COMISION NACIONAL FORESTAL

ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.

Al margen un logotipo, que dice: Comisión Nacional Forestal.

JORGE RESCALA PÉREZ, Director General de la Comisión Nacional Forestal, con fundamento en el artículo 8 fracción I, los artículos 11, 14, 22 fracciones I y V, 59 fracciones I y V de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales; 3 fracción I y 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 17, 21, 22 fracciones I, IV, XI, XII, XV y XXV, 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 120, 123, 124 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y

CONSIDERANDO

Que es responsabilidad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Comisión Nacional Forestal, conducir la política nacional de desarrollo forestal sustentable y definir los lineamientos necesarios para el cumplimiento e implementación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, así como diseñar y definir estímulos e incentivos económicos en materia forestal.

Que el artículo 4 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable declara de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales, y la ejecución de obras destinadas a las conservación, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales;

Que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 12 fracción XXVIII y XXIX otorga a la federación la facultad de definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales; y la de expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal, respectivamente;

Que de conformidad en lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Comisión Nacional Forestal es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

Que en materia de regulación ambiental se busca proteger los suelos, induciendo cambios en los sistemas productivos que combinen la optimización de ingresos y rendimientos con la conservación, abriendo espacios formales para involucrar a productores en las áreas de diagnóstico, selección de alternativas e instrumentación de acciones para contener la erosión de los suelos, propiciando que los propietarios o usufructuarios lleven a cabo y con responsabilidad su buen uso: la estrategia es la confluencia de políticas y programas de conservación de suelos, que coadyuven a contener el deterioro y elevar la calidad productiva de los mismos.

Que en congruencia con los criterios de carácter ambiental previstos por los artículos 33 y 117 de Ley General de Desarrollo Forestal, las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales únicamente se otorgan por excepción.

Que el artículo 34 fracción XV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que la realización de obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro severo de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.

Que el artículo 16 fracción XIV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, otorga a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la facultad de definir mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales;

Que en concordancia con el criterio de carácter económico previsto por el artículo 34 fracción XV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el artículo 118 del mismo ordenamiento legal dispone la obligación de realizar un depósito en el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración de terrenos forestales y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Que para la debida observancia y aplicación de lo dispuesto por el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el artículo 124 fracción I de su Reglamento establece que el monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales será

determinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, considerando los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento que para tal efecto establezca la Comisión Nacional Forestal, así como el nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría.

Que el 28 de septiembre del 2005 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los criterios técnicos y el método que deberán observarse para su determinación.

Que la determinación de los costos de referencia se basa en las características de las zonas ecológicas y actividades necesarias para la reforestación o restauración y su mantenimiento, así como los precios de los insumos necesarios, rendimiento de mano de obra, rendimientos de maquinaria y demás cargos para llevar a cabo las actividades de reforestación o restauración.

Que el objetivo de la compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales es la generación de un nuevo ecosistema forestal que compense la vegetación y los servicios ambientales que se perdieron por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por lo que se considera un costo total por hectárea que comprenden las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

Que dado que la autorización del cambio de uso del suelo en terrenos forestales sólo se otorga por excepción y que para expedir dicha autorización además de la solicitud se requiere un estudio técnico justificativo que contenga todo lo establecido en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y que de conformidad con la fracción XI del mismo, debe ser elaborado por una persona inscrita en el Registro Forestal Nacional, se asume que los interesados en realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, contarán con personal técnico capacitado para la aplicación del presente ordenamiento.

Que con base en lo anterior y en cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 124 fracción I del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se expide el siguiente:

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE EXPIDEN LOS COSTOS DE REFERENCIA PARA REFORESTACIÓN O RESTAURACIÓN Y SU MANTENIMIENTO PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES Y LA METODOLOGÍA PARA SU ESTIMACIÓN

Artículo 1.- Los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento por concepto de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales son los siguientes:

Concepto.	Costos de referencia, en pesos por hectárea, para las diferentes zonas ecológicas				
	Templada	Tropical	Árida y semiárida	Zona inundable o transición tierra mar (humedales)	
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento.	26,508.95	18,363.30	14,002.49	Manglares	Otros Humedales
				59,992.23	188,556.75

Artículo 2.- La metodología para la estimación de los costos referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, es la que se señala en el Anexo 1 del presente Acuerdo.

Artículo 3.- La actualización de los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se realizará aplicando un aumento a los presentes costos de referencia calculado con base en el Índice Nacional de Precios al Consumidor.

TRANSITORIO

ÚNICO. El presente Acuerdo entrará en vigor 10 días hábiles posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Atentamente

Zapopan, Jal., a 7 de julio de 2014.- El Director General, **Jorge Rescala Pérez.**- Rúbrica.

Anexo 1

Metodología para el cálculo de los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, por concepto de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

SECCIÓN I. De la Introducción y la terminología empleada.

I.1. Introducción

De acuerdo a lo establecido en el artículo 124 fracción I, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presenta la metodología mediante la cual se determinaron los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

La presente metodología especifica los procedimientos que se llevaron a cabo para la obtención de los costos, que abarcan desde la agrupación de vegetación en 4 ecosistemas, hasta la definición de las actividades mínimas para la restauración de cada uno de ellos, según las necesidades de los mismos, de tal manera que dichas actividades mínimas propicien la sucesión ecológica.

I.2. Objetivos

- Calcular los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Hacer una agrupación de la vegetación forestal, que facilite la ubicación de los diferentes tipos de vegetación en México, así como su manejo en la determinación de los costos de referencia.
- Determinar las actividades mínimas necesarias para cada ecosistema, según sus características.

I.3. Terminología

Para el alcance de esta metodología, se entenderá por:

- I. **Agua salobre.-** Mezcla de agua dulce con agua marina.
- II. **Arreglo topológico.-** Es la distribución espacial de las plantas en el terreno, de acuerdo a sus características biológicas de los arboles a reforestar para que se desarrollen de forma adecuada.
- III. **Asesoría técnica.-** Las actividades de carácter técnico para el diseño e implementación de las actividades de reforestación, restauración y su mantenimiento.
- IV. **Bulldozer.-** Máquina especializada con tracción de orugas, utilizado para la remoción o excavación de terrenos, por medio de una cuchilla en la parte frontal y puede contar con ganchos para roturación del terreno ubicados en la parte posterior, también se pueden adaptar otros implementos a la barra de tiro.
- V. **Cargos por mano de obra.-** Es el trabajo del hombre aplicado a los materiales directos, con el propósito de transformarlos en una obra o práctica, ese tipo de trabajo se denomina mano de obra directa, la característica más importante es que interviene directamente en la construcción de las obras y prácticas. Durante el proceso de ejecución, el personal que no interviene directamente en la construcción de las obras y prácticas como supervisores y proyectistas, se les denomina mano de obra indirecta.
- VI. **Cargos por consumos.-** Los cargos por consumos corresponden a los insumos o materiales para ejecutar una determinada obra y representan a aquellos materiales o insumos que forman parte integral de la obra, como cemento, cal, alambre, entre otros materiales.
- VII. **Cavahoyos.-** Nombre común que indica a la herramienta empleada para cavar y realizar un hoyo o cepa en suelo blando, o bien sólo para sacar la tierra en caso de que el suelo sea duro.
- VIII. **Cepa.-** Abertura u oquedad que se abre el suelo, normalmente de forma cilíndrica o cúbica donde se planta un árbol o planta.
- IX. **Cepellón.-** Conjunto de sustrato y raíces de una planta que adquiere la forma del contenedor o maceta donde creció y forma parte de la planta que se va a transplantar.
- X. **Cobertura vegetal.-** Se entiende como la proporción del suelo cubierto por vegetación herbácea, arbustiva y arbórea y normalmente se mide en porcentaje de cobertura o bien porcentaje de suelo cubierto con vegetación.
- XI. **Coefficiente de escurrimientos.-** Número adimensional (tanto por uno) que representa la proporción de agua que escurre, respecto del total de la lluvia. Para el cálculo del escurrimiento se multiplica la lámina de lluvia por el coeficiente de escurrimiento.

- XII. Consumo de mano de obra.-** Se define como la cantidad de recurso humano en horas hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de una actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/um (horas Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático de rendimiento de mano de obra.
- XIII. Curvas a nivel.-** Líneas trazadas, con ayuda de algún nivel o equipo topográfico, que se ubica sobre el terreno y une puntos de igual elevación.
- XIV. Densidad de reforestación.-** Cantidad de árboles que se plantan por hectárea, acorde al ecosistema donde se hará la reforestación. La densidad de reforestación depende de los hábitos de crecimiento de las especies que se van a establecer y de las condiciones del suelo y del clima que permitirán su desarrollo.
- XV. Depreciación.-** Disminución del valor del equipo o maquinaria utilizado para las obras de reforestación, restauración y su mantenimiento, debido al desgaste provocado por su uso o de resultar obsoleto por el paso del tiempo.
- XVI. Ecosistema.-** Como complemento al concepto de Ecosistema Forestal establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se entenderá por Ecosistema, la zona de la República Mexicana que posee características similares de clima y que presenta vegetación con historias o linajes biogeográficos comunes, que permite aplicar procedimientos de restauración o reforestación y su mantenimiento similares.
- XVII. Erosión laminar.-** Es el desprendimiento, arrastre y deposición de las partículas del suelo por acción del agua en forma similar a un corte de una lámina del suelo.
- XVIII. Escurrimiento superficial.-** Porción de la precipitación que fluye sobre el suelo hacia los arroyos, canales, lagos u océanos como corriente superficial.
- XIX. Estadalero.-** Persona que se encargará de manejar el estatal en el momento de trazar las curvas a nivel para las obras de restauración de suelos.
- XX. Heterogeneidad ecológica.-** Diferencias que presentan los diferentes seres vivos de un ecosistema, dadas por los procesos de evolución y las características del entorno natural donde evolucionaron.
- XXI. Linaje biogeográfico.-** Se refiere a la distribución de los seres vivos en la tierra, que presentan una distribución común o que les permitió una evolución común, dadas las características del medio físico.
- XXII. Otros cargos.-** Los otros cargos se refieren a costos indirectos para la realización de la obra, tales como transporte de personal, transporte de materiales, asesoría técnica, entre otros.
- XXIII. Pendiente.-** Declive o inclinación de un terreno que significa la distancia vertical que se recorre, por cada unidad de distancia horizontal, multiplicada por 100. Matemáticamente es la tangente del ángulo del terreno multiplicada por 100, normalmente se expresa en porcentaje.
- XXIV. Periodo de retorno.-** Es la periodicidad estadística en años, en que puede presentarse precipitaciones pluviales de características similares en intensidad y duración.
- XXV. Relieve del terreno.-** Es la forma de la corteza terrestre en la superficie, que se compone de la forma propiamente de la forma de la tierra y de la pendiente o inclinación de dicha forma.
- XXVI. Reposición de planta.-** Actividad que consiste en la reposición de plantas muertas, por las condiciones naturales de deficiencia de humedad o plagas y enfermedades.
- XXVII. Rendimiento de mano de obra.-** Se define como rendimiento de mano de obra, a la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por un hombre o una cuadrilla compuesta por varios operarios de diferente especialidad, por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida por horas hombre).
- XXVIII. Rípeo.-** Consiste en roturar el suelo con un implemento denominado ripper, que es un gancho adaptado a un tractor de orugas o bulldozer, que se entierra en el suelo y va roturándolo a lo largo de la curva de nivel al menos a una profundidad de 50 cm.
- XXIX. Sobrevivencia de la reforestación o porcentaje de sobrevivencia de la reforestación.-** Árboles o plantas vivas por unidad de superficie (usualmente hectárea) que presenta una plantación, respecto a la cantidad plantada, expresado como porcentaje del número total de los establecidos originalmente de acuerdo con los registros de los padrones de reforestación para cada predio.

- XXX.** **Subsoleo.-** Roturación del suelo realizado con maquinaria a una profundidad mayor a 40 cm, con fines de rompimiento y fragmentación de capas duras existentes en el perfil del suelo.
- XXXI.** **Sucesión ecológica.-** Es el proceso de desarrollo del ecosistema en una dirección de mayor productividad, biomasa, complejidad, estabilidad y control del ambiente por los seres vivos.
- XXXII.** **Talud.-** Inclinación que se le da al terreno para que tenga un ángulo de reposos estable y se eviten derrumbes, el talud modifica la pendiente original del terreno.
- XXXIII.** **Tallos fotosintéticos.-** Son tallos modificados que normalmente presentan colores verdes y que son capaces de realizar la fotosíntesis.
- XXXIV.** **Traxcavo.-** Máquina con tracción de ruedas, movidas por un motor potente, provista de una pala frontal con la cual efectúa labores de empuje, remoción y excavación de suelo; normalmente posee también un implemento para excavación de zanjas, coloquialmente llamado mano de chango.
- XXXV.** **Tresbolillo.-** Arreglo topológico mediante el cual se realiza la plantación en forma de triángulo equilátero, donde en cada vértice del triángulo se planta un árbol.
- XXXVI.** **Vegetación de galería.-** Comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos, en condiciones de humedad favorables.

SECCIÓN II. De los ecosistemas forestales.

II.1. Agrupación de los tipos de vegetación de la República Mexicana por ecosistemas

La agrupación de los distintos tipos de vegetación forestal en diferentes ecosistemas, como se señala en el cuadro correspondiente al Artículo 3 del “Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de abril de 2006, se hizo agrupando los diferentes tipos de vegetación de la serie II del INEGI, según su distribución y los grandes grupos climáticos.

En la presente expedición de los costos de referencia se agruparon en 4 ecosistemas principales, para la República Mexicana, basados en la clasificación propuesta por Toledo y Ordoñez (1995), la cual se modificó para la agrupación de la vegetación en sólo 4 ecosistemas.

Las modificaciones consistieron en agrupar la zona ecológica templada húmeda y templada subhúmeda en un solo ecosistema denominado templado frío, y la agrupación de la zona ecológica tropical húmeda y tropical seca, en un solo ecosistema denominado tropical. Para el caso de las zonas áridas, la clasificación de Toledo y Ordoñez, se enriquece con la definición de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas establecidas en el decreto de promulgación de la Convención de la Naciones Unidas sobre Lucha contra la Desertificación, publicada en el DOF el 1 de junio de 2005, no se toma en cuenta la zona alpina y la correspondiente a vegetación de transición tierra mar, se desglosa separando manglar, de los otros tipos de vegetación.

El objetivo es simplificar la heterogeneidad ecológica y facilitar el reconocimiento de las grandes discontinuidades en el paisaje a escala nacional, así que se agruparon los tipos de vegetación de la serie II del INEGI para cada ecosistema, agregando también el tipo de clima según la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García.

Con base en las consideraciones anteriores se establecen 4 ecosistemas:

Cuadro 1.- Agrupación de los tipos de vegetación en cuatro ecosistemas usados para el cálculo de los costos de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales:

Ecosistema	Vegetación dominante según la Serie II del INEGI	Grupo Climático Dominante, según Köppen modificado por E. García.
Templado Frío	Pradera de alta montaña Bosque de ayarín o pinabete Bosque de pino-encino Bosque de encino-pino Bosque de encino Bosque de táscate	A(C)m, C(A)m, CW (Climas templado húmedos y subhúmedos con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C)

	<p>Bosque de cedro Bosque de pino Bosque cultivado Bosque bajo abierto Matorral de coníferas Bosque de oyamel Bosque mesófilo de montaña</p>	
Tropical	<p>Selva alta perennifolia Selva alta subperennifolia Selva mediana perennifolia Selva mediana subperennifolia Selva baja perennifolia Palmar Selva mediana subcaducifolia Selva mediana caducifolia Selva baja caducifolia Selva baja espinosa Sabana</p>	Am, Af, Aw; (Climas cálidos húmedos y subhúmedos, cuya temperatura del mes más frío es mayor a 18°C)
Árido y semiárido	<p>Matorral espinoso tamaulipeco Matorral desértico rosetófilo Matorral desértico micrófilo Matorral sarco-crasicaule de neblina Vegetación de desiertos arenosos Chaparral Matorral subtropical Pastizal halófilo Matorral sarcocaulo Matorral crasicaulo Pastizal natural-huizachal Matorral sarco-crasicaule Pastizal gipsófilo Pastizal natural Matorral con izotes Matorral rosetófilo costero Matorral submontano Vegetación halófila Mezquital</p>	Bs, Bw (Climas secos muy cálidos hasta secos con temperaturas semifrías.
Humedales y transición tierra mar	<p>Manglar Vegetación de dunas costeras. Tular Vegetación de galería Popal</p>	Climas predominantemente cálidos, aunque la vegetación de galería se presente en cualquier clima.

Una vez determinados los ecosistemas, y de conformidad con sus características ecológicas, se establecieron las actividades mínimas que se requieren para cada uno, con el fin de garantizar el nivel mínimo de restauración que permita iniciar la sucesión ecológica. Dado que cada ecosistema representa situaciones de suelos y climas distintos, para cada uno de ellos se determinó un procedimiento específico.

Sección III. Del procedimiento y Desarrollo de la Metodología.

III.1. Procedimiento para el desarrollo de la metodología

El procedimiento que se siguió para la determinación de costos de las actividades de restauración o reforestación y su mantenimiento para compensación ambiental, consistió en calcular con base en los rendimientos de mano de obra y maquinaria, o bien su inverso, es decir, el consumo de tiempo de mano de obra o tiempo de maquinaria y equipo para la construcción de una determinada obra, también se consideran los cargos por consumos, es decir los insumos o materias primas empleadas en la obra, y otros cargos como desplazamientos de personal o transporte de materiales.

Para el desarrollo de la metodología, se tomaron en cuenta datos contenidos en diversos catálogos, a continuación se desglosa el catálogo de rendimientos de las actividades:

Cuadro 2.- Actividades y rendimientos de las obras de reforestación o restauración y su mantenimiento:

Zanja bordo con maquinaria								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de curvas a nivel con nivel montado	Brigada de Técnico de nivel medio o topógrafo y Jornalero o peón	ha	18	2.3	18.00	0.44	0.06	Trazo de curvas a nivel con nivel montado donde un topógrafo trabaja con el nivel y se ayuda de un estadalero para el marcaje de líneas.
Trazo de la curva con bordeo de discos	Bulldozer	ha	20.00	2.5	20.00	0.40	0.05	El trazo se marca directamente con el bordero de discos.
Paso de ripper para aflojar el suelo	Bulldozer	ha	10.00	1.3	10.00	0.80	0.10	Para la zanja bordo se aplica el paso del bulldozer para aflojar el suelo.
2 pasos del bordero para conformación del bordo.	Bulldozer	ha	6.67	0.8	6.67	1.20	0.15	Para la zanja bordo con maquinaria se aplican 2 pasos del bordero para la conformación del bordo.
Paso de ripper aguas arriba del bordo para incrementar la infiltración del agua.	Bulldozer	ha	10.00	1.3	10.00	0.80	0.10	Paso de ripper con bulldozer para incrementar la infiltración del agua.
Total						3.20		

Terrazas individuales								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de curvas a nivel con nivel montado.	brigada (topógrafo y estadalero)	hectáreas	18	2.25	18	0.44	0.055	Se realiza el trazo de las curvas a nivel con nivel montado, la brigada es de un topógrafo y un estadalero.
Diseño de obra (tres bolillo) y ubicación con cal.	jornalero o peón	hectáreas	2.72	0.34	2.76	2.90	0.363	Tomando como base las curvas a nivel trazadas con nivel montado (5 líneas por hectárea) y que el jornalero en base a ellas marca cada 3 m con cal la ubicación de las terrazas, y las demás líneas (en total 33) para tener una densidad de 1100 cajetes por hectárea.
Limpia, excavación y conformación de terraza individual.	jornalero o peón	cajetes	32.67	4.083	0.030	269.44	33.68	Consiste en la Limpia, excavación y conformación de bordo para la elaboración de terrazas individuales, tomando en cuenta 1100 cajetes por hectárea.
Reforestación con pala plantadora								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Reforestación con pala plantadora tipo finlandés.	jornalero o peón	pieza	100	12.5	0.091	40.00	5.0	Apertura de cepa con pala espada o talacho
Distribución de planta de contenedor	jornalero o peón	pieza	500	62.5	0.455	17.60	2.2	Distribución de planta según densidad de plantación.

Transporte de planta								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Carga y descarga de plantas	jornalero o peón	planta	4620.00	577.500	4620.000	0.002	0.0002165	Transporte de 9,240 plantas en un camión. En charolas de 77 cavidades de contenedor en camión adaptado para 3 camas de charolas.
Terrazas o Zanja bordo a nivel (manuales)								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de curvas a nivel con nivel de mano	Brigada de Técnico de nivel medio o topógrafo y Jornalero o peón	ha	8	1.0	8.00	1.00	0.3	Trazo de curvas a nivel con nivel de mano donde un topógrafo trabaja con el nivel y se ayuda de un estadalero para el marcaje de líneas.
Limpia del terreno y marcaje de la zanja	Jornalero o peón	m	2000.0	250.0	0.04	2.00	0.3	Limpieza y/o corta de maleza en el sitio en que se levantará la línea, usando machete y azadón. El marcaje se realiza con cal.
Excavación de la zanja	Jornalero o peón	m	17.5	0.21	0.16	228.50	28.6	Excavación en suelo de material tipo II con pico y pala para la elaboración de la obra, tomando en cuenta que una persona puede excavar de 2.8 m3 por jornada.
Limpieza de la zanja y conformación del bordo	Jornalero o peón	m	39.7	5.0	0.16	50.00	6.3	Adecuación de dimensiones de la zanja y conformación de bordo aguas abajo con el material extraído y compactación del mismo.
Total					0.35	280.50		

Terrazas de muro vivo								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de curvas a nivel con nivel montado.	brigada (topógrafo y estadalero)	hectáreas	18	2.25	18	0.44	0.055	Se realiza el trazo de las curvas a nivel con nivel montado, la brigada es de un topógrafo y un estadalero.
Surcado de Terrazas de muro vivo	jornalero o peón	m	166.66	20.8	0.33	24.00	3.0	Excavación de surcado con pico para la elaboración de terrazas de muro vivo en material tipo II.
Deshierbe o limpia de malezas para el establecimientos de terrazas de muro vivo	jornalero o peón	ha	0.33	0.0	0.33	24.00	3.0	Deshierbe de malezas para la construcción de las terrazas de muro vivo
Siembra manual de semilla a chorrillo para reforestación.	jornalero o peón	m	1000.00	125.0	2.00	4.00	2.0	La siembra se realiza a chorrillo.
Deshierbe en terrazas individuales								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Deshierbe manual con machete	jornalero o peón	hectáreas	0.1	0.0125	0.1	80.00	10.00	
Estabilización de taludes para reforestación								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hora	m2/jornal	hr/m ²	Jornales / m ²	Descripción
Trazo y limpieza del área	Jornalero o peón	m ²	267	33.3	266.67	0.03	0.00	Trazo de la obra con cal y limpieza del lugar de material existente en el área.
Conformación del talud	Jornalero o peón	m ²	15	1.9	15.09	0.53	0.07	Excavación para desvanecimiento de talud con pico y azadón.

Asesoría técnica								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Recorrido de campo para planteamiento del proyecto	Brigada	ha	4	0.50	4.00	2.00	0.250	Recorrido de campo para la toma de datos de suelos, pendiente y degradación del terrenos para la elaboración del proyecto.
Elaboración de proyecto en gabinete	Brigada	ha	8	1.0	8.00	1.00	0.125	Elaboración de cálculos y arreglo del proyecto en gabinete.
Asesoría en campo para ejecución del proyecto.	Brigada	ha	16	2.0	16.00	0.50	0.063	Asesoría para la correcta ejecución de las obras
Cuantificación de avances y elaboración de informes	Brigada	ha	16	2.0	16.00	0.50	0.063	Cuantificación de avances mensuales de las obras.
Apertura de brechas cortafuego								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hora	Km /jornal	hr/km	Jornales / ha.	Descripción
Desmote para apertura de la brecha	Motosie-rrista	km	0.40	0.05	0.40	20.00	2.50	Desmote del área donde se construirá la brecha.
Desmote para apertura de la brecha (retiro de vegetación)	Jornalero o peón	km	0.20	0.03	0.20	40.00	5.00	
excavación de la brecha (5 a 10 cm de profundidad)	Jornalero o peón	km	0.10	0.01	0.10	80.00	10.00	Excavación de la brecha cortafuego al menos a 10 cm hasta el suelo mineral.
Apertura de zanjas de desviación de escurrimientos	Jornalero o peón	km	0.40	0.05	0.40	20.00	2.50	Apertura de canales de desviación (sangrías) para evitar la erosión del suelo.

Cercado con poste de madera								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hora	Km / jornal	Rendimiento hr/km.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo y limpieza de línea	Jornalero o peón	km	0.50	0.063	1.6	16.000	2.000	Trazo de la línea del cercado, sólo removiendo (cortando) ramas para lograr la visibilidad.
Limpieza o chaponeo de vegetación	Jornalero o peón	km	0.15	0.019	0.15	53.333	6.667	Limpieza de hierbas y arbustos para la colocación del cercado de 2 m de ancho, sólo vegetación que se elimina con machete.
Apertura de pozo	Jornalero o peón	km	0.45	0.056	0.5	17.8	2.220	Apertura de hoyos para el anclaje (hincado) de postes, separados cada 3m.
Tendido de postes	Jornalero o peón	km	0.45	0.056	0.5	17.8	2.220	Distribución de postes a lo largo del cercado, trasladándolos a una distancia promedio de 100m
Tendido de alambre	Jornalero o peón	km	0.40	0.050	1.3	20.0	2.500	Tendido de los hilos de alambre para el cercado.
Fijación de poste (aterrado de poste)	Jornalero o peón	km	0.45	0.056	1.4	17.76	2.220	Colocación de postes
Restirado y grapado de alambre	Jornalero o peón	km	3.00	0.375	0.1	10.6	1.330	Colocación y restirado de alambre de púas
Puesta de separadores	Jornalero o peón	Piezas	0.45	0.056	4.2	17.8	2.220	Colocar separadores de alambre para evitar colocar un poste adicional.
Roturación o ripeco con bulldozer								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de curvas a nivel con nivel montado	Brigada de Técnico de nivel medio o topógrafo y Jornalero o peón	ha	18	2.3	18.00	0.44	0.06	Trazo de curvas a nivel con nivel montado donde un topógrafo trabaja con el nivel y se ayuda de un estadalero para el marcaje de líneas.

Subsoleo con el cincel modificado	Bulldozer	ha	2.00	0.3	2.00	4.00	0.50	Subsoleo con buldozer Caterpillar D6K con un solo cincel de subsoleo, adaptado con doble vertedera para abrir más el surco, se realiza a una profundidad de 50 cm.
Restauración de manglares								
Actividad	Mano de obra o maquinaria requerida	Unidad de medida	Rendimiento en udm por jornada	Rendimiento udm/hr	Rendimiento udm / jornal	Rendimiento hr/ha.	Jornales / ha.	Descripción
Trazo de canales con nivel montado	Brigada de Técnico de nivel medio o topógrafo y Jornalero o peón	ha	8	1.0	8.00	1.00	1.00	Trazo de curvas a nivel con nivel montado donde un topógrafo trabaja con el nivel y se ayuda de un estadalero para el marcaje de líneas mediante banderolas.
Apertura de líneas o limpia por corte o troceado	Jornalero o peón	m ²	120.00	15.00	0.20	39.80	4.98	Consiste en abrir con machete, la línea de trabajo troceando la vegetación que se encuentre sobre el sitio o línea donde se llevará a cabo la excavación para apertura de canales o desazolve, así como la reforestación.
Recopilación de desechos o transporte	Jornalero o peón	m ³	35.00	4.38	0.12	68.23	8.53	Esta actividad se considera a la par y/o posterior a la apertura de líneas y consiste en que los desechos producto del troceado o limpia se recopilen en montones y se muevan de la línea de trabajo.

Excavación de suelo para apertura o reapertura de canales	Jornalero o peón	m ³	1.25	0.20	0.01	1558.40	194.80	Consiste en abrir el canal o desazolver el existente a través de la excavación con ayuda de pala, el rendimiento de esta actividad es menor debido al tipo de condiciones que imperan en los sitios de manglar.
Conformación de canal	Jornalero o peón	m	250.00	31.25	1.26	6.35	0.79	A la par de la apertura o desazolve de canales es necesario realizar una conformación de canal con aplanado o compactación de la canaleta para que la obra permanezca el tiempo suficiente.
Distribución y Acarreo	Jornalero o peón	Plantas	1100.0	137.50	0.44	18.18	2.27	La distribución de la planta de mangle considerando el transporte en lancha
Apertura de cepa	Jornalero o peón	Plantas	100.0	12.50	0.04	200.00	25.00	Excavación de cepas para reforestación de planta de mangle usando cava hoyos o pala, la cepa es de al menos 30 cm de profundidad y diámetro de 30 cm. Se requiere un poco más de tiempo para la realización de las cepas debido a las condiciones de trabajo en manglar.
Plantación	Jornalero o peón	Plantas	150.0	18.80	0.06	133.33	16.67	Establecimiento de la planta de mangle en el sitio

Para el caso del cuadro anterior, el rendimiento de mano de obra se calculó con base en las experiencias en la realización de una determinada obra o práctica de restauración o reforestación o mantenimiento, medida directamente en campo.

De acuerdo al tipo de obras o actividades requeridas, se calculó la cantidad de jornales necesarios para su realización y con base en los rendimientos para la realización de una obra se calcularon los cargos por mano de obra, maquinaria y equipo, así como los demás cargos que aplican para cada actividad, a continuación se muestran los costos de mano de obra que intervienen en la realización de las obras de restauración o reforestación y su mantenimiento, de acuerdo a sus profesiones u oficios:

Cuadro 3. Costos horarios de mano de obra:

Profesión u Oficio	Salario real (\$)	Costo horario (\$)
Albañil	327.49	40.94
Ayudante de albañil	210.62	26.33
Operador de bulldozer, traxcavo o motocorfomadora	437.99	54.75
Chofer de camión de carga en general	371.30	46.41
Chofer de camioneta de carga	359.57	44.95
Operador de draga	521.85	65.23
Operador de maquinaria agrícola	374.72	46.84
Jornalero o peón	168.23	21.03
Topógrafo	700.00	87.50
Estadaletero	201.87	25.23
Responsable técnico (proyectista)	820.00	102.50
Técnico forestal o agropecuario	500.00	62.50
Brigada de topografía (Topógrafo y estadaletero)	901.87	112.73
Brigada de campo (Proyectista y ayudante)	1,320.00	165.00
Operador de máquinas para madera	293.41	36.68
Asesoría técnica especializada para supervisión de vivero forestal	750	93.75

Los cargos por mano de obra se calculan multiplicando el costo de la mano de obra requerida para la realización de la obra (especializada y no especializada) por el consumo de mano de obra de la actividad o práctica que se va a realizar.

Para el caso de las actividades realizadas con maquinaria los valores se calcularon empleando las fórmulas establecidas en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, a continuación se muestra un ejemplo de dichos cálculos:

Cuadro 4. Ejemplo del costo horario para tractor Bulldozer D6:

Factor	Valor	Factor	Valor
(Pm) Precio de la máquina	\$3,500,000.00	(HP) Potencia nominal	165 HP
(Vn) Precio de las llantas (n/a)		(Fo) Factor de operación	0.75
(Vm) Valor de la máquina	\$3,500,000.00	(HPop) Potencia de operación (HP x Fo)	123.75 HP
(Vr) Valor de rescate	\$350,000.00 (10% Valor de adquisición)	(CC) Coeficiente de combustible	0.1514
(Ve) Vida económica	10,000 horas	(Pc) Precio del combustible	\$12.95 por litro
(i) Tasa de interés anual (décima)	12.00%	(C) Capacidad del cárter	18 litros
(Hea) Horas efectivas por año	2,000 horas	(t) Horas efectivas entre cambio de lubricante	150 horas
(s) Prima anual promedio	4.00%	(CL) Coeficiente de lubricante	0.002
(Mn) Mantenimiento mayor y menor	50.00%	(PL) Precio del lubricante	\$65.00
Salario mínimo	\$103.30	(HV) Vida útil de las llantas	n/a
(So) Salarios por turno	\$1,141.22	(H) Horas efectivas por turno (85% de la jornada)	6.8
Ko (Coeficiente de mantenimiento)	75%		

Cálculo del costo horario			
	Concepto	Fórmula	Monto (\$)
Costo fijos	Depreciación	$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$	315.00
	Inversión	$Im = \frac{(Vm + Vr)i}{2Hea}$	115.50
	Seguros	$Sm = \frac{(Vm + Vr)s}{2Hea}$	38.50
	Mantenimiento	$Mn = Ko * D$	157.50
Total de costos fijos			626.50
Costos variables	Combustibles	$Co = Gh * Pc$	242.63
	Lubricantes	$Lb = e * Pa$	16.21
	Llantas	$Ll = \frac{Pn}{HV}$	n/a
Total de costos variables			258.84
Costos de operación	Salarios para operación	$Po = \frac{Sr}{Ht}$	96.55
Costo horario total			981.89

Nota.- El significado de las fórmulas está especificado en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, y los salarios para operación incluyen al operador del bulldozer y ayudante del operador.

Con base en la aplicación de las fórmulas antes señaladas se calculó el costo horario por tipo de maquinaria y equipo, resultando los siguientes costos horarios:

Cuadro 5.- Costo horario para las diferentes máquinas que se usan en los trabajos de reforestación o restauración y su mantenimiento:

Tipo de maquinaria	Costo horario (\$)
Bulldozer D6	981.89
Camión pick up estacas de 1 tonelada	339.25
Equipo topográfico (nivel y estadal)	1.60
Equipo topográfico (nivel de mano y estadal)	0.18
Motosierra	1.67
Herramientas menores	
Paquete herramientas para excavación (pico o talacho, pala cuadrada, hacha, lima triangular, machete y azadón).	0.39
Herramientas para transporte de material (carretilla).	0.34
Herramienta para apertura de cepa (barreta, cavahoyos y raspador).	0.43
Herramienta para reforestación de planta de contenedor (pala espada y talacho).	0.17
Herramienta para reforestación con subsoleo (pala espada y cavador o raspador).	0.16
Coa o punzón para siembra manual.	0.07
Herramienta para la revegetación (pico o talacho, machete y azadón)	0.22
Herramientas para la elaboración de terrazas de muro vivo (pico o talacho y pala cuadrada).	0.17
Herramientas para la apertura de brechas (pico o talacho, pala cuadrada, azadón, carretilla, rastrillo, machete, hacha, lima triangular, marro, macetón o marro pequeño).	0.51
Herramientas para la limpieza y excavación de la presa (pico o talacho, pala cuadrada, machete, hacha, marro, macetón o marro pequeño).	0.24

Herramientas de auxilio para el albañil para la construcción de la presa de mampostería (plomada y nivel de albañil).	0.04
Herramientas para la construcción de morillos y ramas (pico o talacho, pala cuadrada, cavahoyos, raspador, barreta, machete y hacha).	0.27
Marro y Macetón (marro pequeño).	0.03
Herramientas para el deshierbe manual (machete y lima triangular).	0.02
Mochila aspersora manual.	0.16
Mochila aspersora colapsable.	0.46
Herramientas para la puesta de cerco (barreta, cavahoyos, raspador, hacha, machete, macetón).	0.30
Malacate para el restirado de alambre.	0.07

Los cargos por maquinaria se calculan multiplicando el costo horario de una determinada máquina, por la cantidad de horas máquina requeridas para la realización de la obra.

Considerando los rendimientos así como cargos por mano de obra, costos horarios de maquinaria y equipo, y otros cargos, se calcularon los costos unitarios para cada una de las obras o actividades para reforestación o restauración y su mantenimiento.

Con base en lo anterior, a continuación se indican los costos unitarios de las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, necesarias para la restauración de ecosistemas, considerando a estas obras como las actividades, que combinadas según los ecosistemas, serán las mínimas necesarias para la determinación de los costos de referencia:

Cuadro 6.- Costos unitarios de actividades para reforestación o restauración y su mantenimiento:

Actividad	Unidad de Medida	Costo Unitario (\$)
Zanja Bordo con maquinaria	metro	6.63
Terrazas Individuales	pieza	6.41
Reforestación con pala plantadora	pieza	0.82
Reforestación a cepa común	pieza	3.85
Transporte de planta	pieza	0.34
Terrazas o Zanjas bordo a nivel (manuales)	metro	14.83
Terrazas de Muro vivo	metro	2.45
Deshierbe en terrazas individuales	hectárea	2,023.24
Estabilización de taludes para reforestación.	metro cuadrado (m ²)	16.75
Producción de planta de rápido crecimiento (planta para la reforestación del ecosistema tropical y árido y semiárido)	planta	3.08
Producción de planta de lento crecimiento (para la reforestación del ecosistema templado frio)	planta	3.93
Asesoría técnica	hectárea	1,673.30
Apertura de brechas cortafuego	Km	5,487.91
Cercado de protección con postes de madera	Km	26,193.86
Roturación o ripeo con bulldozer	m	1.11
Restauración de manglares		
Apertura de canales en manglares para restitución de flujos hídricos	metro cúbico (m ³)	177.23
Reforestación de manglares	ha	22,420.62

Al final del documento se presenta la memoria de cálculo de cada una de las actividades del cuadro anterior, estas memorias nos permiten conocer estimación del costo individual, de cada obra o prácticas de restauración o reforestación y su mantenimiento.

Sección IV. Del cálculo de los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para cada ecosistema

IV.1. Cálculo de los costos de referencia para el ecosistema árido y semiárido

Las zonas áridas y semiáridas están presentes en la mayoría del territorio nacional, tienen climas secos, donde la precipitación pluvial es escasa y la evapotranspiración y la temperatura son altas, de tal manera que las plantas que ahí sobreviven presentan adaptaciones en su estructura, para eficientizar el uso del agua, tales como: hojas pequeñas, sustitución de hojas por espinas, tallos fotosintéticos, raíces profundas, entre otras.

Debido a las características del ecosistema árido y semiárido, los trabajos de restauración corresponden a aquellos enfocados a la captación de agua de lluvia como auxilio a la reforestación y disminución de la escorrentía superficial, lo que reditúa en una disminución de la erosión.

IV.1.1. Procedimiento para calcular la cantidad de obras requeridas

a.- Estimación de la lluvia máxima en 24 horas

Para el ecosistema árido y semiárido la lluvia promedio máxima en 24 horas, para un periodo de retorno de 5 años es de 75 mm. Dicha estimación se hizo considerando las principales estaciones climatológicas de las zonas áridas y se tomó como referencia el Manual de Conservación del Suelo y del Agua, editado por el Colegio de Posgraduados, tercera edición, 1991.

b.- Estimar el coeficiente de escurrimiento

La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó considerando factores de textura de suelo, pendiente y tipo de vegetación, mediante el siguiente cuadro:

Cuadro 7.- Coeficiente de escurrimiento para diferentes condiciones de vegetación y de terreno:

Tipo de Vegetación y relieve del terreno	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.30	0.50	0.50
Pastizales			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0 a 5% de pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6 al 10% de pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11 al 30% dependiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente.- Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1991, 3ra. Edición.

c.- Estimación del escurrimiento superficial

Para el cálculo del escurrimiento se toma en cuenta la lluvia máxima en 24 horas y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo a las condiciones del terreno, por lo que el cálculo consiste en multiplicar la lluvia máxima en 24 horas por el coeficiente de escurrimiento.

Los terrenos que predominan en el ecosistema árido y semiárido son suelos poco profundos, con moderado potencial de escurrimiento y con texturas predominantemente medias (franco) y las condiciones de vegetación son de escasa cobertura vegetal y presencia de erosión laminar, con pendientes de 6 al 10%, por lo que el coeficiente de escurrimiento seleccionado es de 0.35.

Cálculo

$$75\text{mm} \times 0.35 = 26.25 \approx 26 \text{ (Se redondea a 26 mm).}$$

Con el objeto de captar y proporcionar la mayor cantidad de agua a la vegetación que se establecerá, se diseñan las obras para captar el 75% del escurrimiento, la lámina a captar por lo tanto es de 19.5 mm (26 * 0.75).

d. Cálculo de las obras de restauración

Considerando que en los terrenos de zonas áridas y semiáridas el principal objetivo es la captación de agua y que la pendiente es poca y escasa la vegetación, de acuerdo con la experiencia en los trabajos de restauración de suelos que ejecuta la CONAFOR en dichas zonas, las obras de restauración que se establecen consisten en la construcción de zanjas bordo a nivel, que se realizan empleando maquinaria entre los bordos, con el fin de que el agua precipitada sea aprovechada por la vegetación a establecer.

La zanja bordo que se construye con bulldozer tiene una sección triangular con una base de 1 m de ancho y una profundidad de 0.4 m, por lo que el área de la zanja corresponde a la de un triángulo de las dimensiones ya descritas.

d.1- Cálculo área y volumen de captación de zanjas:

Área:

$$A = \frac{1m(base) \times 0.40m(profundidad)}{2} = 0.2m^2$$

Volumen:

$$V = 0.2m^2 \times 1m = 0.2m^3$$

Entonces cada metro de zanja puede captar un volumen de 0.2 m³ de agua, que equivale a 200 litros de agua.

Dado que la zanja capta 0.2 m³ de agua, se requiere conocer cuál será el espaciamiento entre zanjas para que escurra el volumen suficiente de agua y que la zanja retenga su máxima capacidad de almacenamiento, por lo tanto:

d.1.2.- Cálculo separación de zanjas:

$$D = V/L$$

Dónde:

D = Distancia o espaciamiento entre zanjas en metros.

V = Volumen de agua que puede retener la zanja en m³.

L = Lámina de lluvia que escurre en m.

$$D = 0.2m^3 / 0.0195m = 10.25m^2$$

Dado que se calcula para un metro de zanja, el área resultante de 10.25 m² corresponde en igual magnitud a la distancia lineal, ya que al multiplicar 10.25 m por 1 m, se obtienen 10.25 m², por que la separación entre zanjas es 10.25 m, que para propósitos prácticos se redondea a 10 m, lo cual implica que en un área de una hectárea (100 m x 100 m o 10,000 m²), se requiere realizar 1,000 m de zanja bordo por hectárea.

IV.1.2. Costos de las Obras de restauración

De acuerdo a los costos de las obras especificados en el cuadro No. 6, se tiene que el costo unitario por metro de zanja bordo es \$6.63 (seis pesos 63/100 M.N.), por lo que el costo de estas obras es de \$6,630.00 (seis mil seiscientos treinta pesos 00/100 M.N.) por hectárea.

IV.1.3. Actividades de reforestación

Considerando las características de la vegetación del ecosistema árido y semiárido, se estableció que la densidad óptima de reforestación son 400 árboles por hectárea, por lo que la plantación se hace espaciando a 5 m entre líneas de plantación y 5 metros entre plantas, adicional a que se reforestará con planta de mayor edad, producida en contenedor de 320 ml de capacidad.

En base a la densidad y distanciamiento sobre las zanjas bordo se plantarán 200 árboles y el resto (200 árboles) se plantarán en el sistema de cepa común, sobre la línea de riego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6, correspondientes a los conceptos de producción de planta, transporte de la planta y reforestación, los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Producción de planta	Planta	3.08	400	1,232.00
Transporte de planta	Planta	0.34	400	136.00
Reforestación mediante cepa común	Planta	3.85	400	1,540.00

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad por el número de plantas a establecer, para el caso del ecosistema árido y semiárido, recordemos que se tomaron en cuenta 400 plantas por hectárea.

IV.1.4. Actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento están encaminadas a auxiliar la restauración y la reforestación, con el fin de garantizar una sobrevivencia de la reforestación de al menos el 80%, por lo que el mantenimiento consiste en la reposición de la planta muerta por sequía.

De las experiencias de la CONAFOR en trabajos de reforestación se ha determinado que el porcentaje de sobrevivencia de la plantación inicial es de 60%, por lo cual la reposición de planta corresponde al 40% de la plantación inicial (160 árboles).

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de producción de planta, el transporte de la planta y la reforestación, se tiene que los costos de las actividades para mantenimiento son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Producción de planta	Planta	3.08	160	492.8
Transporte de planta	Planta	0.34	160	54.4
Reforestación mediante cepa común	Pieza	3.85	160	616

Nota: El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad de mantenimiento por el número de plantas a restablecer, para el caso de la agrupación del ecosistema árido y semiárido, recordemos que tomamos en cuenta un 40% de plantas de reposición equivalentes a 160 plantas por hectárea.

IV.1.5. Actividades de Protección

Se consideraron 2 actividades de protección; cercado y brechas cortafuego. Los costos de cada una de las actividades se desglosan al final de la presente metodología.

Las brechas cortafuego, consideran la construcción de una guardarraya de tres metros de ancho y removiendo el suelo orgánico (mantillo) y material combustible hasta el suelo mineral para evitar la continuidad horizontal del combustible y con ello evitar la propagación del fuego. La brecha cortafuego se construye sobre el perímetro del terreno que se está restaurando. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.058 km de brecha por ha.

Para el cercado se tomó en cuenta su construcción con postes de madera, con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12, colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.050 km de brecha por ha.

Es necesario señalar que aunque en teoría el perímetro de cercado y de brecha cortafuego deben ser iguales, en la realidad no es así y eso se debe que el cercado si es completo, pero la brecha puede no serlo ya que existen camino o ríos que funcionan como brecha cortafuego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de cercado y brechas cortafuego, se tiene que los costos son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69

IV.1.6. Asesoría técnica

Como parte del acompañamiento técnico en la realización de todas las actividades de restauración, reforestación y su mantenimiento, se requiere de asesoría técnica, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde a \$1,673.30 (Mil seiscientos setenta y tres pesos 30/100 M.N.) por hectárea, durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, de lo cual se muestra evidencia más adelante.

IV.1.7. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el ecosistema árido y semiárido

Considerando lo anteriormente vertido, calculando las actividades necesarias, las cantidades mínimas y sus costos, se obtiene el costo total de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro No. 8.- Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el ecosistema árido y semiárido:

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima por ha.	Costo Total (\$)
Restauración de suelos	Zanja bordo con maquinaria	m	6.63	1,000	6,630.00
Reforestación	Producción de planta	Planta	3.08	400	1,232.00
	Transporte de planta	Planta	0.34	400	136.00
	Reforestación mediante cepa común	Planta	3.85	400	1,540.00
Mantenimiento	Producción de planta	Planta	3.08	160	492.80
	Transporte de planta	Planta	0.34	160	54.40
	Reforestación mediante cepa común	Pieza	3.85	160	616.00
Protección	Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	ha	1,673.30	1	1,673.30
Costo total		Hectárea		1	14,002.49

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en el ecosistema árido y semiárido corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No.8, por lo que el costo es de 14,062.49 pesos por hectárea.

IV.2. Cálculo de los costos de referencia el ecosistema templado frío

Al ecosistema templado frío corresponden terrenos donde las condiciones de precipitación pluvial generan suficiente humedad para el desarrollo de la vegetación, así mismo las condiciones de temperatura son de frescas a frías, dadas ya sea por la altitud sobre el nivel del mar de los terrenos o bien por encontrarse a latitud mayor al trópico de cáncer. La vegetación predominante en dichos terrenos corresponde a bosques de pino y para las zonas con menor precipitación predominan las especies de los géneros *Juniperus* y *Quercus*.

Para el caso del ecosistema templado frío, las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos están enfocadas al control de la erosión superficial y a la captación de agua de lluvia.

IV.2.1. Cálculo de las obras de restauración en el ecosistema templado frío

Para el ecosistema templado frío, los trabajos de restauración de suelos consisten en la construcción de terrazas a nivel o algún otro sistema de zanja bordo. Las terrazas o zanja bordo a nivel, también denominadas terrazas de absorción, controlan la erosión superficial y retienen e infiltran el agua de lluvia a lo largo de la terraza a través del perfil del suelo.

Para el cálculo del distanciamiento entre terrazas, se toma en cuenta la pendiente del terreno y la precipitación media anual. De acuerdo al Manual de Conservación del Suelo y del Agua (1991), las fórmulas son las siguientes:

a) Cálculo del espaciamiento entre terrazas

a.1.- Intervalo vertical

El intervalo vertical representa el muro perpendicular a la pendiente del terreno, que se debiera levantar para que se forme la terraza, y la terraza formada tenga una pendiente menor a 1%.

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

Donde:

IV =Intervalo Vertical

P = Pendiente en %

3 = Factor que se usa para zonas donde la precipitación anual es menor a 1200 mm.

4.- Factor que se usa para zonas donde la precipitación anual es mayor a 1200 mm.

0.305 = Factor de conversión de pies a metros.

a.2.- Intervalo horizontal

El Intervalo horizontal representa el distanciamiento entre terrazas, y en la práctica constituye la distancia que hay entre terrazas.

$$IH = \frac{IV}{P} (100)$$

Donde: IH = Intervalo horizontal

IV = Intervalo vertical

P= Pendiente del terreno

b) Cálculo del espaciamiento entre terrazas

Con base en las fórmulas y considerando una pendiente media de 10% para las zonas templadas se procede a calcular el espaciamiento entre terrazas.

Intervalo vertical

$$IV = \left(2 + \frac{10}{3}\right) (0.305)$$

$$IV = 1.62 \text{ m}$$

Intervalo horizontal

$$IH = \frac{1.62}{10} (100)$$

$$IH = 16.2 \text{ m}$$

El intervalo horizontal es de 16.2 m que se ajusta a 15 m de espaciamiento entre terrazas, porque resulta más conveniente para adecuarlo a la densidad de plantación, que es mediante un arreglo topológico a marco real, espaciando las plantas 3 m entre plantas y entre hileras.

Por lo que para una hectárea (10, 000 m²) se requieren 660 m de terrazas a nivel para restauración de suelos.

c) Diseño de las terrazas a nivel

Para la construcción de terrazas a nivel de forma manual, se realizan mediante la construcción de una zanja y con el suelo extraído de la zanja, se conforma un bordo que hará la función de muro para la retención del suelo erosionado del terreno y propiciará la formación de la terraza.

Las dimensiones de las zanjas de las terrazas son las siguientes:

Ancho = 0.4 m

Largo = 1 m (considerado sólo para el diseño, el largo final dependerá del terreno)

Profundidad = 0.4 m

Volumen de excavación por cada terraza:

$$V = 0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$V = 0.16 \text{ m}^3 = 160 \text{ litros}$$

Dado que el espaciamiento entre terrazas será de 15 m, y que una hectárea tiene una longitud de 100 m; por cada hectárea se realizan 6.6 terrazas por hectárea y cada terraza tendrá una longitud de 100 m, por lo tanto se requieren 660 m de terrazas por hectárea.

De acuerdo a los costos de las obras especificados en el cuadro No. 6, el costo unitario por metro de terraza a nivel, con las dimensiones ya mencionadas, tiene un costo de \$14.83 (catorce pesos 83/100 M.N.), por lo cual el costo de los 660 m de terrazas o zanjas por hectárea es de \$9,787.80 (Nueve mil setecientos ochenta y siete pesos 80/100 M.N.).

La reforestación de los árboles que no queden ubicados en las terrazas a nivel se hará directamente sobre el terreno empleando el método de reforestación a cepa común y construyendo terrazas individuales para cada planta.

Terrazas individuales

Las terrazas individuales son terraplenes circulares de 1.5 m de diámetro y una profundidad de 10 cm, que auxilian a los árboles reforestados captando mayor humedad, facilitan las labores de mantenimiento y disminuyen la competencia por humedad y nutrientes por parte de otras plantas (malezas).

El costo unitario de las terrazas individuales es de \$6.41 (seis pesos 41/100 M.N.), por lo que el costo por hectárea es de 5,640.80 (cinco mil seiscientos cuarenta pesos 80/100 M.N.).

IV.2.2. Actividades de reforestación

Considerando las características de la vegetación del ecosistema templado frío se estableció que la densidad óptima de reforestación son 1,100 árboles por hectárea, por lo que la plantación se hace mediante un arreglo topológico en marco real, espaciando las plantas 3 m entre líneas de plantación y 3 metros entre plantas, de tal manera que sobre las terrazas o zanjas bordo se plantarán 220 árboles y el resto (880 árboles) se plantarán a cepa común en terrazas individuales.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha.	Costo por ha (\$)
Producción de planta	Planta	3.93	1,100	4,323.00
Transporte de planta	Planta	0.34	1,100	374.00
Reforestación con pala plantadora	Planta	0.82	1,100	902.00

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad por el número de plantas a establecer, para el caso del ecosistema templado frío, recordemos que tomamos en cuenta 1,100 árboles por hectárea.

IV.2.3. Actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento están encaminadas a auxiliar la restauración y la reforestación con el fin de garantizar una sobrevivencia de la reforestación de al menos el 80%, por lo que el mantenimiento consiste en el reposición de la planta muerta.

De las experiencias de la CONAFOR en trabajos de reforestación se ha determinado que el porcentaje de sobrevivencia de la plantación inicial es de 60%, por lo cual la reposición de planta corresponde al 40% de la plantación inicial (440 árboles).

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha.	Costo por ha (\$)
Producción de planta para replante	Planta	3.93	440	1,729.20
Transporte de planta de replante	Planta	0.34	440	149.60
Reforestación de la planta de replante con pala plantadora.	Planta	0.82	440	360.80

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad de mantenimiento por el número de plantas a restablecer, para el caso del ecosistema templado frío, recordemos que tomamos en cuenta un 40% de plantas de reposición equivalentes a 440 plantas por hectárea.

IV.2.4. Actividades de protección

Se consideraron 2 actividades de protección; cercado y brechas cortafuego. Los costos de cada una de las actividades se desglosan al final de la presente metodología.

Las brechas cortafuego, consideran la construcción de una guardarraya de tres metros de ancho y removiendo el suelo orgánico (mantillo) y material combustible hasta el suelo mineral para evitar la continuidad horizontal del combustible y con ello evitar la propagación del fuego. La brecha cortafuego se construye sobre el perímetro del terreno que se está restaurando. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.058 km de brecha por ha.

Para el cercado se tomó en cuenta su construcción con postes de madera, con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12, colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.050 km de brecha por ha.

Es necesario señalar que aunque en teoría el perímetro de cercado y de brecha cortafuego deben ser iguales, en la realizada no es así y eso se debe que el cercado si es completo, pero la brecha puede no serlo ya que existen camino o ríos que funcionan como brecha cortafuego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de cercado y brechas cortafuego, se tiene que los costos son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69

IV.2.5. Asesoría técnica

Como parte del acompañamiento técnico en la realización de todas las actividades de restauración, reforestación y su mantenimiento, se requiere de asesoría técnica, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde a \$1,673.30 (un mil seiscientos setenta y tres pesos 30/100 M.N.), por hectárea durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, de lo cual se muestra evidencia más adelante.

IV.2.6. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el ecosistema templado

Atendiendo a todo lo anterior, calculando las actividades necesarias, las cantidades mínimas y sus costos, se obtiene el costo total de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro No. 9.- Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el ecosistema templado frío:

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima (ha)	Costo (\$)
Restauración de suelos	Terrazas o Zanjas a nivel construidas manualmente.	m	14.83	660	9,787.80
	Terrazas individuales	Pieza	6.41	880	5,640.80
Reforestación	Producción de planta	Planta	3.93	1,100	4,323.00
	Transporte de planta	Planta	0.34	1,100	374.00
	Reforestación con pala plantadora	Planta	0.82	1,100	902.00
Mantenimiento	Producción de planta para replante	Planta	3.93	440	1,729.20
	Transporte de planta de replante	Planta	0.34	440	149.60
	Reforestación de la planta de replante con pala plantadora.	Planta	0.82	440	360.80
Protección	Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	Hectárea	1,613.76	1	1,613.76
Costo total		Hectárea		1	26,508.95

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en el ecosistema templado frío corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No. 9, por lo que el costo es de 26,508.95 pesos por hectárea.

IV.3. Cálculo de los costos de referencia ecosistema tropical

El ecosistema tropical comprende un conjunto de comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (neo tropical), generalmente de climas cálidos húmedos, sub húmedo y semi seco según la clasificación de climas de Köppen. Los tipos de vegetación predominantes son selvas caducifolias y perennifolias. Este tipo de vegetación está compuesta por la mezcla de un gran número de especies, posee bejucos, lianas y plantas epifitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes.

Se caracterizan porque se presentan precipitaciones pluviales de 800 a 3000 mm, siendo variable su época de sequía entre 4 a 8 meses en el año, se presentan temperaturas medias anuales entre los 18 a 20°C. En general, los suelos son poco profundos en las selvas medianas pero contienen grandes cantidades de materia orgánica sin descomponer, a diferencia de las selvas bajas cuyos suelos son relativamente profundos de drenaje deficiente. Las pendientes promedio son alrededor del 25%.

IV.3.1. Actividades de restauración de suelos

Por lo anteriormente señalado, en este tipo de ecosistema las actividades de conservación y restauración se orientan a la disminución de escurrimientos y pérdida de suelo, así como la incorporación de especies que en conjunto promuevan la sucesión ecológica, por lo que las obras de restauración más adecuadas son las terrazas de muro vivo, cuya remoción de suelo es mínima, evitando su pérdida y promoviendo la disminución de escurrimientos en sitios con pendientes; sobre estas terrazas se realizan plantaciones en línea con especies adecuadas para formar los setos, además se establecen terrazas individuales que auxilien la reforestación, con su respectivo mantenimiento.

Las especies usadas son de rápido crecimiento, de fuerte desarrollo radicular, donde las semillas que se utilicen deben estar libres de plagas y enfermedades. Las especies más utilizadas para la formación de terrazas de muro vivo en zonas tropicales son el "cocuite" o "palo de sol" (*Gliricidia sepium*), "guaje" (*Leucaena leucocephala*), entre otras.

Para la conservación de suelos, las terrazas de muro vivo que se realizan consisten en terraplenes que se van formando a partir de setos de arbustos que se plantan en curvas a nivel.

a) Cálculo del distanciamiento entre terrazas

El distanciamiento de las terrazas, se calcula empleando la fórmula siguiente, que considera la pendiente y la precipitación anual:

a.1 Primero se determina el Intervalo Vertical:

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

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.

a.2 Finalmente se determina el Intervalo Horizontal:

$$IH = \frac{IV}{P} (100)$$

Donde:

IH = Intervalo Horizontal (m).

IV = Intervalo Vertical (m).

P = Pendiente del terreno (%).

De acuerdo a lo anterior, para el desarrollo de esta metodología, se determina el espaciamiento de la siguiente manera:

Pendiente del terreno promedio: 25%

Lluvias anuales frecuentemente mayores de 1200 mm. Considerando una media de acuerdo a los datos generales expuestos para este ecosistema.

$$IV = \left(2 + \frac{25P}{4}\right)(0.305)$$

$$IV = 2.51 \text{ m}$$

$$IH = \frac{2.51}{25} (100)$$

$$IH = 10 \text{ m}$$

De acuerdo a lo anterior, las terrazas se deben espaciar en una hectárea cada 10 m, sin embargo por conveniencia agronómica para el arreglo de la reforestación, dado que la densidad de plantación es de 625 árboles por hectárea, mediante un arreglo topológico a tresbolillo o marco real, con un distanciamiento de cuatro metros entre hileras de plantas y 4 m entre plantas, el espaciamiento entre terraza se amplía a 12 m.

Las terrazas se realizan a partir de construir un pequeño surco que permita el establecimiento de la vegetación que formará la terraza de muro vivo, las líneas son trazadas en el terreno siguiendo las curvas de nivel.

Dado que el espaciamiento entre terrazas será de 12 m, y dado que una hectárea (100 m x 100 m), tiene una longitud de 100 m, por cada hectárea se requieren 8.33 terrazas por hectárea y cada terraza tendrá una longitud de 100 m, por lo tanto se requieren 833 m de terraza por hectárea.

b) Cálculo de las terrazas individuales

Las terrazas individuales son terraplenes circulares de 1 m de diámetro y una profundidad de 10 cm, que auxilian a los árboles reforestados con mayor humedad, facilitan las labores de mantenimiento y disminuyen la competencia por humedad y nutrientes por parte de otras plantas. La cantidad de terrazas individuales y su distribución en el terreno, depende de la densidad de reforestación y arreglo topológico de árboles que se reforestarán.

Su construcción se hace en curvas a nivel y se recomienda usar una estaca y una cuerda de 0.75 metros de largo para su trazo, trazando un círculo de 1.5 metros de diámetro para excavar en la parte superior del círculo y conformando un bordo con el suelo excavado aguas abajo, perpendicular a la pendiente, esto permitirá almacenar agua de lluvia y retener humedad.

Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: 1.5 metros de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes compactados o estabilizados con piedra o pastos. Las dimensiones son variables dependiendo de la pendiente y la profundidad de suelos de los terrenos.

La densidad de reforestación es de 625 árboles por hectárea, por lo que se plantarán 208 árboles sobre las terrazas de muro vivo cada 4 m y el resto (417 árboles) se plantarán en terrazas individuales.

Si consideramos que sobre las líneas se establecerán 208 plantas intercaladas y 417 plantas se plantarán fuera de líneas, se determina realizar terrazas individuales entre líneas de terrazas de muro vivo, éstas ayudarán en la retención de humedad y la disminución de competencia para las plantas establecidas.

Estas obras se realizarán en un diseño a marco real entre las terrazas de muro vivo, lo que permitirá tener establecer la reforestación con la densidad de plantación adecuada.

IV.3.2. Costos de las obras de restauración

De acuerdo a los costos de las obras especificados en el cuadro No. 6, se tiene que el costo unitario por metro de terraza de muro vivo de \$2.45, esto calculando mano de obra, cargos fijos por equipo, maquinaria y herramientas, por lo que el costo de la construcción de las terrazas de muro vivo es de \$2,040.85 (dos mil cuarenta pesos 85/100 M.N.) por hectárea.

Asimismo, el costo unitario de las terrazas individuales es de \$6.41 (seis pesos 41/100 M.N.), por lo que el costo por hectárea es de \$2,672.91 (dos mil seiscientos setenta y dos pesos 97/100 M.N.) por hectárea.

IV.3.3. Actividades de reforestación

La reforestación se realiza usando planta de rápido crecimiento producida en contenedor de 310 ml, con una estancia en vivero de menos de 6 meses y la reforestación se hace en el terreno con pala plantadora o talacho.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Producción de planta	Planta	3.08	625	1,925.00
Transporte de planta	Planta	0.34	625	212.50
Reforestación a cepa común	Planta	3.85	625	2,406.25

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad por el número de plantas a restablecer, para el caso del ecosistema tropical tomamos en cuenta 625 plantas por hectárea.

IV.3.4. Actividades de mantenimiento

El mantenimiento se realiza considerando un 40% de reposición de planta dado por la mortandad de la plantación inicial, lo que resulta en la reposición de 250 plantas por hectárea, además de 2 deshierbes por hectárea, dado que por las condiciones de humedad de la zona tropical se genera una alta incidencia de malezas que afecta el desarrollo de la reforestación. El deshierbe se lleva a cabo de forma manual con machete, limpiando el área de las terrazas individuales.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima	Costo por ha (\$)
Producción de planta para replante	Planta	3.08	250	770.00
Transporte de planta para replante	Planta	0.34	250	85.00
Reforestación de la planta	Planta	3.85	250	962.50
Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe/ha	\$2,023.24 por ha, por cada deshierbe.	2	4,046.48

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad de mantenimiento por el número de plantas a restablecer, para el caso del ecosistema tropical, recordemos que tomamos en cuenta un 40% de plantas de reposición equivalentes a 250 plantas por hectárea.

IV.3.5. Actividades de protección

Se consideraron 2 actividades de protección; cercado y brechas cortafuego. Los costos de cada una de las actividades se desglosan al final de la presente metodología.

Las brechas cortafuego, consideran la construcción de una guardaraya de tres metros de ancho y removiendo el suelo orgánico (mantillo) y material combustible hasta el suelo mineral para evitar la continuidad horizontal del combustible y con ello evitar la propagación del fuego. La brecha cortafuego se construye sobre el perímetro del terreno que se está restaurando. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.058 km de brecha por ha.

Para el cercado se tomó en cuenta su construcción con postes de madera, con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12, colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.050 km de brecha por ha.

Es necesario señalar que aunque en teoría el perímetro de cercado y de brecha cortafuego deben ser iguales, en la realizada no es así y eso se debe que el cercado si es completo, pero la brecha puede no serlo ya que existen camino o ríos que funcionan como brecha cortafuego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de cercado y brechas cortafuego, se tiene que los costos son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Brechas cortafuego	km	5,487.91	0.058	318.30
Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69

IV.3.6. Asesoría técnica

Como todos los casos, se considera la asistencia técnica necesaria para la ejecución de las obras, desde el trazo de curvas a nivel y la capacitación para realizar las obras según las características técnicas adecuadas, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde 1,613.76 (un mil seiscientos trece pesos 76/100 M.N.) por hectárea durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, de lo cual se muestra evidencia más adelante.

IV.3.7. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el ecosistema tropical

Atendiendo a todo lo anterior, calculando las actividades necesarias, las cantidades mínimas y sus costos, se obtiene el costo total de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro No. 10.- Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el ecosistema tropical:

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima (\$)	Costo (\$)
Restauración de suelos	Terrazas de muro vivo	m	2.45	833 m	2,040.85
	Terrazas individuales para reforestación.	Piezas	6.41	417	2,672.97
Reforestación	Producción de planta	Planta	3.08	625	1,925.00
	Transporte de planta	Planta	0.34	625	212.50
	Reforestación a cepa común	Planta	3.85	625	2,406.25
Mantenimiento	Producción de planta para replante	Planta	3.08	250	770.00
	Transporte de planta para replante	Planta	0.34	250	85.00
	Reforestación de la planta	Planta	3.85	250	962.50
	Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe/ha	\$2,023.24 por ha, por cada deshierbe.	2	4,046.48
Protección	Brechas cortafuego	km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	Hectárea	1,613.76	1	1,613.76
Costo total		Hectárea		1	18,363.30

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en el ecosistema tropical, corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No.10, por lo que el costo es de 18,363.30 pesos por hectárea.

IV.4. Cálculo de los costos de referencia para el ecosistema de humedales o transición tierra mar

La vegetación del ecosistema de humedales o de transición tierra mar comprende la vegetación que se desarrolla en zonas con alto contenido de humedad y en algunas ocasiones terrenos cubiertos completamente por agua dulce o salobre durante una parte del año o por todo el año. Ese tipo de vegetación presenta adaptaciones biológicas para sobrevivir con el poco oxígeno del suelo o del agua.

La vegetación predominante en estos ecosistemas es la vegetación de galería que se desarrolla en los márgenes de los ríos y comprende principalmente los géneros *Taxodium*, *Salix* y en menor medida *Cupressus*.

IV.4.1. Actividades de restauración de suelos

Dado que la vegetación de galería sólo está presente en los márgenes de ríos y arroyos ya sea permanentes o intermitentes las actividades de restauración de suelo consisten primordialmente en la estabilización de taludes.

La estabilización de taludes consiste en suavizar (disminuir) la pendiente de talud hasta encontrar el ángulo de reposo adecuado según las características del suelo, el ángulo más adecuado de referencia es de 45° de inclinación de la pendiente del talud, de tal manera que se tiene un talud 1:1, esto es, a cada metro de elevación del talud le corresponde una distancia horizontal de un metro.

La suavización de taludes tiene un costo de \$16.75 (dieciséis pesos 75/100 M.N.) por cada metro cuadrado, por lo que el costo por hectárea correspondiente a 10,000 m², es de 167,500.00 pesos.

IV.4.2. Actividades de reforestación

La reforestación se realiza usando planta que requiere un ciclo largo de producción (al menos de 12 a 15 meses en el vivero), producida en contenedor de 310 ml y la reforestación se hace en el terreno con pala plantadora o talacho.

Dado que la vegetación de galería presenta una alta densidad de árboles, la reforestación debe realizarse al menos a una densidad mínima de 2,500 árboles por ha, mediante un arreglo topológico a tresbolillo o marco real con una distancia entre plantas de 2 m.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Producción de planta	Planta	3.93	2,500	9,825.00
Transporte de planta	Planta	0.34	2,500	850.00
Reforestación	Planta	0.82	2,500	2,050.00

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad de mantenimiento por el número de plantas a establecer, para el caso del ecosistema de humedales o transición de tierra a mar, recordemos que tomamos en cuenta 2,500 plantas por hectárea.

IV.4.3. Actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento están encaminadas a auxiliar la restauración y la reforestación con el fin de garantizar una sobrevivencia de la reforestación de al menos el 80%, por lo que el mantenimiento consiste en la reposición de la planta muerta por sequía.

De las experiencias de la CONAFOR en trabajos de reforestación se ha determinado que el porcentaje de sobrevivencia de la plantación inicial es de 60%, por lo cual la reposición de planta corresponde al 40% de la plantación inicial (1,000 árboles).

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros No. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades de mantenimiento son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha.	Costo por ha (\$)
Producción de planta para replante	Planta	3.93	1,000	3,930.00
Transporte de planta de replante	Planta	0.34	1,000	340.00
Reforestación de la planta de replante.	Planta	0.82	1,000	820.00

Nota.- El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad de mantenimiento por el número de plantas a restablecer, para el caso del ecosistema de humedal y transición de tierra a mar, recordemos que tomamos en cuenta un 40% de plantas de reposición equivalentes a 1,000 plantas por hectárea.

IV.4.4. Actividades de protección

Se consideraron 2 actividades de protección; cercado y brechas cortafuego. Los costos de cada una de las actividades se desglosan al final de la presente metodología.

Las brechas cortafuego, consideran la construcción de una guardarraya de tres metros de ancho y removiendo el suelo orgánico (mantillo) y material combustible hasta el suelo mineral para evitar la continuidad horizontal del combustible y con ello evitar la propagación del fuego. La brecha cortafuego se construye sobre el perímetro del terreno que se está restaurando. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.058 km de brecha por ha.

Para el cercado se tomó en cuenta su construcción con postes de madera, con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12, colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.050 km de brecha por ha.

Es necesario señalar que aunque en teoría el perímetro de cercado y de brecha cortafuego deben ser iguales, en la realizada no es así y eso se debe que el cercado si es completo, pero la brecha puede no serlo ya que existen camino o ríos que funcionan como brecha cortafuego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de cercado y brechas cortafuego, se tiene que los costos son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Brechas cortafuego	km	5,487.91	0.058	318.30
Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.68

IV.4.5. Asesoría técnica

Como todos los casos, se considera la asistencia técnica necesaria para la ejecución de las obras, desde el trazo de curvas a nivel y la capacitación para realizar las obras según las características técnicas adecuadas, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde 1,613.76 (un mil seiscientos trece pesos 76/100 M.N.) por hectárea durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, de lo cual se muestra evidencia más adelante.

IV.4.6. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el ecosistema de humedales o vegetación tierra mar

Atendiendo a todo lo anterior, calculando las actividades necesarias, las cantidades mínimas y sus costos, se obtiene el costo total de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro No. 11.- Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para la zona de humedales o transición tierra mar:

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima (\$)	Costo (\$)
Restauración de suelos	Suavización de taludes	m ²	16.75	10,000	167,500.00
Reforestación	Producción de planta	Planta	3.93	2,500	9,825.00
	Transporte de planta	Planta	0.34	2,500	850.00
	Reforestación	Planta	0.82	2,500	2,050.00
Mantenimiento	Producción de planta para replante	Planta	3.93	1,000	3,930.00
	Transporte de planta de replante	Planta	0.34	1,000	340.00
	Reforestación de la planta de replante.	Planta	0.82	1,000	820.00
Protección	Brechas cortafuego	km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	Ha	1,613.76	1	1,613.76
Total					188,556.75

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, para el ecosistema de humedal o transición tierra a mar, corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No.11, por lo que el costo es de 188,556.75 pesos por hectárea.

IV.4.A. Costos de reforestación o restauración para el caso específico de manglar, agrupado en el Ecosistema de Humedales o transición tierra –mar

Los manglares son una vegetación arbórea que pueden alcanzar hasta 25 metros de altura y tienen raíces en forma de zancos, crecen en zonas bajas y fangosas de la costa, en esteros, lagunas y estuarios de ríos, siempre bajo la influencia del agua salobre. Las plantas que los forman reciben el nombre de mangles y en México las principales especies de mangles son el mangle rojo (*Rhizophra mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*).

IV.4.A.1. Obras de restauración

Las obras de restauración de los manglares consisten básicamente en la restitución de los flujos hídricos; ya que la problemática principal de los manglares dañados ha sido por la obstrucción de dichos flujos debido a fenómenos naturales o artificiales que provocan el taponamiento y con ello impiden la circulación del agua.

La primera etapa de la restauración consiste en la restitución o generación de flujos hídricos, para ello se requiere la construcción de canales que permitan tanto el intercambio de agua dulce y salobre, como la circulación del agua, que a su vez promoverá su oxigenación. Además los canales servirán para la circulación de lanchas pequeñas que transportarán personal y planta para la reforestación.

Las obras de restauración consisten en la construcción de un canal principal que debe permitir el tránsito de pequeñas lanchas y por lo menos debe tener las siguientes dimensiones:

Ancho = 1.5 m

Profundidad = 0.8 m

Longitud = 100 m (por hectárea)

Volumen total del canal = 120 m³

Adicionalmente al canal principal se requiere la construcción de canales secundarios para propiciar el restablecimiento de los flujos hídricos en todo el terreno. Los canales secundarios tienen las siguientes dimensiones:

Ancho = 0.5 m

Profundidad = 0.5 m

Longitud = 98.5 m (por hectárea)

Volumen total del canal = 123.1 m³

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en los cuadros Nos. 2 y 6, se tiene que los costos de las actividades de mantenimiento son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha.	Costo por ha (\$)
Apertura de canales en manglares	m ³	177.23	143.1	25,361.61

IV.4.A.2. Actividades de reforestación

Los manglares son un tipo vegetación que tiene una muy alta densidad de árboles por hectárea; por lo cual la reforestación buscará igualar las condiciones naturales en cuanto a densidad de vegetación, situación por la cual la densidad de reforestación mínima es de 2,500 plantas por hectárea. La reforestación se hace en arreglo topológico en marco real, espaciando las plantas 2 m entre ellas.

La reforestación se hace de forma manual con talacho o pala plantadora, según lo permitan las condiciones de humedad del terreno y se consideran las actividades de transporte de planta, distribución de planta en el terreno, apertura de cepas y plantación.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados en la ficha de reforestación de manglar, el costo es de 22,420.62 pesos por hectárea.

IV.4.A.3. Actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento consisten principalmente en la reposición de planta muerta y todas las actividades necesarias para llevarla a cabo, tales como producción y transporte de planta, distribución en el terreno y plantación, entre otras. Se considera mantenimiento de la reforestación en un 40%, dado por la mortandad de la plantación inicial, lo que resulta en un 40% del monto de la reforestación inicial, que representa un monto de 8,968.25.

IV.4.A.4. Actividades de protección

Se consideraron 2 actividades de protección; cercado y brechas cortafuego. Los costos de cada una de las actividades se desglosan al final de la presente metodología.

Las brechas cortafuego, consideran la construcción de una guardarraya de tres metros de ancho y removiendo el suelo orgánico (mantillo) y material combustible hasta el suelo mineral para evitar la continuidad horizontal del combustible y con ello evitar la propagación del fuego. La brecha cortafuego se construye sobre el perímetro del terreno que se está restaurando. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.058 km de brecha por ha.

Para el cercado se tomó en cuenta su construcción con postes de madera, con cuatro hilos de alambre de púas calibre 12, colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos de los promedios que se tienen en ejecución corresponde 0.050 km de brecha por ha.

Es necesario señalar que aunque en teoría el perímetro de cercado y de brecha cortafuego deben ser iguales, en la realizada no es así y eso se debe que el cercado sí es completo, pero la brecha puede no serlo ya que existen camino o ríos que funcionan como brecha cortafuego.

Con base en los datos de rendimientos especificados en el cuadro No. 2 y los costos unitarios establecidos en el cuadro No. 6 para los conceptos de cercado y brechas cortafuego, se tiene que los costos son los siguientes:

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha (\$)
Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69

IV.4.A.5. Asesoría técnica

Como todos los casos, se considera la asistencia técnica necesaria para la ejecución de las obras, desde el trazo de curvas a nivel y la capacitación para realizar las obras según las características técnicas adecuadas, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde 1,613.86 (un mil seiscientos trece pesos 86/100 M.N.) por hectárea durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, de lo cual se muestra evidencia más adelante.

IV.4.A.6. Costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el caso específico de manglares

Cuadro No. 12.- Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para la zona de humedales o transición tierra mar, con referencia específica al mangle:

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima (udm)	Costo (\$)
Restauración de suelos	Apertura de canales en manglares	m ³	177.23	143.1	25,361.61
Reforestación	Reforestación de manglares (incluye producción y transporte de planta, distribución en el terreno y plantación).	ha	22,420.62	1	22,420.62
Mantenimiento	Reposición del 40% de la plantación inicial (incluye producción y transporte de planta, distribución en el terreno y plantación).	ha	8,968.25	1	8,968.25
Protección	Brechas cortafuego	Km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.050	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	ha	1,613.76	1	1,613.76
Costo total		Hectárea		1	59,992.23

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, para el ecosistema de humedal o transición tierra a mar, con referencia al mangle, corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No. 12, por lo que el costo es de 59,992.23 pesos por hectárea.

SECCIÓN V. Costos de referencia para actividades de restauración, reforestación y su mantenimiento.

Finalmente, con los procedimientos anteriores que componen esta metodología, se resumen los costos de referencia, en pesos por hectárea, para cada uno de los ecosistemas de la República Mexicana.

Cuadro. 13.- Costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales:

Concepto.	Costos de referencia, en pesos por hectárea, para los diferentes ecosistemas de la República Mexicana				
	Templado frío	Tropical	Árido y semiárido	Humedales o transición tierra mar	
				Manglares	Otros Humedales
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento.	26,508.95	18,363.30	14,002.49	59,992.23	188,556.75

CONCEPTO	OBRAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN LAMINAR		
Grupo	Sistema Zanja-Bordo		
Obra o práctica	Zanjas bordo a nivel con bulldozer		
DESCRIPCIÓN:	Las zanjas bordo a nivel se construyen con bulldozer D6, para lo cual implica un paso de ripper con 3 ganchos y dos pasos de bordero para la conformación del bordo, además de un paso de ripper aguas arriba para facilitar infiltración del agua.		
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea			
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)	
Trazo de curvas de nivel con nivel montado	18.00	0.44	
Construcción de zanjas bordo a nivel	1.25	6.40	
2.- Cargo por mano de obra			
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha	
Trazo de curvas de nivel con nivel montado	112.73	50.10	
Transporte de brigada de topografía	339.25	18.85	
Transporte de operadores de maquinaria	339.25	271.40	
Total		340.35	
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.			
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha	
Construcción de zanjas bordo a nivel con bulldozer y bordero	981.89	6,284.04	
Depreciación de equipo topográfico	1.60	0.71	
Total		6,284.79	
4.- Cargos por consumos			
		0.00	
5.- Otros cargos			
		0.00	
Suma de cargos			
Costo/ha		6,625.14	
Cantidad de obra por ha (m)		1,000	
Costo unitario		6.63	

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Preparación del Terreno.	
Obra o práctica	Terrazas Individuales	
DESCRIPCIÓN:	Las Terrazas Individuales son terraplenes en forma de círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad, el diseño de este tipo de obra es a tres bolillo. Capta agua de lluvia y escurrimientos, Incrementando la humedad aprovechable en el suelo. Esta obra puede ser complementaria de otra de control de erosión laminar y se recomienda para pendientes mayores a 50%.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo de curvas de nivel con nivel de mano	18.00	0.44
Diseño de obra a tres bolillo y marcaje con cal	27.55	2.90
Construcción de las terrazas individuales (cuadrilla de 10)	0.30	269.44
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo de curvas de nivel con nivel montado	112.73	50.10
Diseño de obra a tres bolillo y marcaje con cal	21.03	61.07
Transporte de brigada de topografía	339.25	18.85
Transporte de jornaleros	339.25	1,142.59
Construcción de terrazas individuales	21.03	5,665.82
Total		6,938.42
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Depreciación de equipo topográfico	0.18	0.08
Herramienta para excavación	0.390	105.09
Total		105.17
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo (\$)	Costo/ha
Cal	1.40	7
Cuerda	0.82	0.57
Total		7.57
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		7,051.16
Cantidad de obra por ha (m)		1100
Costo unitario		6.41

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Reforestación	
Obra o práctica	Reforestación con pala plantadora	
DESCRIPCIÓN:	Se hace con una pala plantadora o una pala espada o montana, se usa para la plantación de planta de contenedor, generalmente puede ser utilizada en forma práctica para la reforestación de especies producidas en contenedor. Se usa en material tipo I.	

1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Apertura de cepa con pala espada o talacho (cuadrilla de 10)	2.00	40.00
Distribución de planta y plantación (cuadrilla de 10)	4.55	17.60
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Transporte de jornaleros para la reforestación con pala plantadora (cuadrilla de 10)	339.25	51.79
Apertura de cepas	21.03	841.13
Distribución de planta y plantación	21.03	370.10
Total		892.92
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramienta para plantación	0.166	6.65
Total		6.65
4.- Cargos por consumos		
	0.00	0.00
5.- Otros cargos		
	0.00	0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		899.57
Cantidad de obra por ha (m)		1100
Costo unitario		0.82

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Preparación del Terreno.	
Obra o práctica	Apertura de cepa común	
DESCRIPCIÓN:	La cepa común es uno de los sistemas de plantación más antiguos, consiste en un hoyo de 30 cm de diámetro y profundidad de 30 cm. Este sistema se usa para las reforestaciones con planta de bolsa. La cepa común se combina generalmente con otras obras de retención de humedad.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo de curvas de nivel con nivel de mano	18.00	0.44
Apertura de cepa común (cuadrilla de 10)	0.49	161.84
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo de curvas de nivel con nivel de mano	112.73	50.10
Transporte de brigada de topografía	339.25	18.85
Transporte de jornaleros	339.25	686.30
Apertura de cepa común	21.03	3,403.19
Total		4,158.44

3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramienta para excavación	0.433	70.12
Depreciación de equipo topográfico	0.18	0.08
Total		70.20
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo (\$)	Costo/ha
Cal	1.40	7.00
Total		7.00
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		4,235.65
Cantidad de obra por ha (m)		1100
Costo unitario		3.85

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Mantenimiento	
Obra o práctica	Transporte de planta de contenedor de 310 ml	
DESCRIPCIÓN:	El transporte de planta en camión de 3 toneladas, adaptado con tres camas para la colocación de charolas. Se considera que transporta 9,240 plantas.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (plantas./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Carga y descarga de la planta en charolas de contenedor.	4620.00	0.002
Total		
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Carga y descarga de la planta en charolas de contenedor.	21.03	0.04
Total		0.04
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
	0.0	0.0
4.- Cargos por consumos		
	0.0	0.0
5.- Otros cargos		
Cargo	Costo horario (\$)	Costo/ha
Camión de 3 toneladas	693.13	0.300
Total		0.300
Suma de cargos		
Costo unitario		0.34
Cantidad por ha.		1100
Costo por ha		370.12

CONCEPTO	OBRAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN LAMINAR	
Grupo	Sistema Zanja-Bordo	
Obra o práctica	Zanja Bordo Manual	
DESCRIPCIÓN:	La zanja bordo manual, se construye siguiendo las curvas a nivel en terrenos con profundidades mínimas de 0.40 m, son usadas principalmente para la captación de escurrimientos, retención de azolves y como una práctica de auxilio a la reforestación; dependiendo del escurrimiento superficial en el terreno, en promedio se construyen 5 bordos cada 20 metros por hectárea.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo de curvas de nivel con nivel de mano (brigada)	8.00	1.00
Construcción de la zanja bordo manual (cuadrilla de 10 personas)	0.285	280.50
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo de curvas de nivel con nivel de mano	112.73	112.73
Transporte de brigada de topografía	339.25	42.41
Transporte de Jornaleros para la construcción de zanja bordo manual	339.25	1,189.49
Construcción de la zanja bordo manual	21.03	5,898.39
Total		7,243.02
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Depreciación de equipo topográfico	0.180	0.18
Herramienta para excavación	0.390	109.40
Total		109.58
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo horario (\$)	Costo/ha
Estacas	1.12	56.00
Cal	1.40	7.00
Total		63.00
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		7,415.60
Cantidad de obra por ha (m)		500
Costo unitario		14.83

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Reforestación con preparación del terreno	
Obra o práctica	Terrazas de Muro vivo	
DESCRIPCIÓN:	Las terrazas de muro vivo son terraplenes que se van formando a partir de setos de arbustos que se plantan en curvas a nivel.	

1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo de curvas a nivel con nivel de mano	18.00	0.44
Limpia o deshierbe de terreno para el establecimiento de las terrazas (cuadrilla de 10)	3.33	24.00
Surcado para el establecimiento de setos de terrazas (cuadrilla de 10)	3.33	24.00
Siembra de semilla	20.0	4.0
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo de curvas con nivel de mano (brigada topográfica)	112.73	50.10
Surcado para el establecimiento de setos	21.03	504.68
Siembra de semilla	21.03	84.11
Limpia o deshierbe de terreno para el establecimiento de las terrazas (cuadrilla de 10)	21.03	504.68
Transporte de jornaleros para trazo de curvas a nivel	339.25	18.85
Transporte de jornaleros para la elaboración de terrazas de muro vivo (cuadrilla de 10)	339.25	25.45
Total		1,187.86
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Depreciación de equipo topográfico	0.18	0.08
Herramientas para la elaboración de terrazas de muro vivo	0.17	4.13
Total		4.13
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo (\$)	Costo/ha
Semilla de leucaena	200.00	33.20
Total		33.20
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		1,225.19
Cantidad de obra por ha (m)		500
Costo unitario		2.45

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Mantenimiento	
Obra o práctica	Deshierbe manual en terrazas individuales	
DESCRIPCIÓN:	El deshierbe se realiza con machete alrededor de la planta para ayudar en el desarrollo de las especies seleccionadas.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Deshierbe (cuadrilla 10 personas)	1.00	80.00

2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Deshierbe (cuadrilla 10 personas)	21.03	1,682.25
Transporte de cuadrilla	339.25	339.25
Total		2,021.50
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramientas para el deshierbe manual (machete y lima triangular)	0.021734776	1.74
Total		1.74
4.- Cargos por consumos		
		0.00
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/ha		2,023.24
Cantidad de obra por ha (m)		1
Costo unitario		2,023.24

CONCEPTO	OBRAS PARA LA RESTAURACIÓN DE CARCAVAS	
Grupo	Estabilización de taludes	
Obra o práctica	Conformación de taludes solo para darles el ángulo de reposo y posterior reforestación.	
DESCRIPCIÓN:	La suavización de taludes se realiza para el control de la erosión a lo ancho de la cárcava y consiste en desvanecer el talud hasta un ángulo de reposo del material, o al menos a 45°.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (m ² /día)	Rendimiento (hr/udm)
Trazo y limpieza del área del talud	266.67	0.03
Conformación del talud	15.09	0.53
		0.56
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/m ²
Trazo y limpieza del área del talud	21.03	0.63
Conformación del talud	21.03	11.14
Total		11.78
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/m ²
Herramientas para limpieza y excavación	0.39	0.22
Total		0.22
4.- Cargos por consumos		
		0.0

5.- Otros cargos		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/m²
Transporte de jornaleros	339.25	4.75
Suma de cargos		
Costo/m²		16.75
Cantidad de obra por ha (m²)		6.00
Costo unitario		100.47

CONCEPTO	ASESORÍA TÉCNICA PARA LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
DESCRIPCIÓN:	La asesoría técnica comprende los gastos para la elaboración del proyecto y su ejecución en campo, de tal manera que las obras se realicen conforme a lo planeado. Se considera un ingeniero proyectista y un ingeniero de apoyo.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Recorrido de campo para planteamiento del proyecto	4.00	2.00
Elaboración de proyecto en gabinete	8.00	1.00
Asesoría en campo para ejecución del proyecto.	16.00	0.50
Cuantificación de avances y elaboración de informes	16.00	0.50
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Recorrido de campo para planteamiento del proyecto	165.00	330.00
Elaboración de proyecto en gabinete	102.50	102.50
Asesoría en campo para ejecución del proyecto.	165.00	82.50
Cuantificación de avances y elaboración de informes	165.00	82.50
Total		597.50
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Equipo de oficina para la elaboración del proyecto	3.17	3.17
Equipo de oficina para la elaboración del informes	3.17	1.59
Total		4.76
4.- Cargos por consumos		
	Costo horario (\$)	Costo/ha
Hojas blancas	0.14	14
Tinta para impresoras	0.80	80
Total		94
5.- Otros cargos		
Material	Costo horario (\$)	Costo/ha
Gastos de transporte para la elaboración y supervisión del proyecto	339.25	977.037
Total		977.037
Suma de cargos		
Costo/ha		1,673.30
Cantidad de obra por ha (visitas)		1
Costo unitario		1,673.30

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Protección de la reforestación	
Obra o práctica	Brechas cortafuego	
DESCRIPCIÓN:	Se hacen para la prevención de incendios forestales en el área reforestada, se elimina la vegetación existente en la brecha y se descubre hasta el suelo mineral.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (km/día)	Rendimiento (hr/km.)
Desmote para apertura de la brecha (cuadrilla de 10)	4.00	20.00
Desmote para apertura de la brecha (retiro de vegetación) (cuadrilla de 10)	2.00	40.00
Excavación de la brecha (5 a 10 cm de profundidad) (cuadrilla de 10 jornaleros)	1.00	80.00
Apertura de zanjas de desviación de escurrimientos (cuadrilla de 10)	4.00	20.00
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Desmote para apertura de la brecha (operador de motosierra)	36.68	733.52
Desmote para apertura de la brecha (retiro de vegetación) por jornaleros	21.03	841.13
Excavación de la brecha (5 a 10 cm de profundidad) por jornaleros	21.03	1,682.25
Apertura de zanjas de desviación de escurrimientos (cuadrilla de 10)	21.03	420.56
Transporte de jornaleros apertura de brechas (cuadrilla de 10)	339.25	1,696.24
Total		5,373.70
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramientas para la apertura de brechas cortafuego	0.51	80.88
Motosierra	1.667	33.33
Total		114.21
4.- Cargos por consumos		
	0.00	0.00
5.- Otros cargos		
		0.00
Suma de cargos		
Costo/m		5,487.91
Cantidad de obra por ha (m)		0.058
Costo unitario		318.30

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Protección de la reforestación	
Obra o práctica	Cercado con postes de madera	
DESCRIPCIÓN:	El cercado con el fin de proteger la reforestación y las obras de conservación y restauración de suelos que pueden ser destruidos por el ganado. El cercado propicia el desarrollo de especies herbáceas que permiten la cobertera de suelo desnudo. El posteo se realiza cada 4 m, con 2 separadores entre ellos.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día) (Cuadrilla de 10)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo y limpieza de línea	5.00	16.00
Limpieza o chaponeo de vegetación	5.00	53.33
Apertura de pozo	4.50	17.76
Tendido de postes	4.50	17.76
Tendido de alambre	4.00	20.00
Fijación de poste (aterrado de poste)	4.50	17.76
Restirado y grapado de alambre	7.52	10.64
Puesta de separadores	4.50	17.76
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo y limpieza de línea	21.03	336.45
Limpieza o chaponeo de vegetación	21.03	1121.50
Apertura de pozo	21.03	373.46
Tendido de postes	21.03	373.46
Tendido de alambre	21.03	420.56
Fijación de poste (aterrado de poste)	21.03	373.46
Restirado y grapado de alambre	21.03	223.74
Puesta de separadores	21.03	373.46
Transporte de jornaleros	339.25	2,035.49
Total		3,800.17
3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramientas para la construcción de cerco	0.3010	31.56
Malacate para la restirado de alambre	0.0721	0.77
Total		32.33
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo horario (\$)	Costo/ha
Cal (trazo)	1.40	3.5
Poste de madera	30.00	9,990.00

Separadores	10.00	2,500.00
Alambre de púas	800.00	9,200.00
Grapas	49.00	637.00
Total		22,330.50
5.- Otros cargos		
Cargo	Costo horario (\$)	Costo/ha
Traslado del material	30.86	30.86
Total		30.86
Suma de cargos		
Costo/ha		26,193.86
Cantidad de obra por ha (m)		0.05
Costo unitario		1,309.69

CONCEPTO	OBRAS PARA LA RESTAURACIÓN DE MANGLARES	
Grupo	Canales de restitución de flujos hídricos	
Obra o práctica	Apertura de canales en manglares	
DESCRIPCIÓN:	Los canales se construyen para el restablecimiento de los flujos hídricos, intercambio de agua dulce y agua salobre y oxigenación del agua, ello permite tener una mayor sobrevivencia de la reforestación. La apertura de canales considera un canal principal y canales secundarios que dan un volumen de 143.1 m ³ de excavación en total.	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Trazo de canales con nivel montado	8.00	1.00
Apertura de líneas o limpia por corte o troceado	0.20	39.80
Recopilación de desechos o transporte	0.12	68.23
Excavación de suelo para apertura o reapertura de canales	0.005	1558.40
Conformación de canal	1.259	6.35
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Trazo de canales con nivel montado	112.73	112.73
Apertura de líneas o limpia por corte o troceado	21.03	836.92
Recopilación de desechos o transporte	21.03	1,434.72
Excavación de suelo para apertura o reapertura de canales	21.03	32,770.23
Conformación de canal	21.03	133.57
Total		35,288.17

3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Depreciación de equipo topográfico	1.601	1.60
Herramienta para excavación	0.390	607.81
Total		609.41
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo Unitario(\$)	Costo/ha
Estacas	1.12	67.2
Total		67.2
5.- Otros cargos		
Material	Costo Unitario(\$)	Costo/ha
Transporte de brigada de topografía	339.25	339.25
Transporte de Jornaleros para la construcción de zanja bordo manual	339.25	3,392.49
Transporte de Jornaleros para la construcción de zanja bordo manual	339.25	3,392.49
Total		7,124.23
Suma de cargos		
Costo/ha		43,089.01
Cantidad de obra por ha (m³)		243.12
Costo unitario		177.23

CONCEPTO	OBRAS Y PRÁCTICAS PARA LA REFORESTACIÓN	
Grupo	Reforestación	
Obra o práctica	Reforestación con planta de mangle	
DESCRIPCIÓN:	La reforestación para la restauración de manglares es una práctica muy común y necesaria, es una forma de propagar la vegetación en donde ha sido erradicada, para la reforestación de estos ecosistemas se utilizan especies como: <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Conocarpus erectus</i>	
1.- Cálculo de rendimientos unitarios por actividad y por hectárea		
Actividad	Rendimiento (ha./día)	Rendimiento (hr/ha.)
Distribución y Acarreo	0.44	18.18
Apertura de cepa	0.04	200.00
Plantación	0.06	133.33
2.- Cargo por mano de obra		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Distribución y acarreo por jornaleros(Cuadrilla de 10)	21.03	382.33
Apertura de cepa por jornaleros (cuadrilla de 10)	21.03	4,205.63
Plantación (cuadrilla de 10)	21.03	2,803.75
Transporte de jornaleros para reforestación con mangle (cuadrilla de 10)	21.03	3.30
Total		7,395.01

3.- Cargos fijos por maquinaria, equipo y herramienta.		
Actividad	Costo horario (\$)	Costo/ha
Herramientas para la excavación	0.390	78.00
Herramientas para el transporte de material de la plantación	0.341	45.41
Total		123.41
4.- Cargos por consumos		
Material	Costo horario (\$)	Costo/ha
Mangle	5.96	14,902.20
Total		14,902.20
5.- Otros cargos		
Suma de cargos		
Costo/ha		22,420.62
Cantidad de obra por ha (m)		2,500.00
Costo unitario		8.86

Bibliografía.

- Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de abril de 2006.
- Colegio de Postgraduados 1991. Manual de Conservación del Suelo y del Agua, tercera edición.
- Comisión Nacional Forestal, 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Tercera Edición.
- Decreto de Promulgación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países afectados por la Sequía Grave o desertificación. (9) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 junio 2005.
- García E., 1973, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Segunda Edición. UNAM, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1996 – 1999, Uso de Suelo y Vegetación Serie II escala 1:250,000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009, Uso de Suelo y Vegetación Serie IV escala 1:250,000.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 2000.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003.
- Ley General de Vida Silvestre publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio del 2000.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Toledo V. y M.J. Ordóñez, 1995. Diagnóstico de los Escenarios de la Biodiversidad en México. Reporte para la CONABIO.

(R.- 393883)