado de sequía.

El viento es otro de los agentes de la erosión, en particular en terrenos secos y sin vegetación. El suelo desprovisto de la cortina protectora que forman los árboles, es víctima de la acción del viento que pule, talla y arrastra las partículas de suelo.

- c) Incendios forestales: constituyen una de las cosas significativas de la deforestación y la degradación de los ecosistemas, el origen de los problemas generados por los incendios radica fundamentalmente en la irresponsabilidad de algunas personas, ya que el 90% de los incendios es provocada por el hombre. Los incendios afectan de manera negativa al medio ambiente por la deforestación, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la generación de CO₂.

2.3.2 Tipos de erosión en el área de estudio

Erosión laminar. Consiste en la remoción de capas delgadas y más o menos uniformes de suelo sobre toda un área. A través de su acción comienza a tornarse de color más claro el suelo superficial por efecto de la remoción del horizonte A, y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva.

Los terrenos con escasa cubierta vegetal protectora están siempre expuestos a sufrir este empobrecimiento, en menor a mayor grado, según sean sus condiciones de pendiente y la distribución y volumen de las lluvias. La erosión laminar se debe, especialmente, al desprendimiento más o menos uniforme de partículas en toda una área, ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo mal protegido y al arrastre posterior de dichas partículas por la escorrentía.

La erosión laminar es especialmente perjudicial por su acción selectiva sobre las partículas del suelo. Arrastra primero la porción más liviana de esas partículas, especialmente si los aguaceros que caen en la zona son de mediana o reducida intensidad.

Erosión en cárcavas. Se presenta generalmente cuando hay una gran concentración de la escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año tras año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas corrientes de gran volumen y velocidad.

En casos excepcionales, en terrenos muy erosionables, puede formarse una cárcava en el transcurso de un aguacero. Cuando los diferentes horizontes del suelo son de material consistente uniforme, la cárcava se desarrolla con paredes más o menos verticales, y si el material es muy friable, está sujeto a frecuentes derrumbes.

2.3.3 Factores que contribuyen para que se presenten los procesos erosivos

- a) El agua de lluvia y sus características hidrodinámicas: como el tamaño de la gota de lluvia y la velocidad de caída terminal, al impactar en el suelo, especialmente el que carece de cobertura vegetal. (Hudson, 1973).

También influyen las características de intensidad, o cantidad de milímetros de lluvia por unidad de tiempo: el tiempo que dura el evento pluvial desde que se inicia hasta que concluye, y la frecuencia o regularidad con la que se presenta un evento pluvial, intensidad y duración. (Luque, 1981).

- b) La pendiente de los terrenos medida en porcentaje; en la medida en que se incrementa el ángulo de la pendiente, longitud y su conformación fisiográfica (pendientes simples y complejas), se incrementa la susceptibilidad de las partículas finas del suelo de ser arrastradas por el agua de lluvia, en forma laminar.
- c) La ausencia de cobertura vegetal: este factor favorece el impacto directo de las gotas de lluvia en los suelos, acelerando los procesos erosivos por salpicamiento de agua de lluvia y por escorrentía laminar.
- d) La condición textural del suelo: los suelos en los que predomina gran cantidad de partículas finas como limos y arcillas, calificados sobre su base porcentual como franco arcilloso limoso, franco arcilloso y franco limoso, son más susceptibles a la erosión hídrica por el impacto de gotas de lluvia.
- e) El uso de la tierra: algunos cultivos hortícolas favorecen los procesos erosivos. Este sistema de uso de tierra deja la parte superior del suelo desprovista de la protección que brinda la cobertura vegetal.

2.3.4 Importancia de prevenir y controlar la pérdida del suelo en los predios de este estudio:

Debido a la topografía accidentada, poca cobertura vegetal, alta precipitación, presencia de cárcavas y el tipo de suelo genera que en los predios: Piedra Parada, Toninchihuan, El Oriente y La Sierrita presenten vulnerabilidad a la erosión hídrica, por lo que es recomendable prevenir o controlar la erosión presente en estos suelos.

En los predios además presentan poca cobertura vegetal lo que permite a que el impacto de las gotas de lluvia al suelo sea más fuerte y desplace partículas de suelo a 1.2 metros de distancia, por lo contrario con cobertura vegetal, disminuiría la fuerza de la caída de lluvia favoreciendo la permanencia del suelo.

Hay que mencionar para que se erosione el suelo más rápido hasta llegar a la formación de cárcavas, dependerá mucho de la pendiente del terreno y la precipitación así como el tipo de material del suelo en que presente.

Estos aspectos son importantes de considerar ya que en caso de presentar estas características estarían muy expuestas a sufrir deslaves originando grandes problemas tanto a la población como al medio ambiente por lo que es difícil de recuperar el equilibrio ecológico.(Cardoza Vázquez, 2007).

2.4 Conservación y restauración de suelo

El objetivo principal de la conservación y restauración del suelo es obtener el máximo nivel de producción sostenido de un área de terreno dado, manteniendo las pérdidas de suelo por debajo de un nivel umbral, el cual teóricamente permite equilibrar la tasa de erosión con la tasa de formación de suelo y la protección de la cobertura vegetal.

Conservación de suelo. Conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación y mantener la productividad potencial de los suelos.

Restauración de suelo. Conjunto de obras y prácticas para la rehabilitación de los suelos que presentan diferentes niveles de degradación, los cuales se implementan a corto, mediano y largo plazo.

2.5 Obras para controlar la erosión en cárcavas

2.5.1 Presa de ramas.

Es una estructura pequeña, construida con ramas entretrejidas, en forma de barreras, que se coloca en sentido transversal a la pendiente para controlar la erosión en cárcavas.

a) Elementos de diseño. Las presas de ramas se pueden utilizar para el control de la erosión en cárcavas pequeñas que se deben identificar previamente en recorridos de campo, en específico en áreas que dispongan de material vegetal muerto (ramas, troncos, producto de podas, incendios o aprovechamientos forestales).

b) Espaciamiento. El espaciamiento entre presas se debe calcular de acuerdo con la altura efectiva y la pendiente de la cárcava. La fórmula utilizada para estimar la distancia entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} \times 100$$

Donde:

E= espaciamiento entre presas (m)

H= altura efectiva de la presa (m)

P= pendiente de la cárcava (%)

c) Proceso de construcción. Se debe iniciar con la construcción de una zanja transversal a la cárcava, con medidas de 0.30 m de ancho, 0.25 m de profundidad, ampliando la longitud de la zanja hacia los taludes de la cárcava. Posteriormente, se debe colocar una hilera de estacas con una longitud a 1.5 veces la altura total de la presa, más de 0.10 m de diámetro y que se anclen al suelo en forma transversal a la cárcava.

Después se debe proceder a formar la barrera. Para ello en la zanja construida se colocan las ramas de mayor longitud, diámetro y peso. Luego se colocan ramas flexibles entretrejidas entre si y adheridas a la hilera de estacas base con la ayuda de alambre para unir la estructura, además ésta deberá quedar empotrada por lo menos 0.25 m en las áreas laterales de la cárcava.

Las presas de ramas deben tener una parte que funcione como vertedor, ubicada en el centro, es conveniente que la altura efectiva de las presas de ramas no sea mayor a un metro. Se recomienda compactar la base de la presa. Asimismo, los materiales a utilizar deben ser residuo vegetal muerto. Por último se recomienda construir un delantal con ramas, troncos o piedras acomodado en el fondo de la cárcava.

2.5.2 Presa de piedra acomodada

Es una estructura construida con piedras acomodadas, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas (Figura 1).

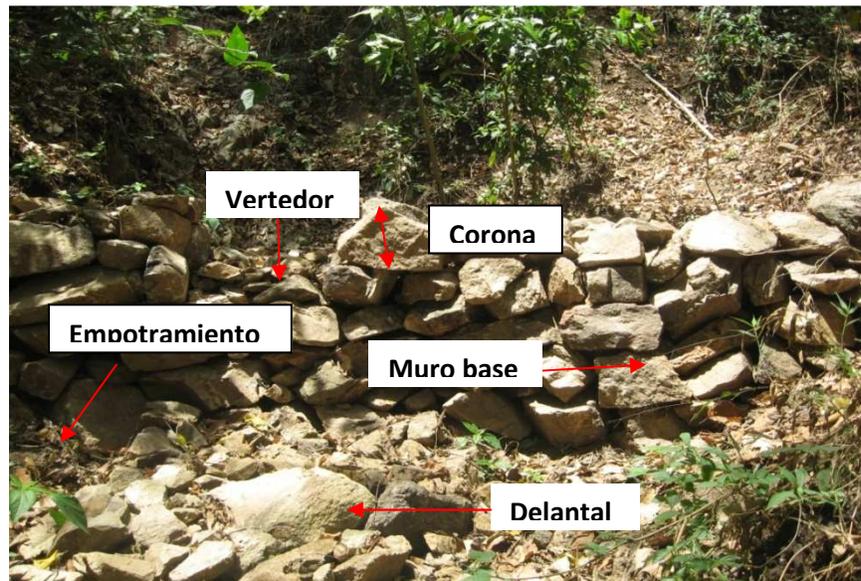


Figura 1. Fotografía presa de piedra en el Ejido La Sierrita.

a) Elementos de diseño. Para construir presas de piedra acomodada se debe identificar previamente los sitios donde se ubicarán, así como considerar la disponibilidad de piedra en dicha zona.

Las dimensiones de una presa de piedra acomodada dependen de la pendiente o grado de inclinación que presente la cárcava, así como de la profundidad y cantidad de escurrimientos superficiales. La obra se recomienda para cárcavas con pendientes moderadas donde la superficie del área de escurrimiento genere flujos de bajo volumen, ya que son estructuras pequeñas. En promedio miden entre 1.2 metros y 2.5 metros de altura, dependiendo de las dimensiones de la cárcava. En cuanto a su ancho, de preferencia se deben ubicar en sitios no mayores de 7 metros.

b) Espaciamiento. El espaciamiento entre presas se calcula de acuerdo con la altura efectiva de la presa y la pendiente de la cárcava. Por lo general, se recomienda construir una presa con separación pie-cabeza. La distribución de las presas de piedra depende de las características topográficas que presente el terreno, del tipo de suelo, pendiente y grado de erosión que se encuentre en el sitio donde se aplicará la práctica. La fórmula utilizada para estimar la distancia entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} \times 100$$

Donde:

E= espaciamiento entre presas (m)

H= altura efectiva de la presa (m)

P= pendiente de la cárcava (%)

c) Cimentación y empotramiento. La actividad inicial para la construcción de las presas de piedra es la excavación de una zanja en el fondo y partes laterales de la cárcava. Dependiendo de las dimensiones de la presa se establecen la profundidad de la zanja, la que se recomienda sea de un cuarto de la presa y con un ancho ligeramente mayor al grosor de esta misma. Es conveniente que el fondo este bien nivelado y durante el acomodo de presas para la cimentación se debe procurar que el material quede colocado lo más estable posible, se debe buscar el ángulo de reposo, es decir, la parte de mayor peso debe quedar hacia abajo.

d) Formación de la estructura. Los métodos de construcción dependen del tipo de piedra que se disponga. Si las piedras son planas solo se acomodan unas sobre otras siguiendo las dimensiones iniciales para formar una barrera de la misma anchura y con paredes rectas y estables. En cambio, si se

cuenta con piedra bola se recomienda colocar la parte de mayor peso hacia abajo. No es conveniente utilizar piedras que se desmoronen y sean de bajo peso.

Primer paso: formación de la estructura es la construcción de un muro de 0.75m a un metro de ancho en promedio, que se extiende a lo ancho de la cárcava abarcando los taludes laterales excavados para el empotramiento. Durante la construcción del muro base, se debe formar el vertedor el cual es una sección rectangular que sirve para encauzar el paso de los volúmenes de agua.

Segundo paso: se forma el talud aguas abajo, con el fin de dar mayor resistencia a la estructura ante la fuerza de las corrientes que impactan en las paredes de la presa. Se recomienda construir un delantal con piedra acomodada aguas abajo para evitar la erosión hídrica provocada por la caída del agua.

2.6 Obras para el control de erosión laminar

2.6.1 Terrazas de muro vivo.

Son terraplenes que se forman gradualmente, a partir del movimiento de suelo que se da durante las labores de cultivo en terrenos de ladera y es retenido por setos de diversas especies de árboles o arbustos que se establecen siguiendo curvas a nivel como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Fotografía terrazas de muro vivo en el Ejido El Oriente.

a) Elementos de diseño. Para diseñar las terrazas de muro vivo se deben conocer previamente la pendiente del terreno y la cantidad de lluvia anual que se presenta en el lugar. Con estos datos se determina el espacio entre hileras.

b) Espaciamiento. La fórmula considera la pendiente y la precipitación anual para determinar el espacio entre terrazas:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) \times 0.305$$

Donde:

IV= intervalo vertical (m)

P= pendiente del terreno (%)

3= factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1, 200 mm.

4= factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1, 200 mm.

0.305= factor de conversión de pies a metros.

El intervalo horizontal se estima de la siguiente manera

Donde:

$$IH = \frac{IV}{P} \times 100$$

IH= intervalo horizontal (m).

IV= intervalo vertical (m).

P= pendiente del terreno (%).

En el Cuadro 1. se presentan algunos valores como datos de referencia para obtener el desnivel (intervalo vertical) y distancias entre hileras (intervalo horizontal) que se recomiendan en función de la pendiente del terreno y la cantidad de lluvia presente en el lugar donde se efectuará la obra.

Cuadro 1. Valores referentes al intervalo vertical (desnivel) e intervalo horizontal (espacio entre hileras) recomendables.

Pendiente	intervalo vertical		intervalo horizontal	
	menor a 1 200 mm*	mayor a 1 200 mm*	menor a 1 200 mm*	mayor a 1 200 mm*
2	0.81	0.76	40.5	38
5	1.11	0.99	22.2	19.8
10	1.62	1.37	16.2	13.7
15	2.13	1.75	14.2	11.6
30	3.66	2.9	12.2	9.7
40	4.67	3.66	11.7	9.2
50	5.69	4.67	11.4	8.8

*Cantidad de lluvia promedio anual para cada lugar.

c) Trazo para la construcción del seto. El trazo se efectúa mediante el uso del aparato "A". En terrenos donde la pendiente es uniforme, se establece la línea de máxima pendiente, dependiendo el grado de inclinación, se determina la separación entre cada línea, marcando con una estaca a lo largo de la línea divisora y luego, en cada una de ellas, al trazo en curvas a

nivel marcando el terreno con estacas y en base a ellas se construya un pequeño surco.

En el caso de terrenos que presentan variabilidad en la pendiente es necesario ubicar zonas con pendientes iguales y en cada una de ellas efectuar los trazos antes mencionados.

d) establecimiento de seto o cerco vivo. Plantación por estacas. Se lleva a cabo a partir de estacas que se recolectan de arboles que son de rápido crecimiento. Las estacas deberán tener una longitud de 0.30 – 0.40 m. Se recomienda que se coloquen a distancias de 0.25 m entre estaca y estaca en forma lineal, sobre curvas a nivel.

Se recomienda utilizar especies nativas que cumplan con los siguientes requerimientos:

- ✓ De rápido crecimiento.
- ✓ Que no compitan por la luz.
- ✓ Que no sean hospederos de plaga.
- ✓ De fuerte desarrollo radical.
- ✓ Costos promedio para la construcción de presas de ramas

2.6.2 Terrazas de formación sucesiva.

Son terraplenes que se forman, a través del tiempo, por el movimiento del suelo entre bordos, trazados a nivel como se observa en la Figura 3.

a) Elementos de diseño: el proceso de construcción de las terrazas de formación sucesiva consta de las siguientes actividades:

- ✓ Medir la pendiente del terreno
- ✓ Determinar el intervalo vertical y horizontal.
- ✓ Construir las terrazas de formación sucesiva.
- ✓ Compactar el bordo.

- ✓ Plantar especies forestales sobre el bordo.



Figura 3. Fotografía terrazas de formación sucesiva en el Ejido El Oriente.

b) Calculo de pendiente y trazo. Para estimar la pendiente en un terreno se puede utilizar el aparato "A". Posteriormente se traza una curva a nivel y se coloca una línea guía de estacas en la parte alta del terreno.

El espaciamiento o Intervalo vertical es la distancia entre terrazas y depende del desnivel o el grado de inclinación del terreno y la cantidad de precipitación, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) \times 0.305$$

Donde:

IV= intervalo vertical (m)

P= pendiente del terreno (%)

3= factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1, 200 mm.

4= factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1, 200 mm.

0.305= factor de corrección de unidades.

El intervalo horizontal se estima de la siguiente manera:

$$IH = \frac{IV}{P} \times 100$$

Donde:

IH= intervalo horizontal (m).

IV= intervalo vertical (m).

P= pendiente del terreno (%).

100 = factor de conversión.

d) Proceso de construcción. La formación de la terraza inicia con la construcción de un bordo a través del uso de maquinaria o de forma manual (con pico y pala) de acuerdo con las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles.

La profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo y de la pendiente del terreno. Para la formación del bancal se logra con el arrastre de suelo comprendido entre bordos y zanjas y elevando el bordo de contención.

2.6.3 Terrazas individuales.

Son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel con un metro de diámetro promedio. En la parte central de ellas se establece una especie forestal como se aprecia en la Figura 4.

a) Elementos de diseño. Las terrazas individuales se deben construir en suelos con profundidades mayores a 0.30 m. Se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie forestal.



Figura 4. Foto terrazas individuales con reforestación.

b) Proceso de construcción. Para su construcción se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 m de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro, después se procede a excavar la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, de manera que permita almacenar agua de lluvia. El bordo puede reforzarse con piedras u otro material, y dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza. Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 0.10 m de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. El distanciamiento recomendado en el diseño de terrazas individuales es de 3 metros entre cajete y cajete, en método “tres bolillos”.

2.6.4 Acomodo de material vegetal muerto.

Consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal, podas, pre-aclareos, aclareos y material incendiado como se muestra en la Figura 5.

a) Elementos de diseño. Se deben formar cordones siguiendo las curvas a nivel en el terreno, colocando las barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución

de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan.



Figura 5. Fotografía acomodo de material vegetal muerto.

b) Proceso de acordonamiento. Se traza la curva a nivel guía que servirá de base para acomodar el material, posteriormente, se acordona el material procurando que las líneas estén a nivel.

Se asienta el material al suelo, podando las ramas y seccionando los troncos más grandes. La longitud máxima de los cordones es de 50 metros y a esta distancia se debe seccionar de 3 a 4 m y luego continuar con la otra sección. El ancho de la faja debe ser menor a 0.40 m y el alto de la faja debe ser menor a 0.40 m.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Criterios para la evaluación del predio para el diseño de las obras de suelo.

El alto índice de erosión detectado se debe a la alta precipitación que existe en la región donde se encuentra ubicado el predio Toninchihuan, por lo que fue necesario la construcción de la obra tipo: terrazas individuales, terrazas sucesivas, barreras vivas, presas de ramas y reforestación evitando que dicho fenómeno erosivo se presente para la conservación de suelo, flora y fauna.

Se determinó erosión de tipo laminar moderada en el predio El Oriente, se recomendó construir obras de tipo: terrazas de formación sucesiva y barreras vivas hechas en curvas a nivel.

El predio La Sierrita está Ubicado en un área natural protegida y es Zona vulnerable por las colindancias de ser afectadas por incendios y fenómenos meteorológicos. En esta área se recomendó los siguientes tipos de obras: presas de piedra, presas de ramas, acomodo de material muerto hechas en curvas a nivel, brechas corta fuego con la finalidad de evitar que esta área verde se altere por los agentes erosivos.

Los predios antes mencionados se encuentran en:

- Zona de alto riesgo por la topografía accidentada y escasa vegetación existente en partes que son vulnerables a sufrir derrumbes
- Presentan Terrenos perturbados por actividades humanas como tala clandestina, sobrepastoreo y cambio de uso del suelo.

Reserva de la biosfera la encrucijada, El Palmarcito es una zona de humedales protegida, la cual se destina recursos para la realización de obras de compensación ambiental para el suelo de tipo: remoción de suelo en las venas de conducción de marea, apertura de brechas corta fuego, reforestación.

Construcción de las obras y prácticas en terrenos con presencia de degradación del suelo ligera, moderada, severa, y principalmente extrema.

Se detectó en los ejidos La Flor Lote I y Piedra Parada que existen áreas con baja densidad de plantas forestales por lo que se determinó la realización de reforestación con preparación de suelo, de manera que se restablezca las áreas deforestadas.

3.2 Equipo de trabajo:

- ✓ GPS
- ✓ Cinta de Medir (5m)
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop (Programa Arc View y Google Earth)

3.3 Metodología de evaluación en el área de estudio

Para la ubicación de las prácticas realizadas se utilizó el programa Arc View y por medio de la captura de coordenadas "X" y "Y" de los predios aprobados en el concepto de obras de Conservación y Restauración de suelo, así como las de compensación ambiental y reforestación con preparación de suelo. Los puntos de las poligonales de estudio se obtuvieron por medio de los asesores técnicos acreditados por la CONAFOR.

Por lo que a continuación se describe las actividades realizadas.

3.3.1 Actividades en oficina.

Conversión de coordenadas sexagesimales a UTM, Mediante el uso del programa Arc View se realizó el análisis cartográfico para ubicar Geográficamente los predios que se encuentran dentro de las Áreas a restaurar y evaluar, para posteriormente reprojectar los shapes al Arc View de los predios beneficiados y después convertirlos a KML, para poder proyectar cada poligonal al programa Google Earth e identificar los predios evaluados que construyeron las obras de conservación y restauración de suelo.

3.3.2 En campo.

De acuerdo al predio visitado se organizaron los documentos con la finalidad de contar con información necesaria requerida en cada visita a realizar en los predios que llevaron a cabo las obras de conservación.

Las obras observadas en los predios de estudio se analizaron de acuerdo a las especificaciones para su construcción que requiere cada obra. En los predios de estudio se realizó un levantamiento de coordenadas para obtener una ubicación del recorrido realizado en las obras construidas, así mismo evaluar los resultados que cada una de ellas producía y en las condiciones en que se encontró. Después se continuó a evaluar los tipos de obras realizadas en cada predio con el objetivo de verificar si cumplió con las especificaciones recomendadas para la construcción de las obras en cada área de estudio.

3.4 Ubicación Geográfica.

Los predios se localizan en los Municipios de Motozintla, Villa Corzo, Villa Comaltitlan, Cacaohoatán y Pijijiapan en el Estado de Chiapas; siendo las zonas con mayores problemas de erosión. (Ver Figura 6).

Predios Evaluados en el estado de Chiapas

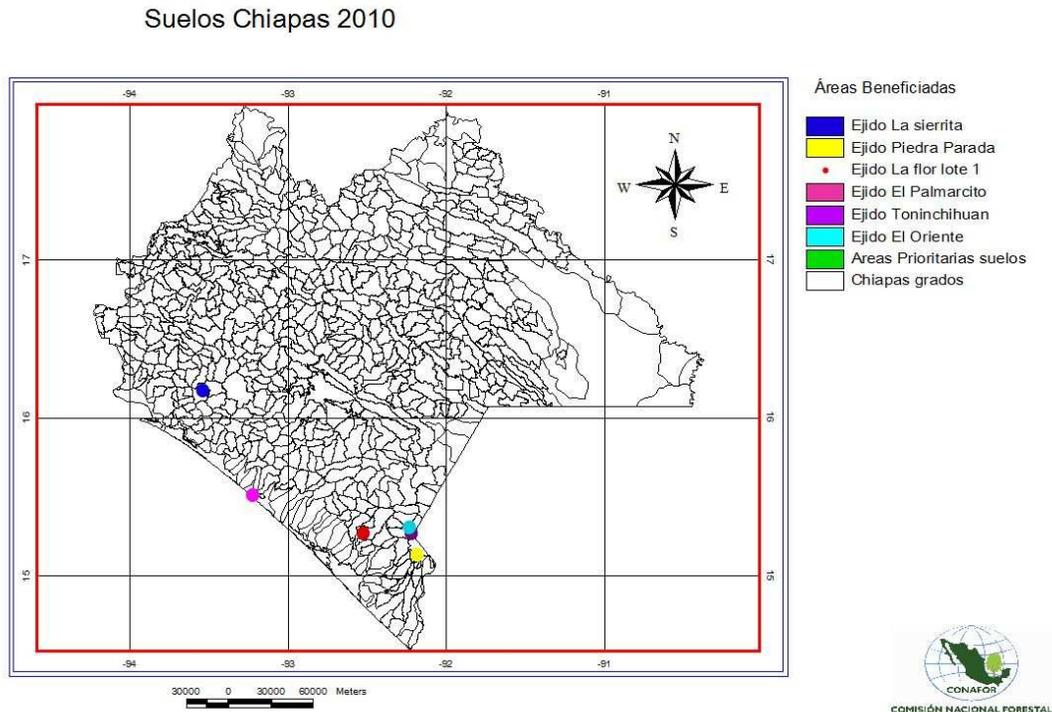


Figura 6. Áreas Prioritarias del estado de Chiapas.

3.5 Evaluación de obras llevado a cabo en los Ejidos.

3.5.1 La Sierrita, Municipio de Villa Corzo, Chiapas. Se localiza en los límites de la Sierra Madre y de la Depresión central, predominando el relieve montañoso, su clima varía según la altitud: cálido subhúmedo con lluvias en el verano en las partes bajas y semicálido húmedo en la sierra, la precipitación media anual oscila en 1150 mm, y los meses más lluviosos son desde junio hasta septiembre. Su principal ecosistema es selva baja y

bosque de pino-encino. Como se puede apreciar en la Figura 7, se localiza entre las coordenadas Latitud Norte 16°09' 39.09" y 16°10' 43.93", Longitud Oeste 93°33' 26.69" y 93°31' 45.49".

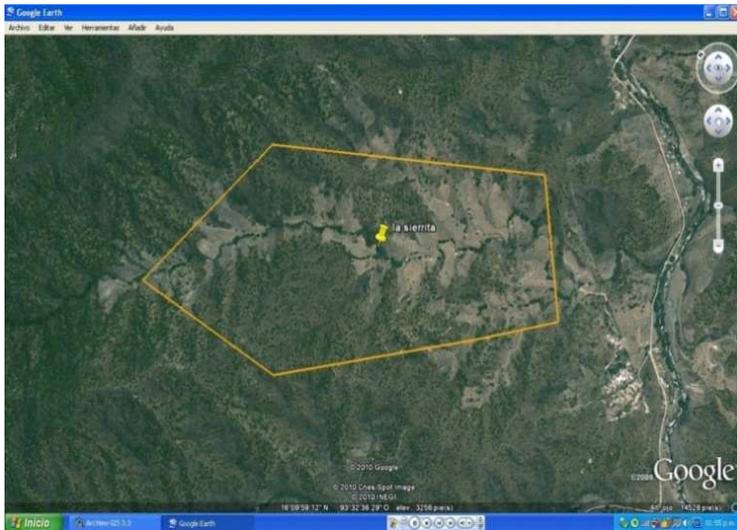


Figura 7. Ejido La Sierrita.

3.5.2 El Palmarcito, Municipio de Pijijapan, Chiapas se encuentra asentado en la llanura costera del Pacífico, presentando un relieve plano, su clima es cálido subhúmedo, su tipo de vegetación es de selva baja. La temporada de lluvias es de mayo octubre con una precipitación media anual de 1400 mm y los 2 600 mm. Como se puede apreciar en la Figura 8, se encuentra entre las coordenadas Latitud Norte 15° 30' 12.99" y 15° 30' 56.63", Longitud Oeste 93°12' 55.31" y 93°14' 02.48".

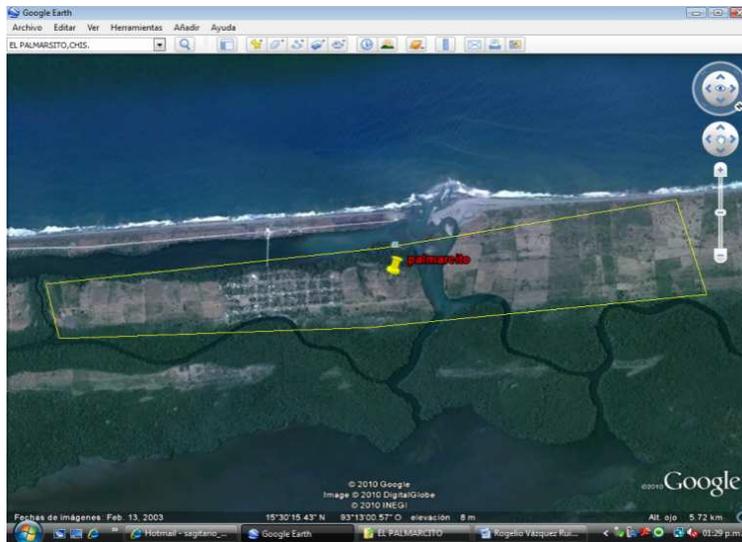


Figura 8. Ejido El Palmarcito.

Esta comunidad se encuentra inmersa en la zona de humedales, específicamente en la zona de manglares que abarca la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, se observó que la cobertura vegetal de esta comunidad está compuesta por 2 especies de manglar: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) además cabe mencionar que se encuentran bajo protección según la NOM-059-SEMARNAT-2001 PROTECCION AMBIENTAL – ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES. La importancia de los manglares radica en que son bio-filtros y bio-digestores de desechos orgánicos provenientes de los aportes de los ríos, remoción de nutrientes, toxinas y contaminantes, por lo que se conoce como los riñones costeros.

3.5.3 El Oriente. El predio Toninchihuan y El Oriente están ubicados en el Municipio de Motozintla y este se localiza en la sierra Madre de Chiapas, lo cual es una zona muy montañosa, con una altitud de 1 260 msnm. Los climas cálidos subhúmedo y húmedos templados cálidos con temperatura media anual de 22° C y precipitación pluvial de 3000 mm anuales. La vegetación es de bosque encino-pino, y la totalidad de la flora está compuesta por una gran variedad de vegetación, las más sobresalientes son:

cedro, encino, liquidámbar, ciprés, pino, romerillo, sabino, manzanilla y roble. Como se puede apreciar en la Figura 9, se localiza entre las coordenadas Latitud Norte $15^{\circ}17'33.16''$ y $15^{\circ}18'32.01''$, Longitud Oeste $92^{\circ}14'51.04''$ y $92^{\circ}13'21.13''$.

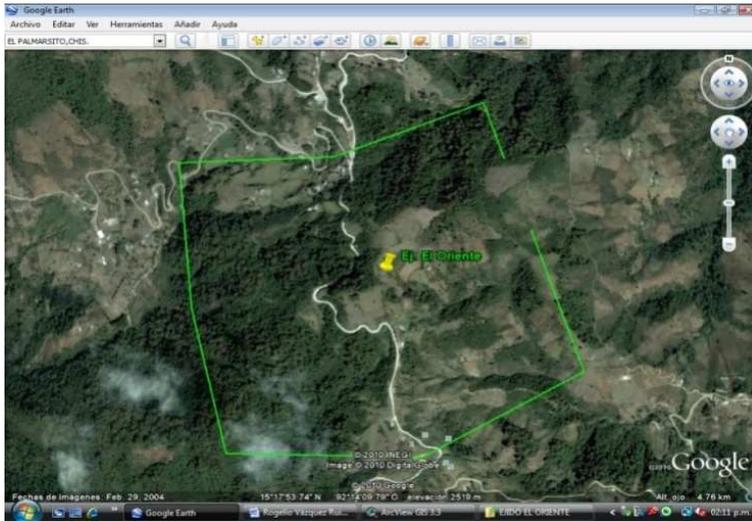


Figura 9. Ejido El Oriente.

3.5.4 Toninchihuan. En relación con la descripción del predio anterior la precipitación media anual es similar al predio Toninchihuan, debido a las colindancias cercanas pertenecientes al mismo Municipio. Como se puede apreciar en la Figura 10, se localiza entre las coordenadas Latitud Norte $15^{\circ}15'35.79''$ y $15^{\circ}16'21.01''$, Longitud Oeste $92^{\circ}14'16.12''$ y $92^{\circ}13'01.47''$.

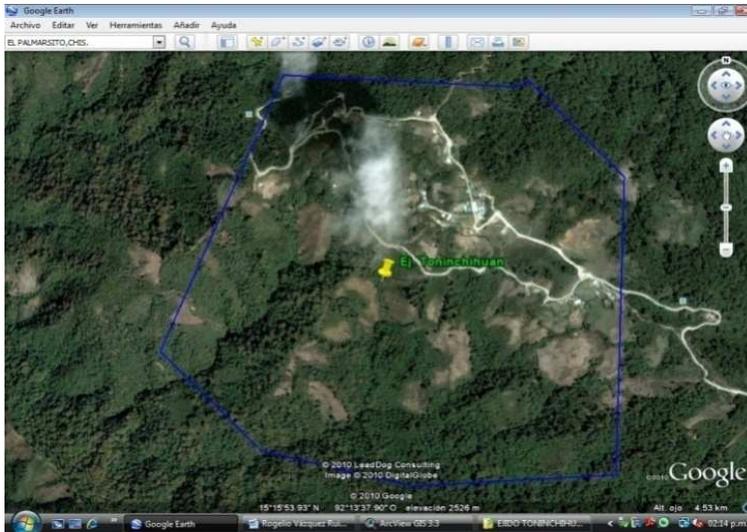


Figura 10. Ejido Toninchiuan.

3.5.5 Piedra Parada. El Municipio de Cacahoatán, se localiza en la Sierra Madre por lo que su territorio es montañoso, el clima varia con la altitud de cálido húmedo hasta templado húmedo, la temperatura media anual es de 25.4 °C con una precipitación pluvial de 4, 720 mm anuales, la vegetación es de selva alta y bosque de encino—pino, las principales especies son: encino, pino, cacao, guayabo, cedro, caoba, laurel, ciprés, roble. Como se puede apreciar en la Figura 11, se localiza entre las coordenadas Latitud Norte 15° 06' 55.06" y 15°07' 57.37", Longitud Oeste 92°12' 08.22" y 92°10' 30.91".

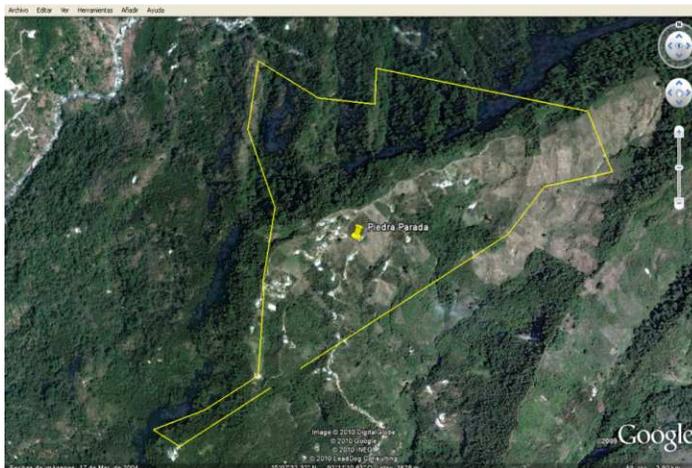


Figura 11. Ejido Piedra Parada.

3.5.6 La Flor lote I. Se localiza en el Municipio de Villa Comaltitlan, Chiapas en la llanura costera del pacifico, predominando el relieve plano, el clima es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano, su vegetación es selva alta. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media anual va desde los 1 700 mm y hasta más de 3 000 mm. Como se puede apreciar en la Figura 12, se encuentra entre las coordenadas Latitud Norte 15° 14' 37.5" y 15° 15' 58.51", Longitud Oeste 92° 30' 38.80" y 92° 32' 32.5".

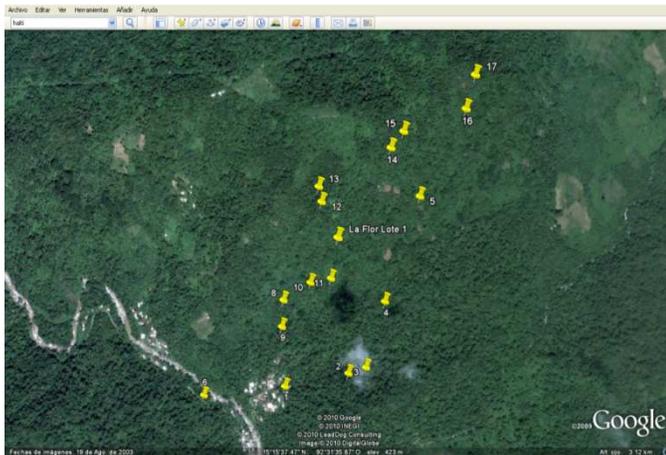


Figura 12. Ejido La Flor Lote I.

IV. RESULTADOS

4.1 El Palmarcito.

En relación con el apoyo otorgado por la Comisión Nacional Forestal, se realizó la revisión de campo y de acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 4), se dictaminó que el predio ha cumplido con los compromisos contraídos en el convenio de adhesión suscrito por la CONAFOR, en el predio se observó que si cumple con las 10 hectáreas de reforestación con la especie de Manglar rojo (*Rhizophora mangle*) con una densidad de 1 600 plantas/ha y un porcentaje de sobrevivencia del 95%, además se encontraron obras de conservación de suelos como: Brechas cortafuegos de 2 000 metros lineales, remoción de suelo en 5 000 metros lineales, pequeños viveros para producción de plántula y 750 metros lineales de venas de conducción de agua; la calidad de diseño y construcción de las obras es buena. Cabe señalar que las venas de marea se encuentran funcionando muy bien, ya que distribuye agua de manera uniforme al área reforestada y que además ayuda a que la planta se encuentre en buenas condiciones de desarrollo y crecimiento.

Además se informa de manera acertada que en el transcurso del recorrido se obtuvo las coordenadas sexagesimales tal como aparece en el Cuadro 5 a través del GPS, de los cuatro puntos inspeccionados.

Cuadro 2. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelos en el Ejido El palmarcito.

Obra o práctica realizada	Meta en la unidad de medida de la obra	Avance estimado (volumen o porcentaje)	Calidad de diseño y construcción de las obras	Observaciones
Venas de conducción de marea	m ³	750	Buena	Está funcionando de acuerdo a lo planificado para distribución uniforme del agua en el área reforestada.
Apertura de brechas cortafuego	m	2 000	Buena	Se observó que se encuentre bien construido y en buenas condiciones.
Remoción de suelo	m	5 000	Buena	El trabajo está funcionando bien distribuyendo agua en las venas de marea
Producción de planta	Planta	16 000	Buena	Las plantas se observan de buena calidad y en buenas condiciones.
Reforestación	hectárea	10	Buena	Presenta sobrevivencia de 95%.

Revisión de las obras y prácticas de conservación de suelos.

Cuadro 3. Análisis Cartográfico

Vértice	Zona UTM	Latitud "N"	Longitud "O"	Altitud (msnm)
1	15	15°30' 50"	93°14' 04"	0
2	15	15°30' 42"	93°13' 57"	2
3	15	15°30' 34"	93°13' 49"	0
4	15	15°30' 12"	93°13' 23"	1

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área evaluada.

4.2 La Sierrita.

En el predio se presenta erosión laminar hídrica mínima, debido a que existe muy buena cobertura vegetal. Esto ayuda a que el suelo se mantenga firme reteniéndose en las raíces de las plantas, hay que mencionar que el tipo de degradación presente es nulo, describiendo que presenta buen trabajo con la retención de suelo y materia orgánica. Se realizó la inspección de obras y de acuerdo a la información obtenida tal como se aprecia en el Cuadro 2 se reportó las siguientes construcciones con su ubicación geográfica (Cuadro 3): acomodo de material vegetal muerto 15 000 m, presas de ramas 1 024 m², presas de piedra 47 m³, apertura de brechas corta fuego 5 000 m, por lo que lleva un total de avance estimado del 100% equivalente a un 33% del total acordado en el convenio de adhesión. Cabe mencionar que la calidad de diseño de dichas obras es de buena calidad.

Cuadro 4. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido La Sierrita.

Obra o práctica realizada	Meta en la unidad de medida de la obra	Avance estimado (volumen o porcentaje)	Calidad de diseño y construcción de las obras	Observaciones
Acomodo de material vegetal muerto	15 000 m	100%	Buena	Se observa retención de suelo.
Presas de ramas	1 024 m ²	100%	Buena	Se recomienda reforzar con estacas sujetándola con alambre.
Presas de piedra	47 m ³	100%	Buena	Se observó que se está reteniendo suelo y materia orgánica.
Apertura de brechas corta fuego	5 km	100%	Buena	En buenas condiciones.

Revisión de las obras y prácticas de conservación de suelos.

Cuadro 5. Análisis cartográfico

Puntos	Latitud "N"	Longitud "O"	Obra	msnm
1	16°11' 12.7"	93°33' 31.5"	Inicio del recorrido	1 456
2	16°11' 14.7"	93°33' 32.4"	Acomodo de material vegetal muerto	1 452
3	16°11' 24.5"	93°33' 39"	Presas de piedra acomodada	1 369
4	16°15' 21.2"	93°33' 36.6"	Presas de rama	1 409
5	16°11' 28.6"	93°33' 35.9"	Presas de rama	1 351

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área evaluada.

4.3 El Oriente.

Se observó el terreno con pendientes fuertes de un 35%, con bosque de encinos-pino y las obras construidas llevan un avance de 25 hectáreas en lo que cabe para obra en terrazas de formación sucesiva lleva un avance de 13 hectáreas y barreras vivas con una superficie realizada de 12 hectáreas, tal como se aprecia en el Cuadro 6.

Para la construcción de barreras vivas se utilizó plantas típicas de la región como son: Briz, Palo de agua, Zacatón, Tzoloj, Salvia, Sauco y Escabitze. Dichas acciones se inspeccionó en seis sitios diferentes (Cuadro 7) y se encuentran en buenas condiciones de calidad de diseño. Las recomendaciones que se hicieron son de compactar bien el suelo removido, identificar los escurrimientos y construir cabeceo de cárcavas y presas de morillos.

Cuadro 6. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido El Oriente.

Obra o práctica realizada	En superficie hectárea (ha)	Meta en la unidad de medida (Ha, m, m ² ., m ³)	Calidad de diseño y construcción de las obras	Observaciones
Terrazas de formación sucesiva	13	m	Buena	Se encuentran bien distribuidas y construidas
Barreras vivas	12	m	Buena	Presenta brotación rápida de tallos y hojas.

Revisión de las obras y prácticas de conservación de suelos.

Cuadro No. 7 Análisis cartográfico.

Puntos	Latitud "N"	Longitud "E"	msnm
1	15° 17' 42.92"	92° 14' 20.92"	2 061
2	15° 17' 45.37"	92° 14' 10.93"	2 068
3	15° 17' 55.72"	92° 13' 56.91"	2 060
4	15° 18' 02.51"	92° 13' 57.89"	2 041
5	15° 18' 03.94"	92° 14' 06.67"	2 026
6	15° 18' 02.68"	92° 14' 20.62"	2 010

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área evaluada

Por último cabe mencionar que las barreras vivas están bien construidas utilizando plantas típicas de la región: Brotón, Viuda y Latzé. Una de las observaciones que se hizo es que la obra zanja – bordo se encuentra construida de manera irregular.

4.4 Toninchiuan.

El tipo de vegetación es bosque mesófilo de montaña, con una pendiente de 30-35%, y conforme al avance en superficie de obras y prácticas de restauración de suelo las obras construidas con su ubicación geográfica (Cuadro 9) llevan un avance de 25 hectáreas y son: Terrazas individuales (19 ha), Terrazas de formación sucesivas (2 ha), Presas de ramas (2 ha), con respecto a la reforestación se contemplo por separado con un avance de 25 ha. Especies utilizadas Pino (*Pinus Oocarpa*) y Ciprés (*Cupressus sempervirens*), presentando una sobre vivencia del 90%, con una altura promedio de 30-35 cm a una distancia entre plantas de 3 metros como se enseña en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en el Ejido Toninchiuan.

Obra o práctica realizada	En superficie (ha)	Meta en la unidad de medida (ha, m, m ² , m ³)	Calidad de diseño y construcción de las obras	Observaciones
Terrazas de formación sucesiva	2	m	Buena	Se observó que están reteniendo suelo y materia orgánica.
Terrazas individuales	19	Piezas	Buena	Reteniendo humedad para la planta.
Barreras vivas	2	m	Buena	Se observó rápida brotación de tallos.
Presas de ramas	2	m ²	Buena	La obra se encuentra en buenas condiciones
Reforestación	25	hectárea	Buena	En buenas condiciones.

Cuadro 9. Análisis cartográfico.

Puntos	Latitud "N"	Longitud "E"	Msnm
1	15° 15' 56.06"	92° 13' 14.31"	2 203
2	15° 15' 55.31"	92° 13' 14.37"	2 203
3	15° 15' 54.47"	92° 13' 13.33"	2 204
4	15° 15' 54.64"	92° 13' 12.32"	2 206
5	15° 15' 55.53"	92° 13' 12.19"	2 207

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área evaluada

4.5 Piedra Parada.

Se llevó a cabo la visita de verificación para revisar los avances y la correcta aplicación de los recursos para el cumplimiento de las acciones de reforestación con preparación de suelo. Las reforestaciones con su ubicación geográfica es hallan en el Cuadro 11, se realizaron utilizando especies como: Cedro (*Cedrela odorata*) y Matilisguate (*Tabebuia rosea*), además se construyeron otras obras como el acomodo de material vegetal muerto y barreras vivas hechas en curvas a nivel utilizando plantas como: palo de agua y tulipán. En la verificación se observó que las especies reforestadas se encuentran en buenas condiciones, las obras construidas presentan fallas mínimas en cuestión al trazo en curvas a nivel por lo que se recomendó volver a trazar la parte irregular de modo que la obra se construya bien, el avance en superficie de obras y prácticas de restauración de suelos es del 100% equivalente a 25 hectáreas reforestada distribuida con 10 hectáreas de Cedro (*Cedrela odorata*) y Matilisguate (*Tabebuia rosea*) con 15 hectáreas realizadas, presentan una sobrevivencia del 90% y una altura promedio de 30-35 cm, con una densidad de plantación de 625 plantas por hectárea, tal como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Evaluación de las obras y prácticas de conservación de suelo en El Ejido Piedra Parada.

Modalidad	Especie (nombre científico)	Densidad de plantación (No. Plantas/ha)	Sobre vivencia (%)	Altura promedio (planta)	Superficie realizada (ha)
REFORESTACIÓN	<i>Cedrela odorata</i>	625	90	35	10
	<i>Tabebuia rosea</i>	625	90	30	15
Total					25

Cuadro 11. Análisis cartográfico

Puntos	Latitud "N"	Longitud "O"	Msnm
1	15° 18' 10.32"	92° 14' 16.23"	1 997
2	15° 18' 09.49"	92° 14' 17.74"	1 999
3	15° 18' 09.37"	92° 14' 15.99"	2 001
4	15° 18' 15.30"	92° 14' 14.54"	1 986
5	15° 18' 14.97"	92° 14' 16.50"	1 985
6	15° 18' 13.93"	92° 14' 16.48"	1 988

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área de evaluada.

4.6 La Flor lote I.

En ese lugar se llevó a cabo la visita de verificación para revisar los avances y la correcta aplicación de los recursos para el cumplimiento de las acciones del concepto de apoyo reforestación con preparación de suelo con su ubicación geográfica de los sitios inspeccionados (Cuadro 13). En relación con el apoyo otorgado por la Comisión Nacional Forestal, en la modalidad reforestación con preparación de suelo, se levantó el acta de verificación, así mismo se acreditó que ha cumplido los compromisos contraídos en el

convenio de adhesión suscrito por la CONAFOR, en el predio se observó que si cumple con las acciones de reforestación con 25 hectáreas, distribuidas con 10 hectáreas de cedro (*Cedrela odorata*), 10 hectáreas de Roble (*Tabebuia chrysantha*) y 5 hectáreas de Primavera (*Tabebuia donnell Smithii*), presentan una sobrevivencia del 90-95% y una altura promedio de 0.25-0.30 m, con una densidad de plantación de 625 plantas por hectárea, tal como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Evaluación de obras de restauración de suelo en El Ejido La Flor Lote I.

Modalidad	Especie (nombre científico)	Densidad de plantación (No. Plantas/ha)	Sobre vivencia (%)	Altura promedio (planta)	Superficie realizada (ha)
R E F O R E S T A C I Ó N	<i>Cedrela odorata</i>	625	90	30	10
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	625	95	25	10
	<i>Tabebuia donnell Smithii</i>	625	90	30	5
Reforestación				total	25

Cuadro 13. Análisis cartográfico

Puntos	Latitud "N"	Longitud "O"	msnm
1	15° 15' 17"	92° 31' 31"	297
2	15° 15' 22"	92° 31' 33"	308
3	15° 15' 26"	92° 31' 44"	318
4	15° 15' 37"	92° 31' 49"	340
5	15° 15' 48"	92° 31' 52"	362
6	15° 15' 50"	92° 31' 56"	367

Coordenadas Geográficas sexagesimales levantadas en el área evaluada,

Los predios: La sierrita, Piedra Parada, Toninchihuan y El Oriente, presentan una pendiente inclinada del 35%, por lo que son identificado como zonas de alto riesgo, por lo que se deben de tomar en cuenta algunas precauciones.

Los diferentes tipos de obras construidas en cada uno de los predios se realizaron a partir de los fondos que la CONAFOR otorga, lo que significa que se ha venido trabajando con financiamiento del programa. Hay que resaltar que las obras construidas y evaluadas se encuentran bien elaboradas con las especificaciones recomendadas, se observó la mayoría de las obras comenzaban a realizar el trabajo que se esperaba en retener el arrastre de suelo.

Mención importante: realizar buenas obras de conservación ayudara a evitar problemas como deslaves (Figura 13 y 14)



Figura 13. Fotografía presencia de deslaves en la región del Soconusco del Estado de Chiapas.



Figura 14. Fotografía presencia de deslaves Los Altos del Estado de Chiapas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- I. De acuerdo a la evaluación y análisis de avance de obras de compensación ambiental, reforestación con preparación de suelo, conservación y restauración, se determinó que en los predios de estudio si se construyo las obras recomendadas, y se llegó a la conclusión que el agente causal del desequilibrio ecológico es el ser humano, ya que interactúa con el medio haciendo uso de los recursos naturales de forma irracional sin tomar en cuenta los problemas que consigo mismo traerá.
- II. Por medio de los resultados obtenidos de los reportes de ejecución de las primeras acciones, en cada predio de estudio se observó que las obras están cumpliendo el objetivo deseado, cabe mencionar que para la planeación y delimitación en la construcción de estas prácticas es fundamental conocer los aspectos topográficos, pluviosidad, textura del suelo, y tipo de erosión.
- III. De acuerdo con el análisis cartográfico, presente en este trabajo permite ubicar geográficamente las acciones de compensación ambiental, así como las obras construidas de conservación y restauración de suelo, además el presente trabajo servirá para promover a las personas a abarcar más áreas a restaurar de manera que se pueda controlar los escurrimientos superficiales evitando del mismo modo un problema que es la erosión del suelo.
- IV. Las obras en curvas a nivel ayudaron a contrarrestar la pérdida de suelo en las zonas de ladera; las presas controlaron la erosión hídrica en cárcavas y la pérdida de vegetación se redujo mediante la aplicación de estas prácticas de compensación ambiental.

Conocer las características del área donde se ejecutaron las obras o prácticas fue de gran utilidad para determinar la obra o práctica a realizar considerando el tipo de material con el que se cuenta en el terreno para la construcción.

La construcción de las presas de ramas o piedras se recomienda realizarlas en meses no lluviosos para evitar el exceso de flujo de escurrimientos. También es recomendable plantar especies vegetales fáciles de adaptar a cada región, sobre los sedimentos depositados aguas arriba de la presa, una vez estabilizada la cárcava.

Para las presas de piedra en el control de cárcavas se inició en la parte alta de las cuencas hacia aguas abajo y se recomienda en cárcavas con pendientes no más de 35% y la altura total de la presa no debe exceder 2.5 metros de altura total.

Notas:

Cabe aclarar que las formulas antes mencionadas se obtuvieron del libro Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras Y prácticas) de la CONAFOR, 2007, este manual establece especificaciones para el diseño en la construcción de obras en el área establecida.

Las imágenes se obtuvieron a partir de la proyección de las poligonales al Google Earth.

Las fotos fueron tomadas al momento en que se llevo la revisión de obras en cada uno de los Predios antes mencionados.

VI. LITERATURA CITADA:

- Benítez J. G. 1998. Conservación de suelos, Empresa Comunitaria Cosechar, Sincelejo, México.
- Cardoza Vázquez R., *et al.* 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (manual de obras y prácticas), COMISIÓN NACIONAL FORESTAL, Zapopan, Jalisco, México.
- Castro Fernando S. 1979. Conservación del suelo, Editorial IICA, San José Costa Rica, Pág. 44
- García Borraz J. A. 2010. Tesis: Diseño y planeación de una obra de conservación de agua y suelo en el Ejido de Chapula, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Núñez S. J. 2001. Manejo y Conservación de Suelos. Editorial Universidad a Distancia, San José, Costa Rica.
- Nuria Garceran, Ignacio A. 2003. Técnico en forestación y conservación del medio ambiente (tomo 2), CULTURAL, S. A. Madrid, España. Pág. 265-266.
- Mojica, Iván H. 1977. Importancia y necesidad de la conservación y manejo de cuencas hidrográficas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A , Biblioteca del IICA-CIDA, Panamá.
- Morgan, R.P.C. 1996. Erosión y conservación del suelo, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. Pág. 33
- Sheng, T.C. 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas (Estudios y planificación de cuencas hidrográficas) Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, Italia. Pág. 3-4

Páginas electrónicas consultadas

- <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07107a.htm>
- <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07069a.htm>
- <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07015a.htm>
- <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07071a.htm>
- <http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/22hoja.html>
- <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/tramites-y-servicios/apoyos/compensacion-ambiental>
- <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/medi.htm>
- http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/naturaleza/estadistica-am/informe/acrobat/capitulo2-1-6.pdf
- <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/PHistoricoIndex.php?region=071&option=6>
- #