



“PROGRAMA DE RESTAURACIÓN PARA LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL TRIUNFO”

CLAVE DEL PROYECTO: FONCET-2008-01

NOMBRE DEL PROYECTO: **“DIVERSIFICACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PAISAJES
TRANSFORMADOS EN COMUNIDADES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL
TRIUNFO, CHIAPAS, MÉXICO**

COMPONENTE 1: **“PROGRAMA DE RESTAURACIÓN”**

PARTICIPANTES: M. en C. Luis Galindo Jaimes (Responsable), Dr. Sergio López Mendoza, M. en C. Miriam López Carmona, Pas. Ing. Agrobio. Álvaro Solís Morales, Pas. Biól. Alejandra Martínez González, M.C. Sergio A. Salinas Rodríguez, Dr. Neptalí Ramírez Marcial, M. en C. Angélica Camacho Cruz y Dr. José Antonio Santiago Lastra

Contenido temático

1.- RESUMEN

2.- INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedentes

2.2. Justificación

3.- OBJETIVOS DEL PROGRAMA

3.1. General

3.2. Específicos

4.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

4.1 Antecedentes históricos del área

4.2 Localización y límites

4.3 Características físico-geográficas

4.3.1 Geología

4.3.2 Fisiografía

4.3.3 Edafología

4.3.4 Hidrología

4.3.5 Climas

4.3.6 Características biológicas

5.- MÉTODOS

5.1. Ubicación de sitios para restauración

5.2. Elaboración de insumos par el mapa de prioridad de restauración

5.2.1. Pendiente

5.2.2. Cobertura del dosel arbóreo

5.2.3. Impacto humano

5.3. Elaboración de insumos para el mapa de potencial ambiental

5.2.1. Retención de agua

5.2.2. Irradiación solar (evapotranspiración)

5.2.3. Fertilidad y calidad del suelo

5.4. Procedimiento para la elaboración de los mapas de potencial ambiental y prioridad de restauración.

5.4.1. Metodología con SIG

5.4.2 Información geoespacial

5.5. Áreas Potenciales de degradación hidrológica

5.5.1 Limitación de la zona de análisis

5.5.2 Digitalización y establecimiento de criterios

5.5.3 Análisis y clasificación final

5.5.4 Caracterización de los tramos de ríos visitados en campo

5.6. Diagnóstico social

5.6.1. Medios de vida

5.6.2. Capitales

6.- DIAGNÓSTICO DE LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN

6.1. Restauración dirigida

6.2. Restauración asistida

6.3. Restauración pasiva

6.4 Actividades de restauración

7.- PROPUESTA DE PROTOCOLOS DE RESTAURACIÓN

8.- PROPUESTA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE RESTAURACIÓN

9.- OPORTUNIDADES DE FINANCIAMIENTO

10.- OTRAS ACTIVIDADES

10.1. Deforestación evitada

10.2. Aprovechamiento sustentable

11.- CONSIDERACIONES FINALES

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.- ANEXOS

1.- RESUMEN

La Restauración Ecológica se define como el proceso de alteración intencional de un hábitat para establecer un ecosistema definido, natural e histórico local. Las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. Mediante talleres y actividades de asesoría con expertos, se determinaron tres tipos de restauración a realizar en la reserva: a) Forestal, b) De cuerpos de agua (principalmente ríos) y c) De sitios de deslaves. Respecto a la restauración hidrológica, está se enfoca a determinar si la degradación es resultado de procesos naturales o de actividades humanas. En los tres casos se detectaron al menos tres estrategias de restauración diferentes: i) restauración pasiva, ii) restauración asistida y iii) restauración dirigida. Los objetivos principales fueron: establecer plazos pertinentes a las prioridades de la Reserva, pero acordes con el financiamiento para ejecutar los proyectos de restauración; considerar el carácter integral (ecológico, social, cultural, humano y económico) del proceso de restauración; definir las distintas estrategias de restauración, acordes con las diferentes situaciones y sitios que se presenten en la reserva; elaborar los protocolos de restauración, con base en las diferentes estrategias; elaborar una propuesta de protocolos de monitoreo para las actividades de restauración; proponer fuentes de financiamiento acordes con las distintas las actividades de restauración. El método para establecer la ubicación de los sitios para la restauración en la Reserva, se presenta de manera global, y diferenciada por incisos, para lograr los objetivos planteados. El trabajo se inició con la recopilación de información para realizar la identificación de sitios prioritarios para la restauración, así como las zonas con potencial natural para el éxito de la restauración. La información geográfica digital con que no se contaba, fue generada para el área de la Reserva de El Triunfo y sus zonas aledañas. Para obtener la viabilidad de restauración se realizó un primer ejercicio de combinar los mapas de potencial y prioridad para la restauración forestal. Además, se incluyeron los resultados del potencial social de los ejidos en la reserva, para definir ejidos con potencial alto, medio y bajo para realizar actividades de restauración. En la propuesta de protocolos de restauración, se siguió el criterio de considerar grupos de especies o comunidades vegetales, en lugar de privilegiar solamente especies. Como resultado de la definición de las actividades de restauración, se realizó una búsqueda de fuentes de financiamiento, cuyos objetivos estuvieran en concordancia con los objetivos de las estrategias propuestas en este programa.

2.- INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedentes

Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades humanas. La Restauración Ecológica se define como el proceso de alteración intencional de un hábitat para establecer un ecosistema definido, natural e histórico local. El objetivo de este proceso es imitar la estructura, la función, la diversidad y la dinámica del ecosistema original según la *Society of Ecological Restoration*. El proceso de restauración es inducido por el hombre para recuperar las condiciones ambientales (flora, fauna, clima, agua, suelo y microorganismos) de un ecosistema perturbado; el cual debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies, las características del suelo, la dinámica de los nutrientes en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia potencial, económica y social de las especies nativas. El principal objetivo de la restauración ecológica es generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original. Este sistema debe ser auto sustentable no sólo en términos ecológicos, sino también sociales, al constituir una fuente de recursos económicos para las comunidades aledañas y al ser explotado por éstas de manera racional, garantizando así su conservación (Lamb y Gilmour, 2003). Desde esta perspectiva, el proceso de restauración no puede ser abordado desde una sola disciplina, sino que exige la participación de muchas áreas del conocimiento, y acuerdos entre diferentes instancias institucionales y de organización de grupos. Las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración (SER 2004). El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente. La trayectoria histórica de un ecosistema gravemente impactado puede ser difícil o imposible de determinar con exactitud. No obstante, la dirección general y los límites de esa trayectoria se pueden establecer a través de una combinación de conocimientos sobre la estructura, composición y funcionamiento preexistentes del ecosistema dañado, de estudios de ecosistemas intactos comparables, de la información sobre condiciones ambientales de la región y análisis de otras informaciones ecológicas, culturales e históricas del ecosistema de referencia. Esta combinación de fuentes permite trazar la trayectoria histórica o condiciones de referencia a

partir de los datos ecológicos iniciales y con ayuda de modelos predictivos. La emulación de éste proceso, durante la restauración, deberá ayudar a guiar al ecosistema hacia una mejor salud e integridad.

Para fines del presente programa, se inició un ejercicio de definición del concepto de restauración con la intención de unificar un lenguaje común entre los expertos y demás participantes. Derivado de los talleres de expertos se acordó adoptar la siguiente definición operativa del concepto de restauración ecológica, acorde con la Sociedad para la Restauración Ecológica Internacional (SER 2004): *“La restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido.”*

Posteriormente, mediante talleres y actividades de asesoría con expertos, se determinaron tres tipos de restauración a realizar en la reserva: a) Forestal, b) De cuerpos de agua (principalmente ríos) y c) De sitios de deslaves. En los tres casos se detectaron al menos tres estrategias de restauración diferentes: i) restauración pasiva, ii) restauración asistida y iii) restauración dirigida. Mediante el análisis con sistemas de información geográfica, fue posible identificar los sitios donde se localizan las distintas estrategias, junto con sitios que todavía no pierden la cobertura vegetal arbórea, pero que están localizados en lugares con potencial ambiental medio o bajo. Para estos sitios, lo que se recomienda por ahora es su preservación, debido a que sería muy difícil el restablecimiento de la cobertura arbórea en caso de perderla. Para los sitios con potencial ambiental favorable, que permiten la recuperación de la cobertura vegetal arbórea, se recomienda acciones de manejo y conservación.

2.2. Justificación

La Reserva de la Biosfera El Triunfo tiene un total de 32,633 ha de vegetación transformada lo que representa el 27.38% del total de la superficie del área (CONANP-FMCN, 2003). La tasa de transformación del hábitat para la Reserva El Triunfo en el periodo 1975-2002 fue de 0.49%, con un total de 12,298 ha transformadas y un promedio anual de 485 ha. Los tipos de vegetación más impactados fueron el bosque mesófilo de montaña y la selva mediana subperennifolia. Las causas fueron principalmente la expansión de la frontera agrícola y los deslaves provocados por los fenómenos meteorológicos de 1998 (CONANP-FMCN, 2003). En este estudio se reporta también que para el año de 1986 se incrementaron las áreas de agricultura de temporal permanente en los poblados de Custepec, Laguna Arenal y Rosario Zacatonal. En otras comunidades como El Vergel y San Antonio Miramar se

incrementaron las superficies de pastizal inducido, lo mismo sucedió al Suroeste de la zona Núcleo La Angostura. En 1992 nuevamente se incrementan las zonas de pastizales de El Vergel y San Antonio Miramar. Finalmente, para el año 2002, se vio un incremento de la agricultura de temporal permanente principalmente al Sur y Oriente de la zona Núcleo Ovando y al Oeste de la zona Núcleo Custepec. En el periodo de 1992 -2002 se observó una tasa de transformación mayor de los ecosistemas forestales, con 1.08% de deforestación anual y un total de 9,956 ha transformadas. Las razones del incremento en este periodo, están asociadas además de las actividades agrícolas, a los grandes deslaves que se dieron en la zona después de las lluvias torrenciales que se precipitaron en la zona en 1998 (CONANP-FMCN, 2003). A pesar de que los resultados de este estudio reflejan que una superficie importante de la Reserva ha sido transformada en los últimos 27 años, ésta es sensiblemente menor a la que presenta la zona de Influencia de la reserva; es decir, una superficie de más de 233,000 ha alrededor de la poligonal de esta área natural protegida. Esta área ha sido determinada bajo el criterio de cuencas existentes en la región y la conexión de éstas con la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Los resultados de nuestro análisis establecen que dentro de esta zona de Influencia en el periodo de 16 años (1986- 2002), se transformaron 25,813 ha, casi el doble de los que se transformaron dentro de la poligonal de El Triunfo en 27 años (Paniagua-Ruiz, 2003). Los ecosistemas más afectados en esta área fueron la selva mediana subperennifolia y la sabana y las causas principales de esta transformación fueron, el pastizal inducido, deslaves, agricultura de temporal permanente y de temporal, así como la transformación de vegetación secundaria y las zonas urbanas (Paniagua-Ruiz, 2003). Incluso, El Triunfo mostraba una tasa de deforestación menor a la de otra área protegida que igualmente se encuentra en la Sierra Madre, la Reserva de la Biosfera La Sepultura, que tuvo una superficie de vegetación transformada de 73,112 ha en el periodo de 1970 a 1993, mientras que El Triunfo registró para ese mismo periodo 10,474 ha (March-Mifsut y Flamenco-Sandoval, 1996).

Sin embargo, uno de los problemas es el crecimiento de la actividad pecuaria en la vertiente del Pacífico, principalmente en el municipio de Pijijiapan, donde la propuesta es promover los sistemas silvopastoriles. El incremento de la actividad agrícola maíz-café es negativo para la zona, en la vertiente del Pacífico hay maíz y en la Frailesca hay café, para mejorar esta situación se han propuesto los sistemas agroforestales. La extracción de palma shate ha ocasionado dificultades al este de la vertiente del Pacífico, la propuesta para mejorar esto es regular el aprovechamiento y promover plantaciones de palma. Los sitios con incendios

forestales en bosques de pino son la vertiente de la Frailesca en Cuxtepeques, para tomar medidas se requieren quemas prescritas, manejo de combustible y el fuego. Los derrumbes afectan ambas vertientes en zonas de mayores pendientes, suelos inestables y áreas abiertas, para evitar estos contratiempos se debe restringir el aprovechamiento en estas áreas, se deben realizar prácticas de restauración y reforestación, así como de conservación de suelos. Otro dilema es la erosión del suelo en ambas vertientes en zonas de mayores pendientes, suelos inestables y áreas abiertas, sobre todo hacia el Pacífico, la propuesta es restringir nuevas áreas de aprovechamiento y realizar prácticas de conservación de suelos. En la Reserva es un factor negativo el aprovechamiento ilegal maderable principalmente en bosques de pino, en la vertiente Frailesca, en Cuxtepeques y Capitán Luis A. Vidal, Municipio de Ángel Albino Corzo, para dar una solución a este problema se debe definir el plan de manejo forestal comunitario. Finalmente, en toda la Reserva hay una falta de consenso en los objetivos e intereses de conservación y restauración, para suplir esta carencia se deben realizar campañas de sensibilización dirigidas al personal de la Reserva y a los pobladores, también se debe hacer participación comunitaria conociendo sus necesidades. Pese al conocimiento técnico disponible de las especies forestales hacen falta experiencias reales en El Triunfo, se requiere crear una red de áreas de plantaciones maderables en menor pendiente y reforestación en áreas de mayor pendiente, esto en zonas abiertas, entre muchas otras acciones.

En todos los casos, coincidimos con la SER (2004) en cuanto a los atributos que se deberán cumplir en cualquier ecosistema a restaurar:

1. El ecosistema restaurado debe contener un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y que proveen una estructura apropiada de la comunidad.
2. El ecosistema restaurado consta de especies autóctonas hasta el grado máximo factible.
3. Todos los grupos funcionales necesarios para el desarrollo y/o la estabilidad continua del ecosistema restaurado se encuentran representados o, si no, los grupos faltantes tienen el potencial de colonizar por medios naturales.
4. El ambiente físico del ecosistema restaurado tiene la capacidad de sostener poblaciones reproductivas de las especies necesarias para la continua estabilidad o desarrollo a lo largo de la trayectoria deseada.
5. El ecosistema restaurado aparentemente funciona normalmente de acuerdo con su estado ecológico de desarrollo y no hay señales de disfunción.
6. El ecosistema restaurado se ha integrado adecuadamente con la matriz ecológica o el paisaje, con los cuales interactúa a través de flujos e intercambios bióticos y abióticos.

7. Se han eliminado o reducido, tanto como sea posible, las amenazas potenciales del paisaje que lo rodea a la salud e integridad del ecosistema.
8. El ecosistema restaurado tiene ya suficiente capacidad de recuperación como para aguantar los acontecimientos estresantes periódicos y normales del ambiente local y que sirven para mantener la integridad del ecosistema.
9. El ecosistema restaurado es auto-sostenible al mismo grado que su ecosistema de referencia y tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones ambientales existentes. No obstante, los aspectos de su biodiversidad, estructura y funcionamiento podrían cambiar como parte del desarrollo normal del ecosistema y podrían fluctuar en respuesta a acontecimientos normales y periódicos aislados de estrés y de alteración de mayor trascendencia. Como con cualquier ecosistema intacto, la composición de las especies y otros atributos de un ecosistema restaurado podrían evolucionar a medida que cambian las condiciones ambientales.

Del diagnóstico anterior se desprenden las siguientes necesidades para iniciar un programa de restauración ecológica dentro de la REBITRI:

Establecer los puntos de partida (condiciones de referencia) de los procesos de restauración y las causas que llevaron a la situación actual a los sitios que requieren restauración.

Definir desde el inicio la situación final a la que se quiere llegar, la cual puede ser muy variada dependiendo de cada caso (bosques para preservación, bosques con algún grado de uso, sistemas agroforestales, etc.).

Definir claramente objetivos y estrategias en función de los puntos anteriores. Evitar confundir restauración con reforestación, ya que esta última es solamente una de las muchas técnicas de restauración y tiene un objetivo eminentemente productivo y no biológico.

Establecer plazos pertinentes a las prioridades de la Reserva, pero acordes con el financiamiento para ejecutar los proyectos de restauración.

Considerar el carácter integral (ecológico, social, cultural, humano y económico) del proceso de restauración.

Contar con una estrategia clara y flexible a largo plazo que explicita y argumente los puntos anteriores y otros que fuesen necesarios.

Derivado de las necesidades anteriores, se concluye que la temática de restauración en la Reserva es compleja y multidimensional y que es necesario dedicar mayores esfuerzos de discusión e integración de información e ideas específicas a la preparación de una estrategia de largo plazo para la restauración, que permita la legitimación social, ambiental y económica durante la implantación y evaluación de Planes de Acción Específicos, bien coordinados entre ellos y articulados por la una estrategia común. Es claro que la restauración es un proceso continuo que requiere ajustes permanentes, por lo que sus logros no pueden verse tangibles en el corto plazo.

3.- OBJETIVOS DEL PROGRAMA

3.1. General

El objetivo del presente documento es establecer un programa de restauración ecológica para la Reserva de la Biosfera “El Triunfo”, derivado del análisis de la información disponible y consensuado con los diferentes actores que interviene o laboran en el sitio (organismos gubernamentales y no gubernamentales, autoridades locales y pobladores, organizaciones comunitarias, sector académico y público en general) y que redunde en una estrategia coordinada a corto, mediano y largo plazo.

3.2. Específicos

Recopilar la información existente sobre la Reserva y que sea de utilidad para la elaboración del programa.

Definir las áreas degradadas y sus causas (prevención de la degradación).

Definir los criterios de selección y el método integral para escoger áreas a restaurar.

Elaborar un listado y un mapa de los sitios a restaurar (que considere la viabilidad social).

Definir las distintas estrategias de restauración, acordes con las diferentes situaciones y sitios que se presenten en la reserva.

Elaborar los protocolos de restauración, con base en las diferentes estrategias.

Elaborar una propuesta de protocolos de monitoreo para las actividades de restauración.

Proponer fuentes de financiamiento acordes con las distintas las actividades de restauración.

4.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

4.1 Antecedentes históricos del área

En 1972 el territorio que hoy es El Triunfo fue decretado Área Natural y Típica del Estado de Chiapas, como tipo ecológico bosque de niebla, con una superficie de 10,000 ha, para la preservación especial del quetzal y el rarísimo pavón. En 1990 fue decretado como Reserva de la Biosfera, su superficie se amplió a 119,177-29-00 ha, con una zona de Amortiguamiento de 93,458-41-00 ha y una zona Núcleo de 25,763 ha distribuidas en cinco polígonos (DOF 13 de marzo de 1990).

El Triunfo fue la segunda área natural protegida decretada bajo esta categoría en el estado de Chiapas y la primera que se inscribió a la Red de Reservas de Biosfera del programa El Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), el 3 de diciembre de 1993. Se incorporó al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas en el año 2000. En el 2003, fue seleccionada por la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI, por sus siglas en inglés) dentro de las cuatro Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) prioritarias de México.

4.2 Localización y límites

La Reserva de la Biosfera El Triunfo se localiza en la porción central de la Sierra Madre de Chiapas, en las coordenadas geográficas extremas, 15° 09'10" y 15° 57'02", latitud norte y 92° 34'04" y 93° 12'42", longitud oeste. Cuenta con una superficie de 119,177-29-00 ha y abarca parte de los Municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acacoyagua, Escuintla, Ángel Albino Corzo, La Concordia, Villa Corzo, Montecristo de Guerrero y Siltepec, comprendidos en las regiones económicas Frailesca, Sierra, Istmo, Costa y Soconusco, del estado de Chiapas. La zonificación establecida por la declaratoria del ANP contempla 119,177-29-00 ha, de las cuales 93,458-41 ha conforman la Zona de Amortiguamiento y 25,763 ha la Zona Núcleo (ZN) dividida en cinco polígonos: ZN I El Triunfo (11,594-75-00 ha), ZN II Ovando (2,143-25-00 ha), ZN III Custepec (1,192-75-00 ha), ZN IV El Venado (4,056-87-00 ha) y ZN V La Angostura (6,776-25-00 ha). (DOF, 13 de marzo de 1990). El Triunfo se divide en tres subregiones (Del Carpio, 1988): La vertiente del Pacífico, se extiende en una franja aproximada de 120 Km. de largo, en alturas que van de 200 a 1,600 msnm, llega al Noroeste hasta el río Novillero. En esta franja está una parte de la región cafetalera del Soconusco, de la cual no se incluyen las partes más bajas y la planicie, que de acuerdo a su morfología están ligadas a la Sierra.

La vertiente del Atlántico, abarca los declives de la Sierra Madre que bajan hacia la Depresión Central, sus ríos son afluentes del río Grijalva, que desemboca en el Golfo de México. La zona de Cumbres, designa a las alturas mayores de la Sierra Madre. Es considerada a partir de los límites superiores del cultivo de café (1,500-1,600 msnm), hasta las crestas más altas de la región (Arreola-Muñoz, 2004).

4.3 Características físico-geográficas

Actualmente las características físicas de la Reserva no pueden ser consideradas desde una sola perspectiva. Su diversidad biológica, la importancia del agua concentrada, así como los procesos económicos que ahí se originan, deben ser estudiados desde una óptica regional, debido a que su conservación-transformación no tiene sus inicios en las colindancias de la Reserva, esta visión regional obedece al desarrollo de la cafecultura en la región de Chiapas (Arreola-Muñoz, 2004).

4.3.1 Geología

Las formaciones geológicas de la Reserva corresponden al Precámbrico y Paleozoico (complejo basal) también existen estratos del Mesozoico y Cenozoico. El área se constituye principalmente por rocas graníticas y metamórficas, el macizo montañoso está formado por rocas volcánicas (andesitas, básicamente) del Mioceno (Müllerried, 1982). La geología de la Sierra Madre se presenta de la siguiente forma: en dirección noreste – sureste predominan rocas graníticas del Paleozoico. En la porción oeste de la Reserva, al norte-, noreste y sureste del polígono, predominan las calizas-arsénicas del Paleozoico Superior. Al norte y noreste existen dos afloramientos correspondientes a gneis del Paleozoico y toba ácida del Terciario Superior. En el extremo sureste hay una pequeña porción del complejo metamórfico del Precámbrico. Al sur de este afloramiento se presenta, en una mínima porción, conglomerados del Cuaternario y muy cerca, en dirección este, un pequeño afloramiento de tonalita del Terciario (Müllerried, 1982). El basamento de la REBITRI es conocido como Macizo Chiapaneco. Está constituido por las rocas más antiguas del Estado, lo único que se ha preservado es el cuarzo, los otros granitos antiguos presentan descomposición y otros se han convertido en arcilla. El paisaje que presenta es una cadena de pliegues que van del noroeste al sureste y es el parteaguas entre la Vertiente del Pacífico y la Depresión Central del Estado (Arreola-Muñoz, 2004).

4.3.2 Fisiografía

La Reserva se ubica dentro de la provincia fisiográfica Tierras Altas de Chiapas-Guatemala, específicamente en la subprovincia Sierra de Chiapas (Müllerried, 1982). Es una cadena

montañosa que se extiende en dirección noroeste-sureste. Según la exposición de sus laderas, se distinguen en el ANP, las vertientes del Pacífico y de la Depresión Central. En ambas vertientes se distinguen tres tipos de relieves: crestas alargadas (por arriba de los 2,000 msnm); macizo montañoso de pendientes fuertes a escarpadas (entre los 1,000 y 2,000 msnm); y laderas con pendientes moderadas a fuertes (menos de 1,000 msnm). Las mayores altitudes en la Reserva se localizan en los cerros La Angostura, El Cebú, El Triunfo y La Cumbre con 2,759 msnm, El Venado con 2550 msnm y Cordón Pico El Loro con 2750 msnm.

4.3.3 Edafología

Son siete los tipos de suelo presentes en la Reserva, estos suelos son propensos a erosionarse ya sea de forma moderada o alta, se distribuyen de acuerdo a su inclinación topográfica (Arreola-Muñoz, 2004). La mayor parte de la superficie dentro de la Reserva de la Biosfera El Triunfo es el tipo de suelo cambisol eútrico, contiene una capa de color claro y generalmente pobre en materia orgánica, debido al intemperismo y al tectonismo se ha provocado la formación metamórfica de rocas, estos suelos están alterados y empobrecidos, a pesar de tener una textura arcillo-limosa tienden a ser muy permeables. No pueden ser aprovechados para actividades forestales. En las partes graníticas predominan los litosoles con menos de 25 cm de espesor sobre la roca, son de textura limo-arcillosa, sin embargo, son vulnerables a la erosión, por lo que son proclives a presentar cárcavamiento o perderse en movimientos en masa si se desprotegen de su cobertura forestal o se presentan lluvias torrenciales (Arreola-Muñoz, 2004). En una menor proporción y principalmente hacia las partes menos abruptas y en zonas donde se han dado procesos de acumulación, los suelos son del tipo feozem con una capa superficial blanda, de color oscuro, rica en materia orgánica y pobre en nutrimentos, al igual que en el otro tipo de suelo sufren intensa alteración y extrema fragilidad, sin embargo, son suelos con posibilidades para el aprovechamiento agropecuario (Arreola-Muñoz, 2004).

4.3.4 Hidrología

La Reserva se ubica en el parteaguas de la Sierra Madre de Chiapas, límite de las dos grandes regiones hidrológicas del estado: Grijalva-Usumacinta en la vertiente de la Depresión Central y la de la Costa en la vertiente del Pacífico. La región hidrográfica del Grijalva tiene influencia en el complejo hidrológico de la Sierra Madre, de ahí descienden 17 ríos hacia la planicie, para desembocar en la vertiente del Pacífico, que conforman la región hidrográfica de la zona Costa. El río Grijalva tiene una longitud de 700 km y a lo largo de su curso se han construido cuatro hidroeléctricas (Belisario Domínguez, Manuel Moreno Torres, Netzahualcóyotl y Ángel Albino Corzo), entre ellas generan el 14.5% de la energía eléctrica

nacional y aportan 35.8% de la energía generada por este medio (Arreola-Muñoz, 2004). Las cuencas importantes del Grijalva-Usumacinta en El Triunfo son La Angostura, El Dorado, Cuxtepec, Santa Catarina y Cafetal. La vertiente del Pacífico cuenta con ríos pequeños y seriadados, con caídas considerables a los valles (Helbig, 1976). En esta vertiente hay siete cuencas: Pijijiapan, Coapa, Margaritas, Novilleros, San Nicolás, Cacaluta y Cintalapa. La Reserva aporta agua dulce al complejo de humedales de mayor relevancia en el Pacífico, ubicado en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, es aquí donde se da una importante congregación de aves migratorias, el recurso del agua favorece también a los peces y camarones de la zona, lo que propicia un ambiente adecuado para la reproducción de las aves.

4.3.5 Climas

La zona de El Triunfo es considerada una de las zonas más húmedas del país, principalmente en la vertiente del Pacífico, las precipitaciones son mayores a los 2500 mm anuales. Este clima es así por el aire marítimo proveniente del Pacífico, los ciclones y tormentas tropicales durante el verano, dan por resultado lluvias geográficas y que gradualmente se precipitan conforme la humedad asciende por la tierra. La altitud es determinante para el régimen técnico que es propenso a ser isotermal (Arreola-Muñoz, 2004). Debido a sus características físicas, la Reserva cuenta con varios tipos de clima, como son los templados-húmedos, cálidos-húmedos, cálidos-subhúmedos y los semicálidos-húmedos, registrándose precipitaciones anuales entre 2,500 y 4,000 mm. El porcentaje de precipitación invernal respecto del total anual es menor de 5 mm, con temperatura media anual mayor a 22°C, y temperatura del mes más frío mayor a 18°C.

4.3.6 Características biológicas

En la Reserva hay 10 tipos de vegetación, uno de los mayores remanentes de bosque se niebla de México se encuentra en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, diversas especies arbóreas de Norte y Centro América (Vázquez-García, 1993); registradas 1,000 especies de plantas y alrededor de 1136 de animales. La Reserva de la Biosfera El Triunfo es considerada una de las áreas protegidas federales que cuenta con más especies de vertebrados terrestres (INE-SEMARNAP, 1999). A nivel nacional, estos organismos representan el 24% y a nivel estatal, el 47%. Los invertebrados han sido el grupo menos estudiado de la fauna en la Reserva. Para la Sierra Madre de Chiapas se han registrado 588 especies de mariposas diurnas Lepidóptera, las cuales corresponden a 49 por ciento de las conocidas para Chiapas (De la Maza y De la Maza, 1993). Con respecto a vertebrados acuáticos, se tiene el registro de seis especies de

peces (ictiofauna) de las Familias Characidae, Cyprinodontidae, Poeciliidae y Cichlidae. En la Reserva habitan 548 especies de vertebrados terrestres, divididas en 14 especies de anfibios y 41 de reptiles (herpetofauna), 381 de aves y 112 mamíferos. Se han identificado 18 especies endémicas, 11 son de México, cuatro de Chiapas y tres de la Sierra Madre (Espinoza et al., 1996).

5.- MÉTODO

5.1. Ubicación de sitios para restauración

Para establecer la ubicación de los sitios para la restauración en la Reserva, se presenta de manera global, y diferenciada por incisos, el método propuesto para lograr los objetivos planteados. El trabajo se inició con la recopilación de información para realizar la identificación de sitios prioritarios para la restauración, así como las zonas con potencial natural para el éxito de la restauración. La información geográfica digital con que no se contaba, fue generada para el área de la Reserva de El Triunfo y sus zonas aledañas. Cabe destacar que los insumos que se utilizaron para la elaboración de la presente propuesta fueron obtenidos de trabajos previos para el estado de Chiapas, realizados por Ecosur, Biocores y TNC. También, se recabó la información geográfica digital correspondiente a la región de la Sierra Madre de Chiapas. Con la información recopilada se generó una primera propuesta en la cual se plantearon tres criterios para la definición de áreas a restaurar. Así mismo, se identificaron áreas prioritarias y potenciales para la restauración, según las recomendaciones de los expertos, sobre la propuesta preliminar de los mapas generados.

5.2. Elaboración de insumos para el mapa de prioridad de restauración

5.2.1. Pendiente. Este criterio de inclinación del terreno fue parcialmente definido a partir de los registros de vegetación natural y pensando en el uso para fines productivos, en los que terrenos con pendientes mayores a 25° no son susceptibles de ser utilizadas para la agricultura; por lo que disminuye la competencia entre cubierta vegetal y agrosistemas. Mediante el uso de un modelo de elevación digital, se pudo interpolar el valor de la pendiente para diferentes zonas y después se procedió a clasificarlas.

5.2.2. Cobertura del dosel arbóreo. Se utilizó una imagen satelital LANDSAT del 2007 para identificar y aislar áreas de perturbación y áreas naturalmente abiertas (información e insumos del proyecto 33405 conafor-conacyt, Biocores A.C.). Posibles perturbaciones incluyen deslaves y vegas de ríos ampliadas por fenómenos meteorológicos. La clasificación se basó en dos modelos: el primer es NDVI, el cual se utiliza para discriminar entre diferentes tipos de vegetación, y el otro modelo es el índice de perturbación, que discrimina los sitios abiertos y con vegetación secundaria de otros tipos de vegetación. La combinación de ambos índices generó una cobertura con información de áreas abiertas, de vegetación forestal abierta (bosques secundarios), cerrada (bosques maduros) y densa (bosques maduros con alta diversidad de especies vegetales). Se evaluó la cobertura vegetal

para la Reserva de la Biósfera El Triunfo durante el período 2007 a través del análisis de imágenes Landsat TM y ETM+. Para ello se obtuvo un mosaico de 2 imágenes Landsat TM del período 2006-2007 (Landsat ETM+ 022049 y 021049), correspondientes al área de estudio. Dichas imágenes se obtuvieron orto-rectificadas. Una vez analizada la preparación de las imágenes, estas se recortaron para el área de la Reserva El Triunfo y se calculó el índice de vegetación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) con el programa ERDAS 8.7 para las imágenes del período 2006-2007. El mapa de vegetación resultante mostró una falta de precisión considerable como resultado de las características topográficas de la región, al sobreponerlo con las coberturas del programa Google Earth 4.3. Se exploró la utilidad y precisión de otros índices de vegetación para alcanzar los objetivos propuestos y finalmente se optó por utilizar el Índice de Disturbio (DI) de Healey et al. (2005). Para establecer dicho índice se siguieron los cuatro pasos mencionados por los autores:

1. Se corrió una clasificación *Tasseled Cap* para extraer los índices de brillo, verdor y humedad.
2. Se normalizaron los valores obtenidos para cada índice para poder combinarlos algebraicamente.
3. Los valores obtenidos se combinaron linealmente para calcular el DI a través de la siguiente fórmula: $DI = \text{brillo} - (\text{verdor} + \text{humedad})$
4. Se discriminaron los deslaves como una categoría independiente.

5.2.3. *Impacto humano*. Con base en un mapa de los censos de población del INEGI 2000, fueron ubicados los asentamientos humanos más importantes y se les asignó una zona de amortiguamiento de 5 km alrededor, con el fin de que esas áreas no fueran tomadas en cuenta en la selección, esas áreas se recortaron y fueron eliminadas del mapa. Después se procedió a hacer un análisis geo-espacial para determinar áreas de influencia de la población humana sobre los recursos naturales. El área de influencia está determinada por la densidad de las poblaciones, que considera sitios con baja densidad poblacional (alejados de centros de población en crecimiento) como los menos apropiados para realizar la restauración, en una relación lineal entre mayor prioridad y alta densidad poblacional. Sin embargo, a sugerencia de los expertos en el primer taller, se consideró un indicador socioeconómico que es el índice de desarrollo socioeconómico municipal promedio, que considera tanto la densidad poblacional como las actividades productivas y los ingresos económicos, junto con la tasa de deterioro ambiental, medida como la pérdida de superficie de vegetación original (bosque, selva o matorral) y secundaria, así como su transformación en suelo con pastizal o dedicado a

finés agrícolas durante el periodo 1975-2000. Ambos parámetros (el índice de desarrollo y el deterioro) fueron tomados del Plan Estatal de Ordenamiento Territorial para el estado de Chiapas y se combinaron para determinar las áreas que han sufrido mayor impacto humano; de tal forma que ya no solamente se consideró a la población humana como un factor independiente sino combinado con la transformación del ambiente.

Con la información anterior (tres criterios) se generó una propuesta en la que se plantearon sitios prioritarios para la restauración. Esta caracterización ayudó a identificar áreas donde se deberían ser prioritarios trabajos de restauración en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. El nivel de prioridad para cada sitio, se basó en la suma de los tres criterios anteriores. De acuerdo a la suma, la distribución de frecuencias por unidad de área se dividió en tres partes, teniendo en cuenta la siguiente escala de prioridad: baja, media y alta.

5.3. Elaboración de insumos para el mapa de potencial ambiental

Se recabó la información geográfica y ambiental correspondiente a la región de la sierra madre de Chiapas. Con la información recabada se generó una propuesta en la que se plantearon tres criterios para la selección de áreas cuyo potencial ambiental fuera favorable a las actividades de restauración.

5.2.1. *Retención de agua.* Detecta los sitios donde hay mayor acumulación y también favorece el establecimiento y desarrollo de la vegetación. Con base en el modelo de elevación digital para la REBITRI, se pudo generar esta capa de información, ya que se requiere conocer la topografía de la zona, para determinar la tendencia de escurrimiento del agua y los sitios donde se acumula.

5.2.2. *Irradiación solar (evapotranspiración).* Mide la pérdida de agua en el ambiente, este criterio favorece a las áreas cuyas pérdidas sean las menores posibles para cada sitio y que por lo tanto son favorables para el desarrollo de la cobertura vegetal; porque este potencial está relacionado con la productividad primaria de los ecosistemas. A menor pérdida de agua, mayor productividad. Está basado en los datos combinados de precipitación y temperatura que recopilan periódicamente las estaciones meteorológicas de la zona.

5.2.3. *Fertilidad y calidad del suelo.* Fue obtenida esta capa temática a partir del trabajo realizado por González-Espinosa et al. (2005) donde se construye un índice que interpreta los atributos físicos y químicos de los diferentes taxa edáficos (combinaciones de unidades, sub-unidades y fases físicas del suelo), junto con la información sobre la textura y las fases físicas disponibles en las cartas del INEGI 1:250000. A cada taxón edáfico se le asignó

un valor categórico (del 1 al 8) para cada uno de los siguientes atributos: I) Drenaje, II) Profundidad efectiva, III) Textura-estructura, IV) Saturación de bases, V) Contenido de materia orgánica, VI) Reservas minerales y VII) Capacidad de intercambio mineral-naturaleza de las arcillas. El índice para cada taxón edáfico fue evaluado como la suma de los valores categóricos y se jerarquizó de manera porcentual con referencia al máximo valor obtenido. El valor obtenido de fue asignado a cada tipo de suelo para lograr la poner dicha información de manera espacial.

Se generó un análisis para definir el mapa de potencial ambiental para la restauración, en donde se hizo las sumatoria de los valores generados por cada criterio. Las combinaciones de los valores derivados de los criterios arriba mencionados se utilizaron para clasificar a los sitios de acuerdo a su potencial bajo, medio y alto.

5.4. Procedimiento para la elaboración de los mapas de potencial ambiental y prioridad de restauración.

5.4.1. Metodología con SIG

Uno de los usos fundamentales de los Sistemas de Información Geográfica es la obtención de nuevas capas de información a partir de otras previamente disponibles. Para ello se dispone de un conjunto de herramientas de cálculo con matrices de datos que reciben el nombre genérico de álgebra de mapas. El álgebra de mapas incluye un amplio conjunto de operadores que se ejecutan sobre una o varias capas raster de entrada para producir una o varias capas raster de salida. Por operador se entiende un algoritmo que realiza una misma operación en todas las celdillas de una capa raster. Pueden definirse infinitos operadores, aunque normalmente se clasifican en función de las celdillas implicadas en el cálculo: operadores locales, de vecindad o focales, de bloque y de área.

Para obtener los dos productos principales, el mapa de Potencial de éxito y el de Zonas de restauración ecológica se empleo el operador local de tipo aritmético mediante la función de suma. Para ello se asignaron valores de importancia a cada clase para cada uno de los insumos en tres ocasiones. Finalmente se usaron los valores que se muestran en el cuadro 1 para construir el mapa de áreas prioritarias de restauración ecológica y en el cuadro 2 se enlistan los valores usados para la construcción del mapa de áreas potenciales de éxito de restauración, completando y extendiendo así la metodología propuesta de Pablo Necochea, Luis Galindo-Jaimes y Mario González-Espinosa.

Cuadro 1.- Áreas prioritarias para la restauración. Valores de importancia asignados a cada uno de los intervalos por clase de pendiente (cinco clases), vegetación (cuatro clases) e impacto humano (cinco clases).

PENDIENTE (Fig. 1)		
CLASE	INTERVALO	VALOR
1	0 - 15°	40
2	15 - 25°	70
3	25 - 35°	100
4	35 - 45°	30
5	>45°	10
VEGETACIÓN (Fig. 2)		
CLASE	INTERVALO	VALOR
1	Sin cobertura arbórea	100
2	Cobertura arbórea abierta	75
3	Cobertura arbórea cerrada	50
4	Cobertura arbórea muy densa	25
IMPACTO HUMANO (Fig. 3)		
CLASE	INTERVALO	VALOR
1	Alto	100
2	Medio-alto	80
3	Medio	50
4	Medio-bajo	25
5	Bajo	10

Cuadro 2.- Áreas potenciales de éxito para la restauración. Valores de importancia asignados a cada uno de los intervalos por clase de retención de agua (siete clases), exposición (tres clases)-radiación (cuatro clases) con sus respectivas combinaciones (12 clases) y fertilidad-calidad del suelo (seis clases).

RETENCIÓN DE AGUA (Fig. 4)		
<i>CLASE</i>	<i>INTERVALO</i>	<i>VALOR</i>
1	3 - 4	5
2	4 - 5	10
3	5 - 6	20
4	6 - 7	30
5	7 - 8	40
6	8 - 9	60
7	9 - 18	100
EXPOSICIÓN-RADIACIÓN (Fig. 5)		
<i>CLASE</i>	<i>INTERVALO</i>	<i>VALOR</i>
1	NO (270° - 360°)	1
2	NE-SO (0° -90°, 180° - 270°)	2
3	SE (90° - 180°)	3
1	Radiación baja	1
2	Radiación moderada	2
3	Radiación media	3
4	Radiación alta	4
COMBINACIONES RESULTANTES		
11	NO - Radiación baja	100
12	NE - SO - Radiación baja	95
13	SE - Radiación baja	90
21	NO - Radiación moderada	80
22	NE - SO - Radiación moderada	70
23	SE - Radiación moderada	60
31	NO - Radiación media	50
32	NE - SO - Radiación media	40
33	SE - Radiación media	30
41	NO - Radiación alta	20
42	NE - SO - Radiación alta	10
43	SE - Radiación alta	5
FERTILIDAD CALIDAD DEL SUELO (Fig. 6)		
<i>CLASE</i>	<i>INTERVALO</i>	<i>VALOR</i>
1	Muy alta	100
2	Alta	90
3	Moderadamente alta	80
4	Media	70
5	Moderadamente media	60
6	Baja	50

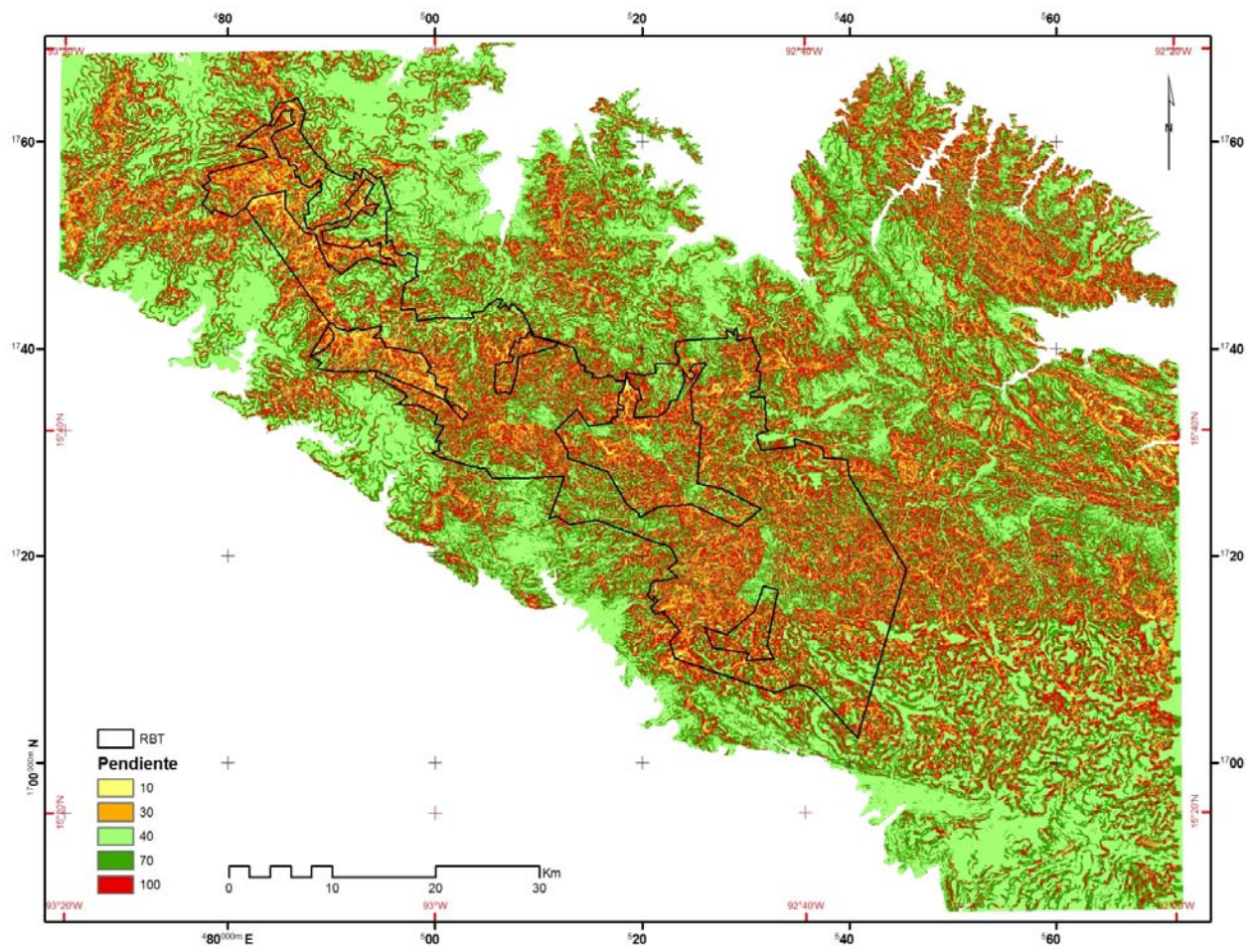


Figura 1. Mapa de pendiente

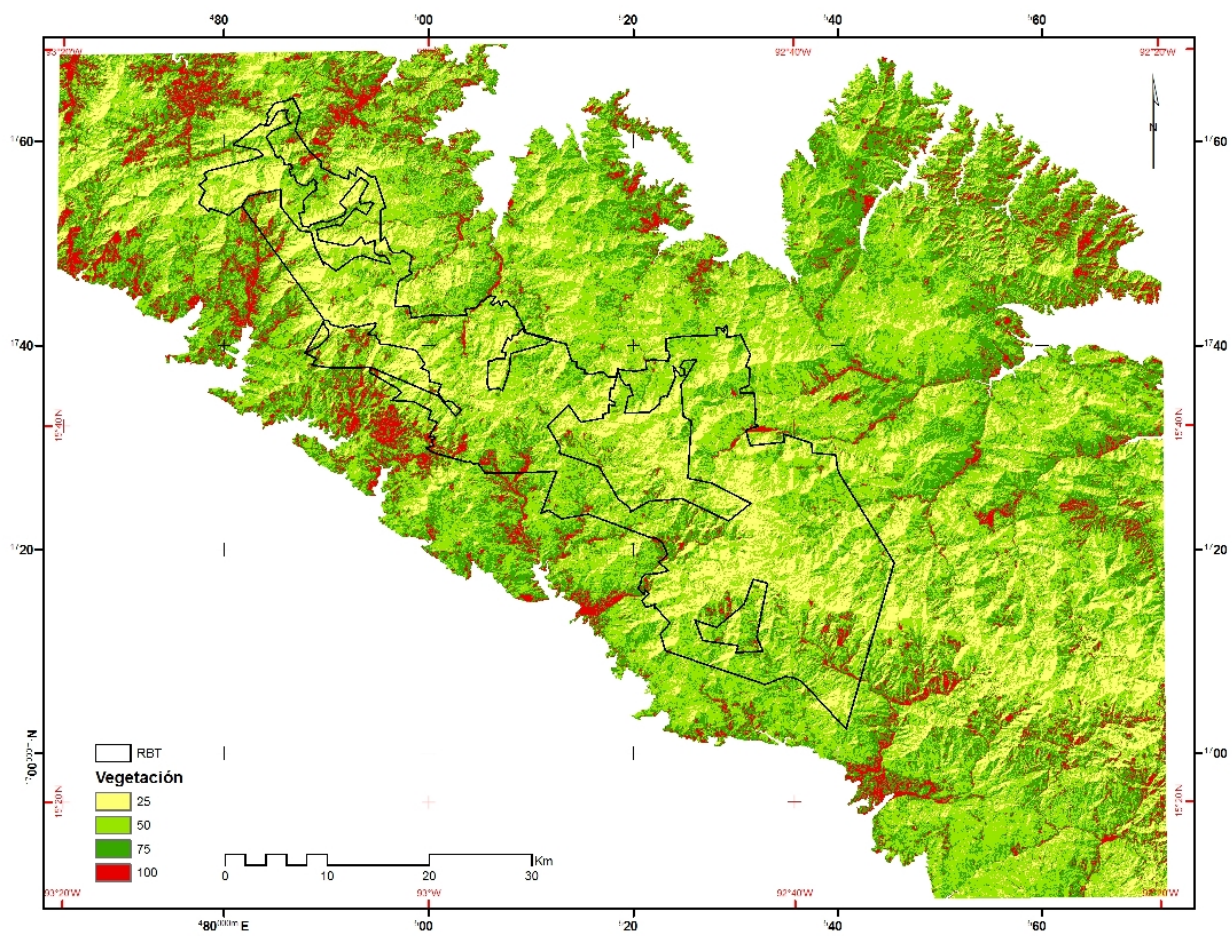


Figura 2. Mapa de cobertura vegetal

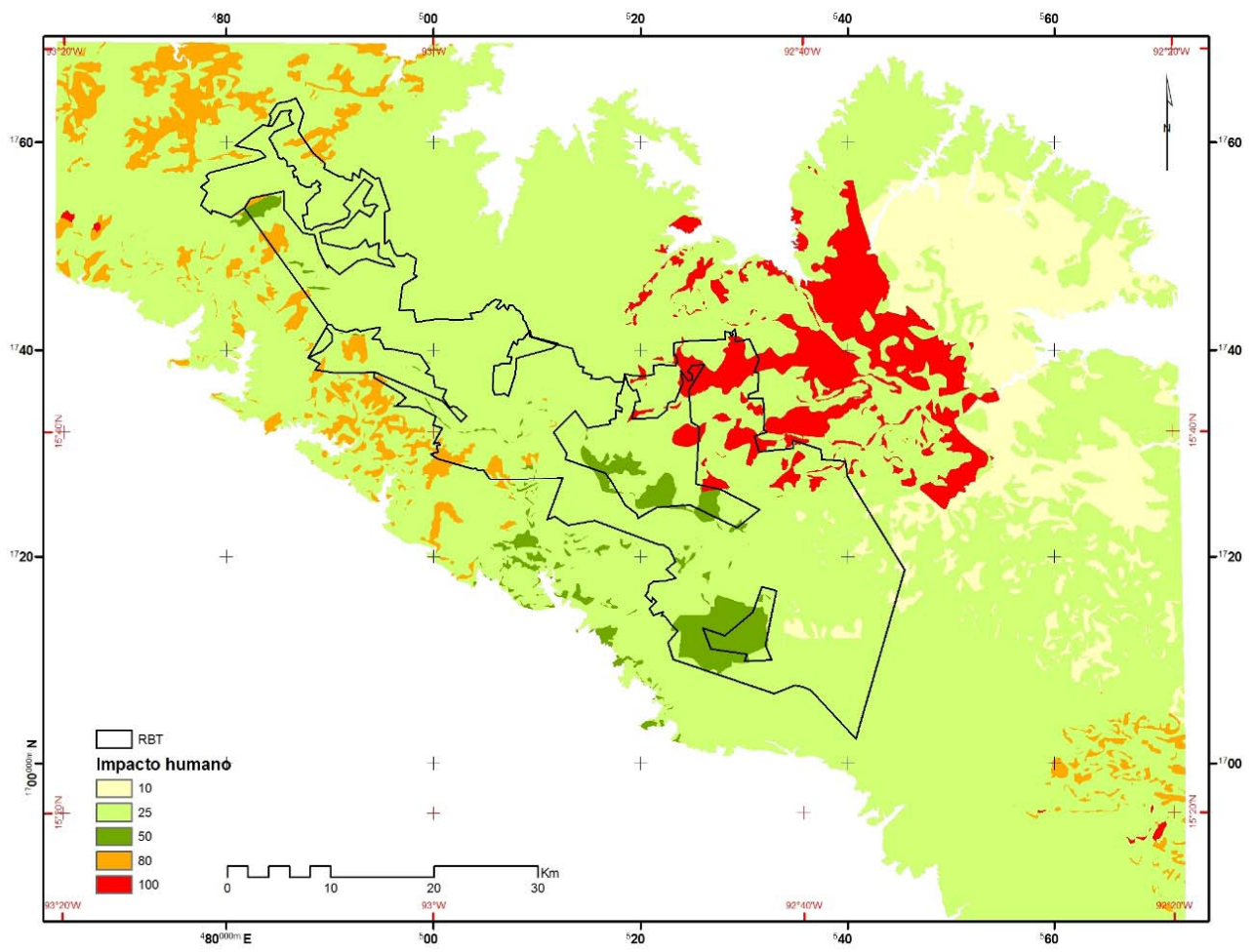


Figura 3. Mapa de impacto humano

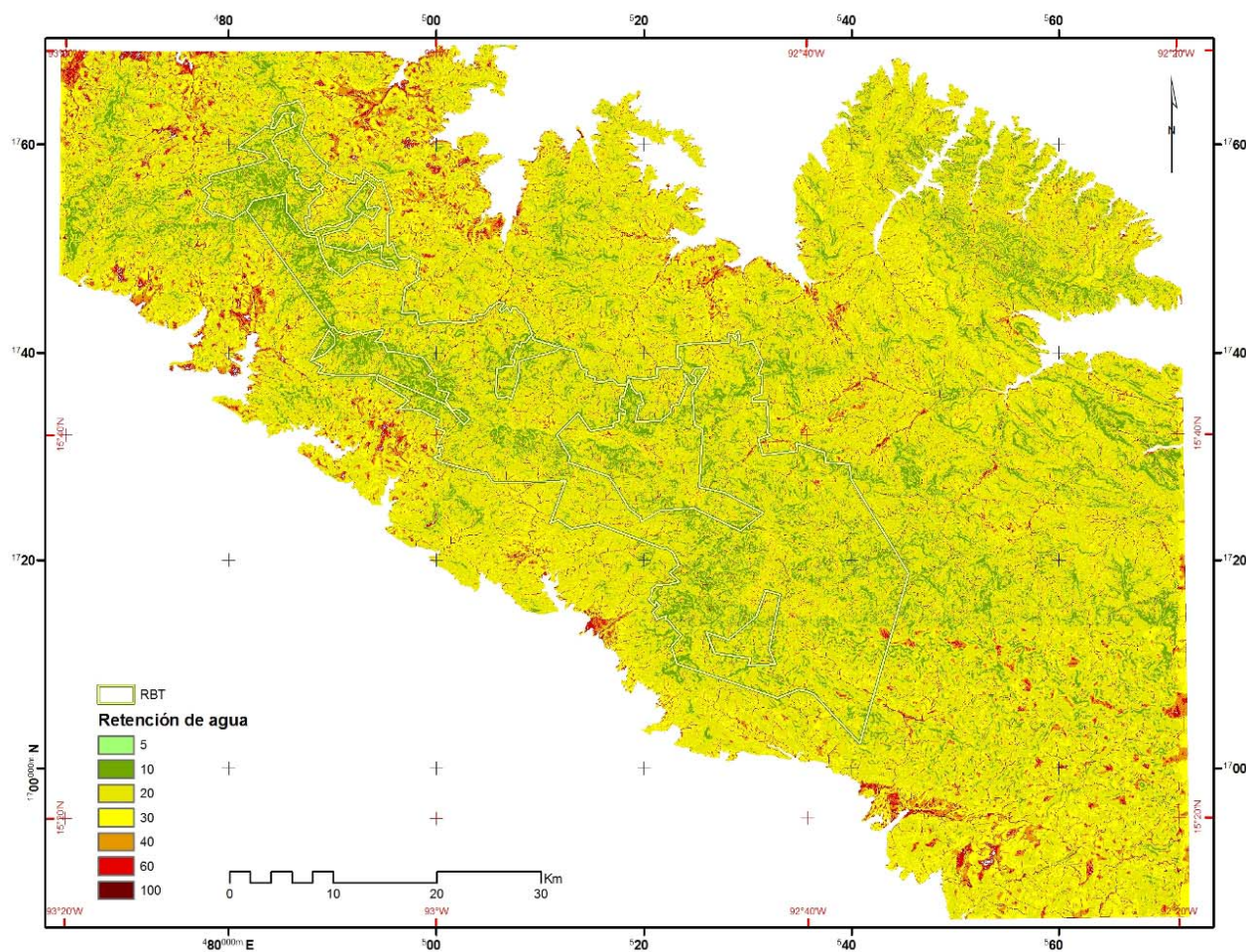


Figura 4. Mapa de retención de agua

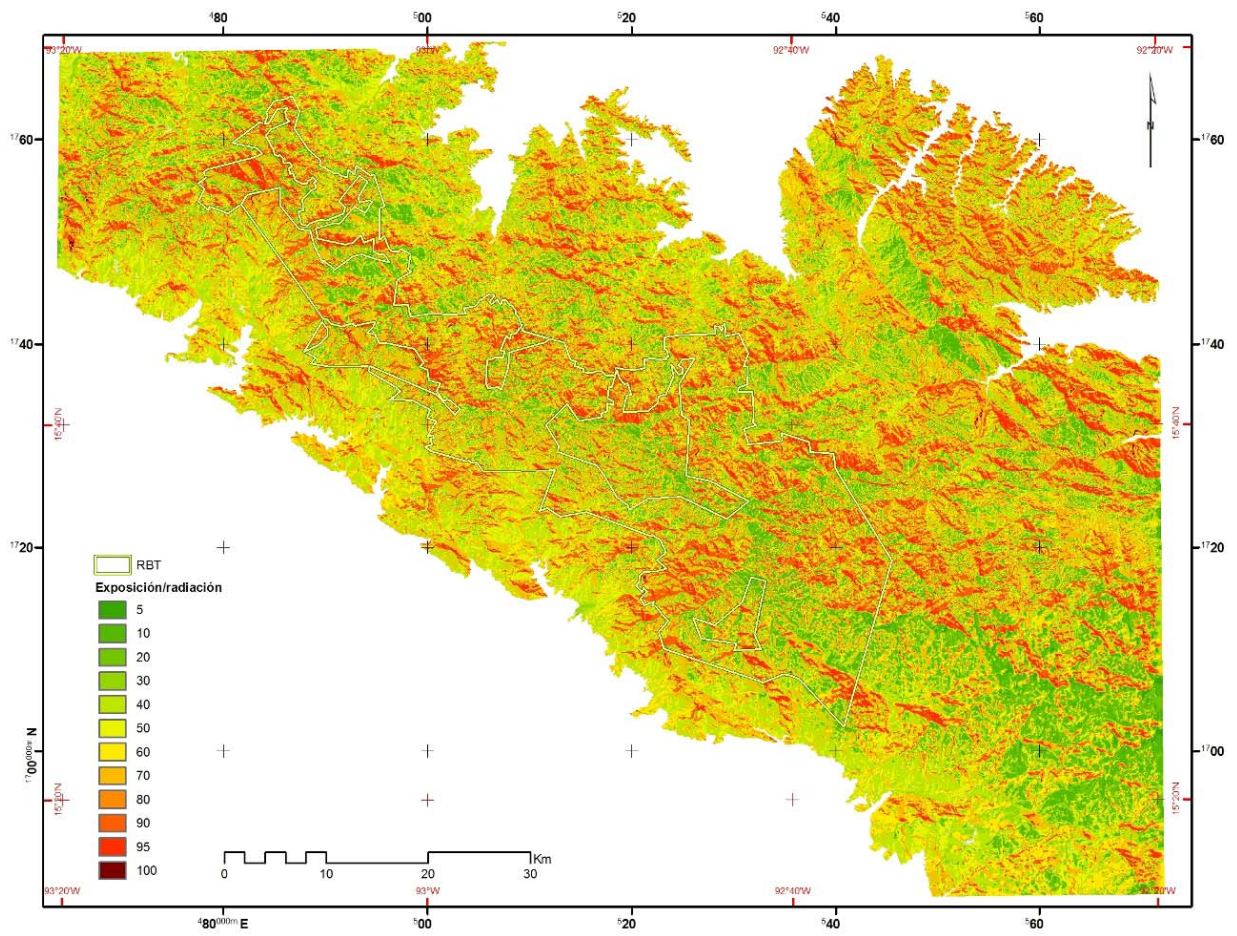


Figura 5. Mapa de radiación-orientación (valor indirecto de la evapotranspiración)

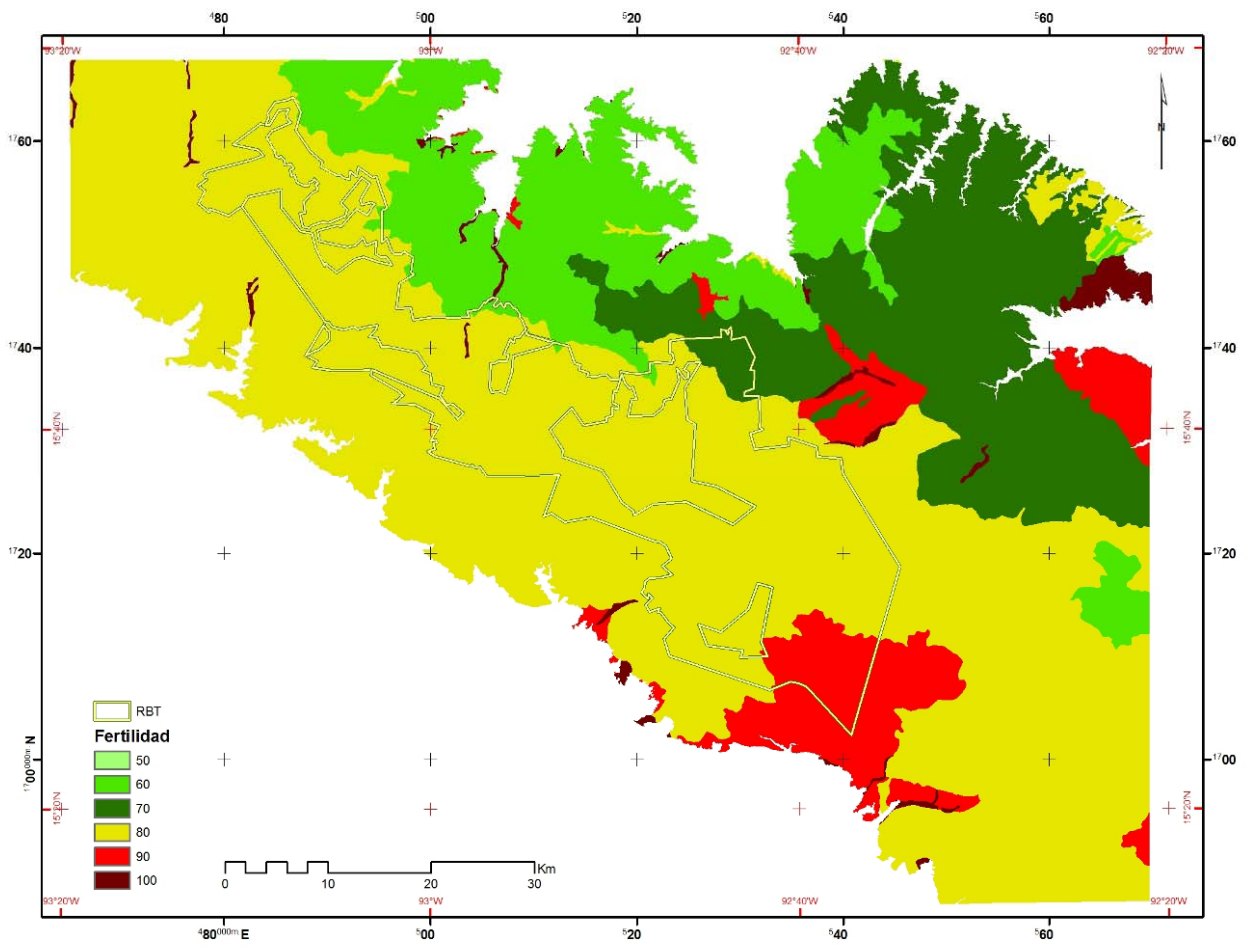


Figura 6. Mapa de calidad-fertilidad el suelo

Una vez aplicado el método de adición anteriormente descrito se obtuvieron las sumatorias para cada píxel. Estos se clasificaron en tres clases usando el método automático llamado discontinuidades naturales (natural breaks). El cuadro 3 muestra los resultados y en los anexos 1 y 2 se pueden ver detalles del área de la reserva).

Cuadro 3. Sumatorias por píxel para definir las áreas prioritarias y potenciales para la restauración.

CLASES FINALES	
Áreas prioritarias de restauración ecológica (Fig. 7)	
45-130	Bajo
140-180	Medio
10-300	Alto
Áreas potenciales de éxito para la restauración (Fig.8)	
75-140	Bajo
141-175	Medio
176-295	Alto

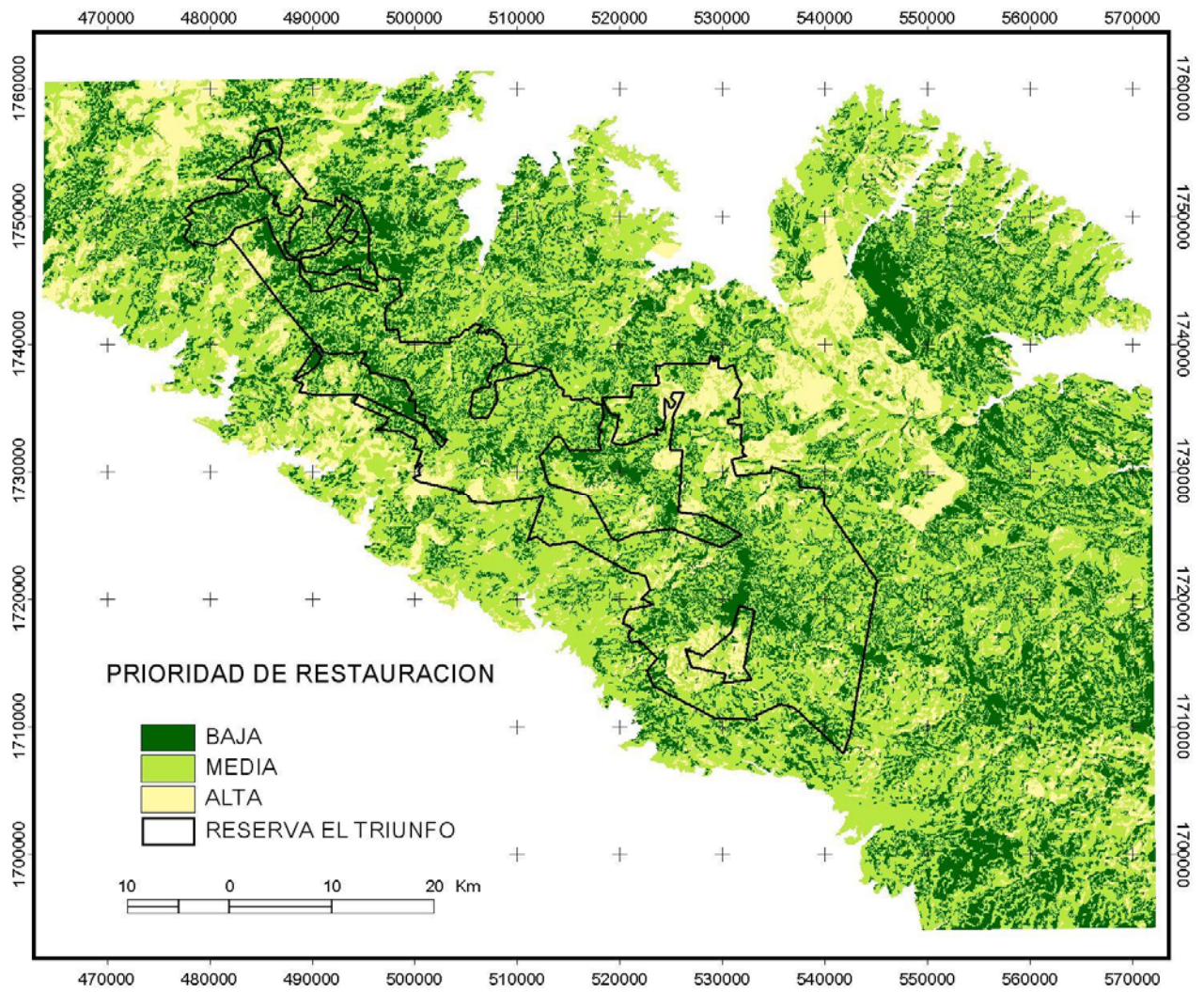


Figura 7. Mapa de áreas prioritarias para la restauración

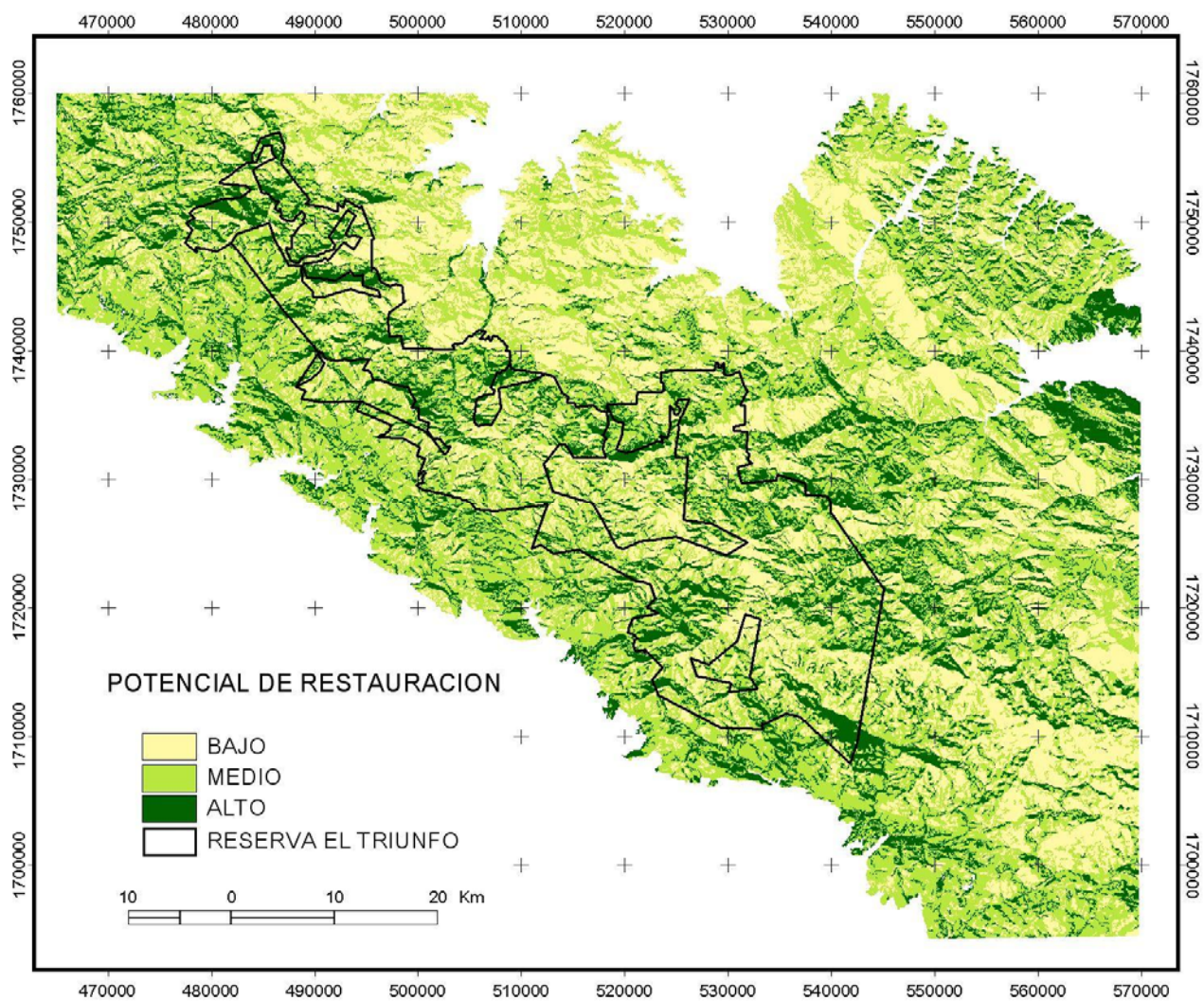


Figura 8. Mapa de áreas potenciales para la restauración.

5.4.2. Información geoespacial

A continuación se detalla la información de referencia espacial con la que se generaron tanto los insumos como los dos mapas combinados:

WGS_1984_UTM_Zone_15N

Projection: Transverse_Mercator

False_Easting: 500000.000000

False_Northing: 0.000000

Central_Meridian: -93.000000

Scale_Factor: 0.999600

Latitude_Of_Origin: 0.000000

Linear Unit: Meter

Programas utilizados:

Arc View ver. 3.2^a para Windows

Arc Map ver. 9.2 para Windows

Módulos usados:

Spatial Analyst e Image Analyst para ambos programas.

Ordenador utilizado:

WorkStation portátil Dell Precision M65. Intel Core2 Duo T7200 2GHz, DD 80Gb, 2GB RAM.

5.5. Áreas Potenciales de degradación hidrológica

Los procesos de degradación, daño, destrucción o transformación de ecosistemas que envuelven ríos y riberas puede ser debido a diversos factores, incluyendo factores ecológicos o ambientales con los que se pueden ver alterados los procesos llevados a cabo en el ambiente y que comprometen la integridad y funcionamiento del ecosistema, así como de factores sociales en los que la incidencia humana sobre las infraestructuras (vías de comunicación, bienes inmuebles, comunidades enteras, etc.) puede comprometer y poner en riesgo la integridad y bienestar del mismo ecosistema fluvial. En ambos casos, además de poner en riesgo al ecosistema tras eventos anormales de lluvias y crecidas de los ríos, también los pobladores locales o transeúntes dentro de los márgenes de la reserva se pueden ver afectados debido a que la perturbación que afecta el cauce le impide una capacidad de resiliencia al mismo para minimizar los impactos.

Como preámbulo a una restauración hidrológica en ríos y riberas debe contener una caracterización y diagnóstico de carácter integral, considerando aspectos ambientales (físicos y biológicos) así como los sociales (principales actividades económicas, régimen de propiedad en los

márgenes de los cauces, núcleos de población, etc.), que permitan examinar detallada y objetivamente la necesidad de hacer restauración ecológica, o bien, de actividades de prevención de desastres en infraestructuras humanas que con frecuencia pueden representar la pérdida de capital importante para células familiares, considerando siempre acciones “a favor de la corriente” para evitar desviar la trayectoria ecológica de los ecosistemas en general.

Dentro y fuera de los límites de la Reserva El Triunfo se encuentran dos de las tres regiones hidrográficas presentes en el estado de Chiapas, 1. La del Grijalva - Usumacinta (en la vertiente de la Depresión Central del estado) en la que se encuentran como principales cuencas de influencia de la reserva: La Angostura, El Dorado, Cuxtepec, Santa Catarina y Cajetal; y 2. La de la Costa (vertiente del Pacífico) cuyas principales cuencas son Pijijiapan, Coapa, Margaritas, Novillero, San Nicolás, Cacaluta y Cintalapa (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - SEMARNAP, 1998).

La información recopilada y posteriormente generada se centra en aquellos sitios, tramos, zonas o segmentos de ríos con probabilidad a ensancharse, de inundar o afectar las infraestructuras de las zonas aledañas en función de la pendiente a lo largo de los cauces, la precipitación, el régimen de caudal o volumen medio anual escurrido, la geomorfología del río, tipo de roca, vías de comunicación, núcleos de población, tipo de sustrato / suelo, entre otros. Esto en virtud de encontrar aquellas áreas con “potencial” de degradación a nivel de cuenca (s) y mismas que adquieren “prioridad” de estudio y trabajo de restauración a nivel de tramo. Con el término “prioridad” se busca definir y clasificar en zonas geográficas del área de estudio, la importancia de los atributos de las variables incluidas en el análisis en distintas categorías (alto, medio o bajo), en función del riesgo que impliquen en el sitio y de acuerdo a los objetivos planteados. Una vez conjugadas y cruzadas las categorías en diferentes grados de prioridad tras el análisis geográfico, se obtendrán zonas que de acuerdo a la influencia de las variables, puedan ser “potenciales” y representen características ambientales o sociales que puedan implicar algún riesgo en la pérdida o reducción de uno a más servicios ambientales en el ecosistema fluvial, es decir, degradación.

Identificadas las áreas potenciales de riesgo de degradación por los eventos ambientales y por la incidencia humana, se caracterizó y diagnosticó algunos ríos y su zona de influencia, a nivel de tramo o segmento. Se reconoció *in situ* el tipo de degradación ambiental (si existen procesos de incisión, canalización, acumulación de sedimentos excesivos, cambio del uso y cubierta de suelo a los márgenes de los cauces o de la geomorfología misma del río, etc.) que pudieran representar la puesta en riesgo de la integridad y funcionamiento del ecosistema y/o de infraestructuras cercanas representando un riesgo a los bienes o vidas humanas. Esto nos sirve a manera piloto para continuar con el trabajo en busca de caracterizar todos los ríos de la reserva y su zona de influencia, y para

posteriormente definir las estrategias de restauración ecológica más apropiadas para la situación particular de éstos.

5.5.1 Limitación de la zona de análisis. Se limitó la zona de análisis tomando como modelo una imagen creada por BIOCORES A. C. como parte del proyecto general que representa la Densidad de Vegetación. A partir de dicha imagen se digitalizó un polígono en formato shapefile de ESRI ArcView GIS 3.3 y en seguida se cortaron a este límite de análisis el resto de las capas utilizadas para este trabajo cuyo formato es vectorial. Las capas utilizadas fueron: 1) Modelo Digital de Elevación (MDE, obtenido de LAIGE - ECOSUR, 2005?), 2) isoyetas de noviembre a abril, 3) isoyetas de mayo a octubre, 4) número de días con lluvia de noviembre a abril, 5) número de días con lluvia de mayo a octubre, 6) áreas naturales protegidas, 7) líneas eléctricas, 8) red de caminos, 9) núcleos de población, y 10) red hidrológica (LAIGE - ECOSUR, 2008).

5.5.2 Digitalización y establecimiento de criterios. A continuación se derivó la pendiente en grados del MDE y se reclasificó dicha capa en función del riesgo a inundaciones (rango de 0° a 10° = prioridad alta, de 11° a 30° = media y $>31^{\circ}$ = baja) categorizado según un Valor Numérico (VN - alta = 3, media = 2 y baja = 1). Esta categorización se estableció en base al supuesto que a menor pendiente la energía del cauce del río tiende a disiparse haciendo más sinuoso al mismo (González del Tanago y García de Jalón, 2007) y que tras una importante avenida de agua, el mencionado riesgo incrementa, así como acelerarse los procesos de erosión y sedimentación. Posteriormente se vectorizó la capa en formato shapefile y se cortó al margen al límite de la zona de análisis al igual que el resto de las capas utilizadas. Así como la pendiente es una variable de gran peso para este análisis, la precipitación cumple un papel clave, ya que a mayor precipitación en el área límite de estudio, mayor será el caudal de los ríos, guardando una relación directa con el incremento de riesgo de inundaciones en las zonas críticas derivadas de las pendientes. Por lo que la categorización establecida en las capas de isoyetas fue: a) noviembre - abril: rango de 300 - 600 mm = prioridad alta (VN = 3), de 150 - 299 mm = media (VN = 2), y de 75 - 149 mm = baja (VN = 1); y b) mayo - octubre: $>2,600$ mm = alta (VN = 3), de 1,700 a 2,599 mm = media (VN = 2), y de 1,200 a 1,699 = baja (VN = 1). Además de lo anterior, se consideró la variable "días de lluvia por periodo", ya que representa un valor de igual consideración, por lo que esta capa temática fue clasificada de acuerdo al Cuadro 4.

Cuadro 4. Criterio de clasificación para los días por periodo de lluvias.

Días de periodo por lluvias					
Noviembre-abril			Mayo-octubre		
Rango	Prioridad	VN	Rango	Prioridad	VN
30-59	Media	2	>90	Alta	3
0-29	Baja	1	60-89	Media	2

En lo concerniente a las Áreas Naturales Protegidas en la zona de análisis y particularmente las zonas núcleo y amortiguamiento de “El Triunfo”, el criterio establecido está en función de las zonas donde de acuerdo al Programa de Manejo para la reserva puedan ser llevadas a cabo acciones de restauración activa (SEMARNAP, 1998). No obstante, se consideró prudente no sacar del análisis las zonas núcleo debido a su estado de conservación, por lo que su prioridad es baja. Así este criterio considera la posibilidad de encontrar que mediante las variables de índole social puedan localizarse sitios de alto potencial de degradación, en cuyo caso se podría estudiar la posibilidad de aplicar una restauración de tipo pasiva (Cuadro 5).

Cuadro 5. Criterio de clasificación para las distintas zonas de la REBITRI.

Reserva de la Biosfera “El Triunfo”		
Atributo	Prioridad	VN
Zona de amortiguamiento	Alta	3
Zona núcleo La Angostura	Baja	1
Zona núcleo El Venado	Baja	1
Zona núcleo Cuxtepec	Baja	1
Zona núcleo El Triunfo	Baja	1
Zona núcleo Ovando	Baja	1

En lo que se refiere a la existencia de otras Áreas Naturales Protegidas, existen dos contiguas a la REBITRI (La Concordia y Zaragoza, y La Frailesca), ambas de orden estatal. Éstas fueron tomadas en consideración dentro de la clasificación de prioridades en la zona de análisis como superficies de terreno de alta prioridad (VN = 3), ya que en ellas primordialmente las labores de restauración no están restringidas como en el caso de “El Triunfo”.

Dado que las restantes capas (variables) son de tipo puntuales o lineales, se procedió a crear un buffer de 1 km de radio a cada una de ellas con la finalidad de poder expresar mediante una superficie

de área la incidencia humana incluyéndola en la zona del análisis, tomando en consideración que por ser una Reserva de la Biósfera, el grado de perturbación en los ecosistemas en general, y fluviales en particular, estará directamente relacionado con la cercanía de las infraestructuras humanas y la incidencia de la gente en las mismas. En la variable con referencia a los núcleos de población, una vez establecido su buffer se procedió a clasificar esta capa tanto en prioridad como en su valor numérico, en función del número de habitantes por localidad. Las tres clases establecidas para este análisis fueron: de 956 - 2,398 hab. = prioridad alta (VN = 3), de 216 - 955 = media (VN = 2), y de 1 - 215 = baja (VN = 1). La información temática referente a las infraestructuras, es la que concierne a la capa de líneas eléctricas y a la de vías de comunicación expresadas en la capa de caminos. En ambos casos, se determinó su clasificación de acuerdo a sus Cuadros de atributos, su transitabilidad y concurrencia (por tipo de infraestructura en las vías de comunicación, Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación dada para las infraestructuras.

Infraestructura		
Atributo	Prioridad	VN
Línea de alta tensión	Alta	3
Carretera pavimentada de más de dos carriles	Alta	3
Carretera pavimentada de un carril	Alta	3
Puentes	Alta	3
Terracería transitable todo el año	Alta	3
Línea de baja tensión	Media	2
Pista aérea	Media	2
Calle	Media	2
Brecha	Media	2
Línea eléctrica	Baja	1
Vereda	Baja	1

5.5.3 Análisis y clasificación final. El análisis y cruzamiento de las capas fue el correspondiente a la metodología de la Sumatoria Lineal Ponderada por ser sencillo, intuitivo y fácil de implementar. En él, la obtención del nivel de adecuación a cada categoría se halla sumando el resultado de multiplicar el valor de cada variable por su peso (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005). Para lo anterior, se utilizó el módulo de la extensión Spatial Analyst Tool - Overlay - Weighted Sum del SIG ESRI ArcMap 9.2, donde a través de la Figura 9, se expone la lógica aritmética de los pesos ponderados ingresados en el análisis.

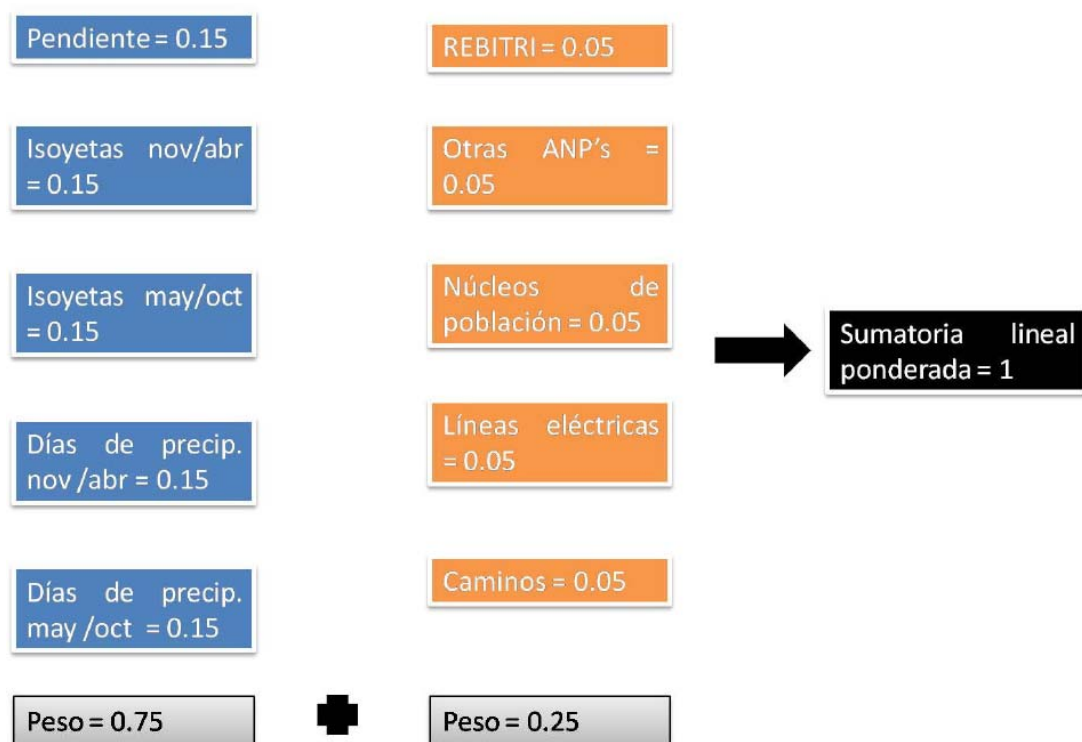


Figura 9. Pesos ponderados para cada una de las capas.

El resultado del análisis en el modelo fue un mapa de tipo raster que se reclasifica en tres grados distintos (alto, medio o bajo), mismos que muestran la degradación potencial existente en el área de análisis por factores ambientales o sociales. Sobre este mapa se sobre puso la capa del polígono de la reserva, además de la red hidrológica para concretar los ríos y tramos de muestreo en campo y su posterior caracterización con la finalidad de definir las estrategias de restauración en ellos dentro de los límites de la reserva y en su zona de influencia (Figura 10). El mapa muestra la zona de estudio según su grado de degradación potencial, en el cual la superficie con mayor grado del mismo se presenta en el sureste de la reserva contiguo a la zona núcleo “Ovando” que tiene un grado medio. En tanto que, en el resto de las zonas núcleo de la reserva figura un grado bajo.



Figura 10. Mapa de degradación potencial en la REBITRI y su área de influencia para la restauración hidrológica.

5.5.4 *Caracterización de los tramos de ríos visitados en campo.* Se obtuvieron imágenes en las que se muestran los tramos de los ríos, objetos de este estudio y visitados en campo, mediante las cuales se realizó el trazado en planta que consiste en sobreponer la digitalización de los componentes del ecosistema ripario de un año de análisis con otro. De esta forma, el análisis completo permite explicar la presencia de restos de bosque de ribera en zonas actualmente alejadas del cauce, la erosión permanente del río sobre uno de los márgenes de cultivos agrícolas, la frecuencia de inundaciones en determinadas áreas urbanizadas, etc. (González del Tanago y García de Jalón, 2007).

Por una parte, se adquirieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (en adelante INEGI) ortofotos digitales georreferenciadas históricas escala 1:20000, fotografías aéreas escala 1:75000 y fotografías aéreas en escala 1:37500. Dichas fotografías aéreas fueron escaneadas para tener una versión digital de dichas imágenes y posteriormente se georreferenciaron mediante los programas de Environmental System Research Institute (ESRI) ArcView GIS 3.3 y ArcMap 9.2, así como una homogenización en su proyección, que como en el resto del trabajo, es Universal Transversal de Mercator (UTM) y datum WGS84. Para las imágenes concernientes a fechas recientes, fue utilizado el programa en su versión libre Google Earth 4.0 en donde para la zona muestra ortofotos digitales del año 2007. Una vez identificado el tramo del río objeto de estudio en dicho programa, se guardó la imagen en formato JPG para enseguida mediante los programas de ESRI proporcionarle referencia espacial.

Posteriormente y de acuerdo a las imágenes que captan en diferentes momentos los tramos de ríos muestreados en campo, se procedió a realizar la digitalización de los diversos componentes de los ecosistemas riparios tanto en 1996 como en 2007, esto mediante las herramientas de los programas de ESRI. Para cada par de archivos digitalizados se utilizó la misma superficie de análisis y que comprende los márgenes del tramo en cuestión, además de la longitud del segmento de río hasta un punto donde en ambas imágenes el valle cierra y las condiciones del tramo son diferentes. Por lo tanto, la digitalización de los tramos se extiende más allá de las coordenadas de inicio y final del mismo durante el muestreo de campo.

Finalmente, se obtuvieron diversos índices para cada archivo de digitalización de los componentes de los ecosistemas riparios en ambos años mediante la extensión Patch Analyst 2.2 para ESRI ArcView GIS 3.3 en su módulo Spatial Statistics. Tales índices son: 1) superficie del paisaje analizado y de cada componente fotointerpretado, 2) índice de la forma media del área para cada componente (IFMC) y del paisaje en general, 3) tamaño medio del componente del ecosistema (TMC) y del paisaje, y 4) índice de diversidad de Shannon (IDS) que en este caso analiza la diversidad de todos los componentes del ecosistema en el paisaje entero de análisis (Elkie, et al., 1999). Como un 5to.

índice se obtuvo de forma manual el concerniente a la sinuosidad (IS) del cauce o canal con agua de cada tramo en ambos años de análisis, aplicando una sencilla fórmula en donde dicho índice es determinado por la división entre la longitud sinuosa del elemento entre la longitud del valle en estudio (Rosgen, 1996), que en este caso es una línea recta desde el punto de inicio al punto final del paisaje analizado.

La importancia de cada uno de los índices para el análisis del paisaje ripario estriba en que el concerniente a las superficies indica, que tanta superficie de cada componente del paisaje en su conjunto cambia de un año a otro, así como del paisaje entero, mientras que el IFMC expresa la regularidad o cambio en la forma media de cada componente y del paisaje en general (McGarigal y Marks, 1995; Shumaker, 1996; Rohde, 2004). Por otro lado, TMC provee de información referente a cada componente localizado en diferentes puntos del paisaje visto desde una perspectiva individual. En lo que se refiere al IDS, éste es utilizado para medir la diversidad de componentes en el paisaje entero analizado en un año y el otro, de forma que relaciona el número de dichos componentes y su equitatividad y uniformidad, por lo que a medida que sea mayor el valor, mayor disposición y heterogeneidad habrá entre los elementos que conforman el paisaje ripario. Por último, el IS muestra el grado de dinamismo producido por la energía cinética disipada por el caudal en el tramo de río analizado (cauce o canal con agua) con respecto a un año y al otro, fundamental en el equilibrio del mismo (Rosgen, 1996). La visión y comprensión integral de todos estos índices en su conjunto son una herramienta para analizar el dinamismo del ecosistema ripario que facultará al diagnóstico de cada tramo de forma cuantitativa para la toma de decisiones en materia de restauración.

De manera general y de acuerdo al tipo de valle, todos los tramos de muestreo presentan un estrecho en forma de U, salvo en secciones específicas de cada uno en las que por un lado, tiende a estrecharse aún más llegando a ser en forma de V, como en algunos otros que hay zonas que el mismo se abre extensamente. En todos los tramos de estudio muestreados existen infraestructuras cercanas, el uso del suelo es mayoritariamente bosque, áreas de pastoreo y cafetales cuya calidad percibida del paisaje fluvial va de regular a buena, habiéndose encontrado en todos los casos erosión en las orillas del cauce. Éste último en todos es de montaña, salvo el del río El Rosario que en algunas partes es de torrente de alta montaña y el del río Cuxtepeques que en partes se presenta piedemonte. El sustrato es ≥ 6 cm de diámetro con formas del lecho entre saltos y pozas, rápidos continuos y rápidos y remansos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resumen de características encontradas en cada tramo durante su muestreo. Para ver descripción en extenso y fotografías, refiérase a los anexos 3 y 6, respectivamente.

Atributo	Tramo del río muestreado				
	Prusia	El Plan	Cuxtepeques	El Negrito	El Rosario
Población de infraestructuras cercanas	Ejido Siete de Octubre y Finca Prusia. Puente p/vehículos, camino, casas y construcciones abandonadas	Fincas “Las Nubes” y “El Plan”. Puente p/vehículos y fincas (casas y construcciones abandonadas)	Finca Cuxtepec y ranchería 30 de Agosto Puentes p/vehículos y personas, bodegas y construcciones	Nuevo Paraíso. Puente p/vehículos y tubería de agua	Construcciones del ejido Rosario Zacatonal
Uso del suelo observado	Bosque, cafetales, cultivo de maíz y pastoreo	Bosque, cafetales y áreas de pastoreo	Bosque, cafetales y áreas de pastoreo	Bosque y áreas de pastoreo	Bosque, cafetal, cultivos de maíz y áreas de pastoreo
Vegetación observada	Bosque pino – encino, <i>Platanus mexicana</i> , herbáceas y huertos frutales.	Bosque pino – encino, <i>Platanus mexicana</i> , fresno, ficus y herbáceas.	Bosque pino – encino, <i>Platanus mexicana</i> , sauces, ficus, arbustivas y herbáceas	Bosque pino – encino, vainilla, ficus, sauces, capulín y mulatos	<i>Ulmus mexicana</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cecropia sp.</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Ficus labrata</i> y <i>F. sp.</i>
Pendiente de laderas de influencia	27° – 45° y 37° – 45° / 51% – 100% y 75.7% – 100%	35° / 70% en ambas	32° y 37° / 62.5% y 75.7%	28° y 32.5° 53.2% y 63.5%	≥45° / ≥100% en ambas
Pendiente media del cauce	2° / -3.7%	3° / -5.2%	1.8° / -3%	1.5° / -2.7%	4.7° / -8.5%
Anchura del cauce	Cauce 4 – 6 m	Cauce 7 – 15 m	Cauce 6 – 15 m.	Cauce 5 – 7 m.	Cauce 6 – 20 m.
Tipo de valle	Estrecho en forma de U (entre tipo 1-C y 2)	Estrecho en forma de U (entre tipo 1-C y 2)	Estrecho en forma de U (tipo 2)	Estrecho en forma de U (tipo 1-C)	Estrecho en forma de U (entre tipo 1-A y 1-C)
Tipo de cauce	Río de montaña	Río de montaña	Río de montaña (mayoría) y de piedemonte	Río de montaña	Entre torrente de alta montaña y río de montaña

Atributo	Tramo del río muestreado				
	Prusia	El Plan	Cuxtepeques	El Negrito	El Rosario
Tipo de sustrato	Aluvial y poco coluvial	Aluvial y coluvial y roca madre expuesta	Aluvial, coluvial y roca madre expuesta	Cohesivo, coluvial y aluvial	Aluvial y coluvial
Granulometría	Guijarros y algunos cantos rodados	De guijarros hasta grandes bloques y cantos rodados	De guijarros hasta grandes bloques y cantos rodados	De guijarros hasta grandes bloques y cantos rodados	Hasta grandes bloques y cantos rodados
Formas del lecho	Rápidos continuos	Transición de saltos y pozas a rápidos continuos	Rápidos continuos y rápidos y remansos	Transición de saltos y pozas a rápidos continuos	Transición de saltos y pozas a rápidos continuos
Formación de dunas	No	No	No	No	No
Paisaje fluvial (heterogeneidad, calidad y degradación percibidas)	Bueno	Regular	Buena	Buena	Regular
Degradación percibida	Erosión en las orillas	Erosión en las orillas	Erosión en orillas y leve proceso de incisión lateral	Erosión en las orillas	Se denotó erosión en las orillas
Otras observaciones	-	Existen amplias zonas deforestadas	Existen amplias zonas deforestadas. Existe una barrera de gavión en un talud lateral. Se denotó una muy buena regeneración de la vegetación en el interior del cauce.	El cauce se encuentra protegido por bosque en un margen de 30 m aprox. a cada lado del mismo, a partir de ahí existen amplias zonas de pastoreo	Buena proporción de laderas deforestadas

Entre los factores analizados para definir las áreas de mayor vulnerabilidad frente a la crecida de los ríos e inundaciones en eventos de precipitación extrema, son el cambio de uso en el suelo, al presentarse deforestación en las laderas de influencia a los cauces de los ríos, y la falta de cobertura vegetal arbórea son los más importantes. La deforestación propicia las condiciones de erosión en estas áreas, así como en los ríos y su sedimentación excesiva aguas abajo. En este caso de estudio, la pendiente longitudinal de los cauces, el tipo de suelo y su textura a los márgenes de los ríos, tienen que ver en gran medida en el reclamo de espacio de los tramos debido a la necesidad de regular y disipar la energía hidráulica que los caudales circundantes llevan y que se ve reflejado en la dinámica de los procesos de erosión y sedimentación dentro de los cauces.

El comportamiento de los tramos estudiados está en respuesta de la precipitación y escorrentía del agua a través de las laderas, siendo en el caso concreto del río El Rosario, la falta de cobertura vegetal arbórea (laderas deforestadas), la textura del suelo y la pendiente longitudinal del cauce, las responsables del aumento en la superficie del mismo. La presión antropogénica indirectamente juega un papel muy importante, ya que el cambio de uso en el suelo y falta de cobertura vegetal, disminuyó la captación y retención de agua. Tras grandes eventos pluviométricos la tasa de cambio en los caudales son demasiado abruptos y por ello, los ríos reclaman el espacio necesario para mantener su equilibrio hidráulico y con él, de erosión y sedimentación. Este equilibrio geomorfológico se denotó en los tramos de los ríos analizados ya que a pesar de eventos de precipitación extrema como los huracanes Mitch y Stan que se presentaron dentro del periodo de análisis del paisaje, el bosque sirvió como un medio captador y retenedor del agua (Cuadro 8).

Los índices obtenidos de composición y configuración dieron la facultad de cuantificar el grado de heterogeneidad en el paisaje ripario mediante la superficie de los componentes del ecosistema encontrados, su tamaño y forma media, además de su diversidad y sinuosidad. Los resultados en dichos índices, además de la caracterización realizada en campo y la información recopilada sobre el medio natural y social, permitieron explicar los cambios en la geomorfología de los tramos objetos de estudio y de los problemas que éstos padecen, mismos que fundamentalmente son a raíz de un desequilibrio en la relación entre la erosión - sedimentación por la falta de cobertura vegetal arbórea.

Cuadro 8. Índices obtenidos para los componentes del ecosistema en todos los tramos de los ríos muestreados en campo. Tamaño medio del componente (TMC), Índice de la forma media del componente (IFMC), Índice de diversidad de Shannon (IDS), Índice de sinuosidad (IS).

Río Prusia					
Componente del paisaje	Superficie (ha)	¹TMC (ha)	²IFMC	³IDS	⁴IS
1996					
Bosque	123.6395	41.2132	1.7532	-	-
Ladera deforestada	22.5838	7.5279	2.8420	-	-
Zona de pastoreo	5.5412	5.5412	1.3670	-	-
Cauce	9.3660	1.1707	3.1189	-	1.335
Canal con agua	2.0624	2.0624	12.0147	-	1.902
Infraestructura	2.8055	0.4676	1.1947	-	-
Paisaje entero	165.9984	7.5454	2.6949	1.5691	-
2007					
Bosque	126.1796	42.0599	1.7279	-	-
Ladera deforestada	15.6403	7.8201	2.5145	-	-
Zona de pastoreo	6.8284	6.8284	2.1357	-	-
Cauce	7.7378	0.8598	2.6473	-	1.305
Canal con agua	1.9765	1.9765	12.3181	-	1.908
Infraestructura	7.6357	0.6942	1.4023	-	-
Paisaje entero	165.9984	6.1481	2.3673	1.6442	-
Río El Plan					
1996					
Bosque	29.1383	5.8277	2.0965	-	-
Ladera deforestada	15.3228	5.1076	1.7399	-	-
Cauce - canal con agua	2.0124	2.0124	6.0783	-	1.57
Infraestructura de finca	0.9137	0.1523	1.2205	-	-
Paisaje entero	47.3872	3.1591	1.9402	1.1329	-
2007					
Bosque	28.3584	4.7264	1.6886	-	-
Ladera deforestada	12.0812	6.0406	2.1843	-	-
Cauce	4.7500	4.7500	8.5930	-	1.53
Canal con agua	1.5844	1.5844	8.1418	-	1.89
Infraestructura de finca	0.6133	0.0767	1.1253	-	-
Paisaje entero	47.3874	2.6326	2.2354	1.4334	-
Río Cuxtepeques					
1996					
Bosque	682.4182	75.8242	1.9585	-	-

Ladera deforestada	116.3519	11.6352	2.0299	-	-
Cauce	82.1326	41.0663	9.3825	-	1.208
Canal con agua	11.3129	11.3129	17.6189	-	1.260
Infraestructura	4.1324	2.0662	1.3046	-	-
Paisaje entero	896.3481	37.3478	3.2049	1.3583	-
2007					
Bosque	640.8688	213.6229	2.9758	-	-
Ladera deforestada	166.1953	11.8711	1.6627	-	-
Cauce	66.6756	33.3378	9.8957	-	1.200
Canal con agua	16.2459	16.2459	14.0643	-	1.209
Infraestructura	6.3596	0.9085	1.0988	-	-
Paisaje entero	896.3451	33.1980	2.7316	1.3853	-
Río Negrito					
1996					
Bosque	11.0122	11.0122	4.1516	-	-
Ladera deforestada	6.5261	1.3052	1.6790	-	-
Cauce – canal con agua	1.1301	1.1301	5.8523	-	1.39
Paisaje entero	18.6684	2.6669	2.6284	1.0425	-
2007					
Bosque	10.6213	5.3107	2.5092	-	-
Ladera deforestada	4.8391	4.8391	2.1922	-	-
Cauce	2.3375	2.3375	7.0549	-	1.06
Canal con agua	0.8705	0.8705	6.3514	-	1.35
Paisaje entero	18.6684	3.7337	4.1234	1.3318	-
Río El Rosario					
1996					
Bosque	260.1562	32.5195	2.0740	-	-
Ladera deforestada	107.8017	8.9835	1.4921	-	-
Cauce - canal con agua	3.5169	3.5169	13.2828	-	2.1
Infraestructura	6.5200	6.5200	1.1691	-	-
Paisaje entero	377.9948	17.1816	2.2250	1.0590	-
2007					
Bosque	217.8167	12.8127	1.6563	-	-
Ladera deforestada	133.1707	8.8780	1.6402	-	-
Cauce	20.4180	5.1045	6.0194	-	2.59
Canal con agua	2.7901	2.7901	14.7998	-	2.07
Infraestructura	3.7993	0.3799	1.0970	-	-
Paisaje entero	377.9948	8.0424	2.1832	1.3513	-

5.6. Diagnóstico social

5.6.1. *Medios de vida.* Para la elaboración del programa de restauración forestal es fundamental contar con un diagnóstico de las comunidades que se verán directamente involucradas y que por tanto, serían actores clave del proceso al momento de los acuerdos y compromisos a los que mediante consenso pudiesen establecer conjuntamente con las autoridades de la REBITRI y demás instancias gubernamentales y no gubernamentales. Este diagnóstico parte del principio de que para implementar estrategias externas exitosas en las comunidades, es preciso conocer sus formas de vida, su realidad, sus relaciones y las estructuras que marcan las dinámicas internas. Muchas veces, esta información es incompleta y generalmente anecdótica. Con el objetivo de generar información de línea base para el diseño de estrategias de restauración forestal en la reserva de la biosfera El Triunfo, que consideren los medios de vida de los pobladores, se llevó a cabo un diagnóstico rural rápido en las comunidades seleccionadas (Ver comunidades y criterios de selección en el segundo informe). Se utilizó el enfoque de medios de vida sostenibles (DFID 1999) y marco de capitales de la comunidad (Flora *et al.*, 2005), para identificar el estado y las interrelaciones entre los siete capitales a saber: construido, cultural, financiero, humano, natural, político y social, partiendo del hogar como unidad de exploración. La integración de ambos enfoques, permite analizar y entender dinámicas dentro de las comunidades, acentuando el capital cultural y político. Con los resultados y su análisis, se contribuye a la definición de las estrategias viables de acuerdo a los medios de vida de cada comunidad.

5.6.2. *Capitales de la comunidad.* Capital Político: la forma como se organiza la comunidad y que partidos políticos están mejor representados ahí. Capital Construido (Físico): es importante para saber el bienestar de la comunidad; básicamente por la infraestructura básica y bienes de producción con que cuenta la comunidad. Capital Financiero: que mide por las actividades en que invierte la comunidad, prestamos que han pedido a bancos u organizaciones, así como las actividades financieras relativas. Capital Natural: son los recursos naturales con los que cuenta la comunidad. Capital Humano: son las aptitudes, conocimientos, capacidades laborales y la buena salud de toda la comunidad. Capital Social: son los recursos sociales en que los pueblos se apoyan; las redes y conexiones, participación en grupos más formalizados (relaciones de confianza). Está enfocado para ver que tan confiable es la relación con los actores (organizaciones y/o dependencias). Capital Cultural: está enfocado principalmente a tradiciones de la comunidad que puedan relacionarse con todo su entorno (Cuadros 9 y 10).

El diagnóstico es la base o da las pautas sociales para poder elaborar un programa exitoso de restauración, debido a que considera el potencial de cada comunidad para realizar actividades de

reforestación, plantaciones, retención, de suelos, entre otras. El resultado final de este diagnóstico es constituir las líneas estratégicas para poder tener un plan de acción o un plan de trabajo, acorde con las necesidades de la comunidad y las reglas de operación de la Reserva.

Cuadro 9. Características de las comunidades en la zona costa. Valor 0-1: 0 Indica Ausencia, 1 Presencia; Valor 1-2-3: 1 indica bajo, 2 indica medio, 3 indica alto.

Capitales	Criterios	Costa Rica	Pantaleón Dominguez	Nueva Libertad	Las Palmas	Bienes Comunales San Antonio	Plan de Ayala	El Verger	San Antonio Miramar	El Rosario	Loma Bonita	3 de mayo	Rosario Zacatonal	Santa Rita Las Flores	Nueva Reforma	Las Golondrinas
Capital Natural	Reserva local >50% (1-0)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Experiencia de PSA (1-0)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	Alto impacto de pérdida de suelo (deslaves, incendios, inundaciones) (1-3)	1	2	3	3	2	2	3	2	3	1	2	2	2	1	2
	Conocimiento y uso diversificado de especies	1	2	1	2	3	3	2	2	1	2	2	3	2	2	2
Capital Financiero	Tenencia de tierra formal ejido, bien comunal, propiedad provada (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Actividades económicas diversificadas (café, palma, miel, ganadería) 1-3	1	3	1	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2
	Apoyos económicos (Mas de dos) (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Capacidad de créditos y ahorros (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Capital construido	Presencia de mas de tres servicios básicos (luz, agua entubada, teléfono y transporte) (1-0)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Acceso permanente (1-0)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Infraestructura para desarrollo de alternativas productivas (vivieros)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
Capital humano	Cursos de capacitación previos sobre manejo de recursos naturales y conservación (1-2-3)	1	3	1	1	3	3	3	3	2	1	1	3	3	3	2
	Participación con organizaciones en actividades de conservación (1-0)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Capital social	Experiencia en la aplicación de reglamentos de uso y acceso a los recursos naturales (1-0)	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
Capital político	Percepción favorable de la conservación (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Capacidad de gestión (1-0)	1	1	0	0		0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Capital cultural	Iniciativas locales para conservar sitios o recursos específicos (1-3)	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
	Fundación anterior a 50 años (0-1)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
		18	22	14	13	24	23	22	20	17	14	13	23	24	18	20

Cuadro 10. Características de las comunidades en la zona Frailesca. Valor 0-1: 0 Indica Ausencia, 1 Presencia; Valor 1-2-3: 1 indica bajo, 2 indica medio, 3 indica alto. Se muestran las necesidades particulares de capacitación demandadas por las comunidades.

Capitales	Criterios	Santa Isabel Tzizian	Piedra Blanca	Plan de Ayala	Plan de Libertad	Toluca	Puerto Rico	Laguna del Cofre	Nueva Colombia	Ampliación Laguna	Ejido Monterrey	Barrio Nueva Alemania (E M)
Capital Natural	Reserva local >50% (1-0)	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Experiencia de PSA (1-0)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Alto impacto de pérdida de suelo (deslaves, incendios, inundaciones) (1-3)	1	3	1	3	3	1	1	2	1	3	1
	Conocimiento y uso diversificado de especies forestales (1-3)	3	2	2	1	3	1	2	1	1	1	1
Capital Financiero	Tenencia de tierra formal (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Actividades económicas diversificadas (café, palma, miel, ganadería) 1-3	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1
	Apoyos económicos (Mas de dos) (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
	Capacidad de créditos y ahorros (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
	Presencia de mas de tres servicios básicos (luz, agua entubada, teléfono y transporte) (1-0)	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
Capital construído	Acceso permanente (1-0)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Infraestructura para desarrollo de alternativas productivas (viveros)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Capital humano	Cursos de capacitación previos sobre manejo de recursos naturales y conservación (1-2-3)	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1
	Participación con organizaciones en actividades de conservación (1-0)	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Capital social	Experiencia en la aplicación de reglamentos de uso y acceso a los recursos naturales (1-0)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Capital político	Percepción favorable de la conservación (1-0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Capacidad de gestión (1-0)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Capital cultural	Iniciativas locales para conservar sitios o recursos específicos (1-3)	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	Fundación anterior a 50 años (0-1)	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
		15	13	20	18	22	15	16	8	7	12	9
Necesidades de capacitación		Tipos de vegetación, conservación de suelos	Manejo silvopastoril	Fertilidad de suelo	Fertilidad y conservación de suelos	Conservación de suelos	Manejo silvopastoril y palma camedor	Sistemas silvopastoriles y palma camedor	Palma camedor	Café orgánico	Café orgánico	Conservación de suelos

Debido a la basta información sobre los medios de vida en las comunidades del diagnóstico, para la selección preliminar de sitios se consideró información clave relacionada con los propósitos del programa de restauración forestal. Se definieron variables clave y se cuantificó en una matriz de acuerdo a la presencia o ausencia de ciertos capitales (0-1) o a la calidad de los mismos (1: baja, 2: media, 3: alta). En las Cuadros 9 y 10 se detallan cada variable y la calificación para cada comunidad. La cuantificación de estos criterios permitió clasificar a las comunidades en tres grupos (Cuadro 11). El Grupo 3 contiene las comunidades “más dotadas de capitales”, con las mejores características para implementar proyectos relacionados con la restauración ambiental, a saber: Plan de la Libertad, Plan de Ayala y Toluca; el segundo grupo es intermedio: Monterrey, Piedra Blanca, Puerto Rico, Santa Isabel Tzijan y Laguna del Cofre y el tercero tiene las características más pobres y en dependencia de lo complejo del proyecto o programa, tendría mayores riesgos de no ejecutarse con éxito, este grupo contiene a las localidades de: Ampliación laguna, Nueva Colombia y Barrio Nueva Alemana (Ejido Monterrey).

Cuadro 11. Grupos de comunidades para la selección de sitios piloto de actividades de restauración

Zona Costa		
Grupo	calificación	Localidad
Grupo 1	13	Las Palmas
	13	Tres de mayo
	14	Nueva Libertad
	14	Loma Bonita
	17	El Rosario
Grupo 2	18	Costa Rica
	18	Nueva Reforma
	20	San Antonio Miramar
	20	Las Golondrinas
	22	Pantaleon Dominguez
Grupo 3	22	El Vergel
	23	Rosario Zacatonal
	23	Plan de Ayala
	24	Bienes Comunales
	24	Santa Rita Las Flores

Zona Frailesca		
Grupo	calificación	Localidad
Grupo 1	7	Ampliación Laguna
	8	Nueva Colombia
	9	Barrio Nueva Alemania (Ej. Monterrey)
Grupo 2	12	Ejido Monterrey
	13	Piedra Blanca
	15	Puerto Rico
	15	Santa Isabel Tzijan
	16	Laguna del Cofre
Grupo 3	18	Plan de Libertad
	20	Plan de Ayala
	22	Toluca

6.- DIAGNÓSTICO DE LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN

Para obtener la viabilidad de restauración se realizó un primer ejercicio de combinar los mapas de potencial y prioridad para la restauración forestal (Figura 9). Partimos del hecho que las áreas prioritarias no siempre presentan condiciones ambientales propicias para plantaciones encaminadas a la restauración, lo cual hace la tarea más difícil. En este sentido, la unión del mapa de potencial de éxito no solo acotaría las áreas de viabilidad, sino que diferenciaría las áreas donde se podrían llevar acabo diferentes estrategias de restauración que a continuación se mencionan (Ver detalles de la reserva en los anexos 3 y 4).

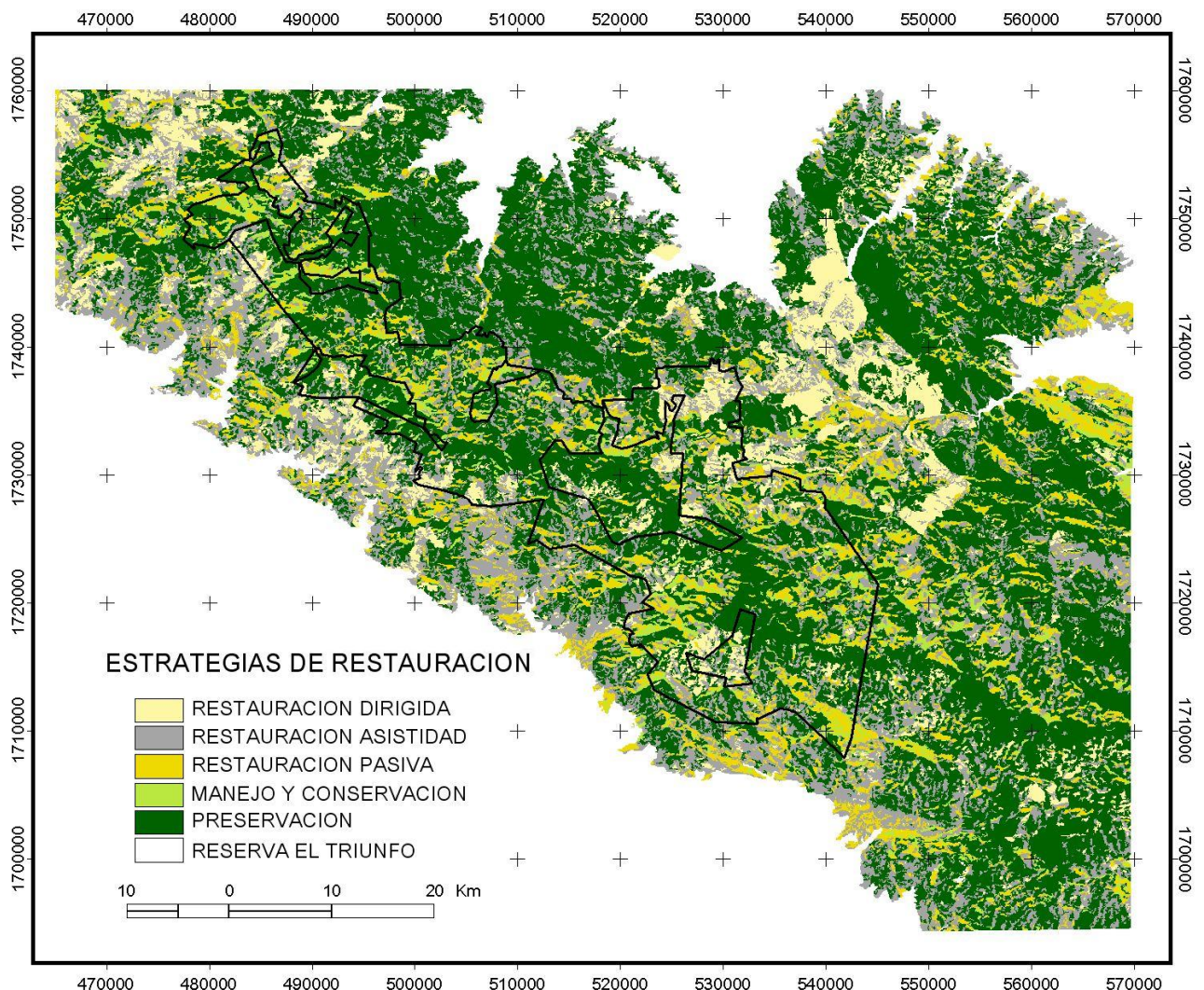


Figura 9. Mapa para la identificación de estrategias de restauración.

6.1. Restauración dirigida

Áreas sin dosel y con benignidad ambiental en grado medio y bajo. Los objetivos de esta estrategia sería: a) recuperar el relieve y suelo, b) fijar suelo, c) establecer la cobertura vegetal (quizá comenzando con especies arbustivas y herbáceas, d) incrementar la conectividad entre parches de vegetación medianamente conservados y e) promover la recuperación de los procesos ecosistémicos. Este tipo de restauración sería la más costosa.

6.2. Restauración asistida

Condición intermedia de benignidad ambiental, con algún tipo de cobertura. Es necesaria la intervención para modificar su trayectoria, así como evitar el factor limitante para el establecimiento de la cobertura vegetal, además de ser el paso siguiente de la restauración dirigida. Debido a que el ecosistema no está tan deteriorado como en el caso anterior, los costos de esta estrategia de restauración son más bajos y sus objetivos son: a) incrementar la cobertura y diversidad arbórea, b) incrementar la conectividad entre fragmentos de vegetación conservados, c) mantener la variación genética de las especies en el sitio, d) recuperar a las especies amenazadas, tanto en su estructura poblacional como genética, y e) facilitar o acelerar los procesos de recuperación de las comunidades en el sistema.

6.3. Restauración pasiva

Áreas con doseles cerrados o abiertos con capacidad natural para que se lleven a cabo procesos de regeneración con poca o nula intervención humana. Es la estrategia de restauración menos costosa y sus objetivos son: a) permitir la trayectoria natural en el proceso de la sucesión ecológica, b) mantener el funcionamiento y la integridad de los ecosistemas y c) incrementar la biodiversidad con especies nativas.

6.4 Actividades de restauración

Acorde con las estrategias de restauración, se determinaron tres grupos de actividades a realizar en la Reserva: a) de reforestación, b) de recuperación de sitios de deslaves no recurrentes y c) de prevención de riesgos asociados con cuerpos de agua (principalmente ríos). A estos tres grupos de actividades las denominamos genéricamente como forestal, deslaves e hidrológica, respectivamente. Respecto a la restauración hidrológica, está se enfoca a determinar si la degradación es resultado de procesos naturales o de actividades humanas. Finalmente, en ingeniería civil, y más concretamente en geotecnia, resulta interesante analizar la estabilidad o la posible inestabilidad de un talud. La inestabilidad de un talud, se puede producir por un desnivel, que tiene lugar por diversas razones: a) geológicas; laderas posiblemente inestables, orografía acusada, estratificación y meteorización, b) variación del nivel freático; situaciones estacionales, u obras realizadas por el hombre y c) obras de

ingeniería; rellenos o excavaciones tanto de obra civil (construcción de vías terrestres de comunicación), como de minería. Analizar la estabilidad de un talud realizado en macizos rocosos fracturados, es parte de dos procesos. El primero es analizar la fábrica estructural en el corte realizado para determinar si la orientación de las discontinuidades podría resultar en inestabilidad, a lo cual se conoce como orientación desfavorable del talud con respecto a las discontinuidades. Esta determinación es realizada por medio de un análisis estereográfico de la fábrica estructural junto con la posición del talud, a lo que se denomina análisis cinemático. Una vez que ha sido determinada la cinemática en la cual se tiene posibilidad de falla del talud, el segundo paso requiere un análisis de estabilidad por el método de equilibrio límite para comparar las fuerzas resistentes a la falla contra las fuerzas causantes de la falla del talud. El rango entre estos dos sistemas de fuerzas se denomina factor de seguridad. Determinado el tipo de inestabilidad del talud, es posible definir la actividad para su estabilización que puede ser el anclaje, la contención o la reducción de la pendiente. En caso de que existan sitios con efecto antropogénico, se proponen áreas de vulnerabilidad y riesgo para las poblaciones humanas; así como estrategias de mitigación de efectos perjudiciales. En común, estos grupos de actividades involucran acciones puntuales de protección, regeneración natural, establecimiento de plantaciones (tanto de enriquecimiento como forestales), siembra y dispersión de propágulos, establecimiento de sistemas agroforestales, conservación de suelos y agua. Un corrimiento de tierra es un desastre estrechamente relacionado con las avalanchas, pero en vez de arrastrar nieve, llevan tierra, rocas, árboles, fragmentos de casas, etc. Los corrimientos de tierra pueden ser provocados por terremotos, erupciones volcánicas o inestabilidad en la zona circundante. Los corrimientos de barro o lodo son un tipo especial de corrimiento cuyo causante es el agua que penetra en el terreno por lluvias fuertes, modificando el terreno y provocando el deslizamiento. Para poder realizar el análisis tridimensional de las familias de discontinuidades, se necesita hacer este tipo de proyección en un plano bidimensional. Para tal efecto existen dos tipos de proyecciones esféricas: una es la red estereográfica de Lambert o Schmidt, y la otra es la proyección de Wulff. Diversos autores dentro de la ingeniería geológica han aplicado ambas técnicas, las cuales son del todo idénticas y no hay ninguna dificultad para utilizar un sistema u otro. La única limitación que existe es que al iniciar el análisis con cualquiera de los dos sistemas, éste deberá continuarse empleando hasta el término del proyecto o del estudio. En el caso particular de los deslaves, se proponen actividades específicas que involucran el establecimiento de barreras de contención, para dar estabilidad a los taludes, y formación de represas de contención para suelos, con el objetivo de detener la erosión.

En el anexo 5 se muestra el mapa de estrategias de restauración, delimitado por los datos de la tenencia de la tierra de 1988 y la sobre posición de áreas con mayor riesgo hidrológico. Además, en el

anexo 6, se presenta un cuadro que contiene las estrategias de restauración, junto con las actividades a realizar. El cuadro y el mapa permiten ubicar espacialmente los tipos específicos de restauración a realizar en la Reserva.

7.- PROPUESTA DE PROTOCOLOS DE RESTAURACIÓN

Para este componente, se siguió el criterio de considerar grupos de especies o comunidades vegetales, en lugar de privilegiar solamente especies individuales (Ramírez-Marcial et al. 2005). Para ello, es necesario primero disponer de la información lo más detallada posible, de la composición florística y estructura de la vegetación de una región que sirva de punto de referencia de lo que una comunidad puede llegar a ser con la intervención humana a través de la restauración. Con base en esta consideración, se recopiló la información disponible para árboles por ser esta forma biológica la que en primera instancia, crea las condiciones de hábitat dentro del cual pueden coexistir otros grupos de organismos, tanto animales como vegetales (Ramírez-Marcial et al. 2006).

Históricamente se han llevado a cabo numerosas exploraciones botánicas en la REBITRI, pero lamentablemente muy pocos de estos estudios han realizado un esfuerzo de contar y medir la condición de los árboles dentro de un área determinada. La colecta botánica per se, es insuficiente para conocer la dinámica de una comunidad vegetal, por lo que se requieren análisis más detallados del número de individuos de cada especie, su edad o talla para ubicar el estado de desarrollo de la vegetación. Esto normalmente se consigue con inventarios florísticos o forestales detallados. Para la REBITRI, fue posible disponer de la información de 100 parcelas de 1000m² (0.1 ha) localizadas en distintas localidades de la reserva, realizados a través de un proyecto con la CONAFOR (proyecto 33405 conafor-conacyt, Biocores A.C.). Cada inventario, además de la información florística, es georeferenciado, por lo que es posible ubicar espacialmente su posición y con ello definir con mayor confianza la división o límites de distribución vertical y horizontal de una comunidad o grupo de especies.

Los sitios fueron seleccionados en función de las condiciones físicas del lugar, y de los permisos de acceso por parte de las comunidades. Se establecieron de 3 a 5 levantamientos circulares (1000 m²) separados por al menos 500 m (el número de levantamientos dependió del tamaño de los remanentes de vegetación). Se registraron y midieron todas las especies de árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 5 cm. La ubicación geográfica, orientación, pendiente y altitud se obtuvo en el centro de cada levantamiento. Se realizó un catálogo de las especies arbóreas registradas en la reserva colectando algunas ramas que fueron de utilidad para determinar la especie de algunos árboles no identificados en campo. Se registró un total de 292 especies pertenecientes a 169 géneros, integrantes de 72 familias. Las familias con mayor número de especies fueron: Lauraceae (26), Leguminosae (22), Rubiaceae (17), Compositae, Moraceae (11), Myrsinaceae (10) Meliaceae (9),

Araliaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Myrtaceae (8). Los géneros con mayor número de especies fueron: *Nectandra* (13), *Eugenia* y *Quercus* (8), *Inga* (7), *Ardisia*, *Ocotea* y *Psycotria* (6), *Oreopanax* (5).

Contar solo con la composición de especies de los bosques a restaurar no permite definir el uso y su pertinencia. Se requiere definir al menos el grupo ecológico a que pertenecen y las condiciones ambientales en que se desarrollan mejor. En un primer momento se realizó un análisis de clasificación para definir las posibles asociaciones de especies que nos indican los “tipos de vegetación” que se desarrollan en la reserva. Además, con base en datos de abundancia y tamaño diamétrico de las especies, se elaboró un Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) que se utilizó para definir los intervalos de distribución óptima de las especies a lo largo de un gradiente de altitud y en relación a la posición del terreno en cuanto a la exposición del sol (laderas protegidas vs. laderas expuestas a la radiación solar). Estos grupos debieran considerarse como una guía para establecer que especies pueden utilizarse para promover diversas modalidades de restauración dentro de la REBITRI.

Con base en esta clasificación, es posible identificar en el siguiente cuadro, aquellas especies con los valores más altos del IVIE. Arbitrariamente hemos elegido a las que tienen valores mayores de 10% considerando una o las dos condiciones de exposición en ladera, pues no siempre es posible que una especie se distribuya indistintamente en ambas laderas. Es importante resaltar que dentro de cada grupo de vegetación, es posible identificar especies dominantes, tanto aquellas que son típicas de las áreas más conservadas (resaltadas en negritas) y aquellas especies consideradas más bien pioneras, o secundarias (Cuadro 12).

Cuadro 12. Asociaciones vegetales (“tipos de vegetación”) representadas en la reserva El Triunfo con el listado de especies potencialmente útiles en las actividades y objetivos de las estrategias de restauración. Se muestra para cada especie su afinidad sucesional, las condiciones ambientales de mayor relevancia y el valor que determina su dominancia e importancia dentro del grupo.

Grupo	Altitud	Altitud	Especies primarias y secundarias	Laderas	
	minima	máxima		expuesta	protegida
G1	1076	1842	<i>Ardisia densiflora</i>	10.81	3.74
			<i>Bunchosia swartziana</i>	22.53	3.22
			<i>Calycophyllum candidissimum</i>	18.11	
			<i>Clethra matudae</i>	35.00	19.20
			<i>Clethra suaveolens</i>	10.14	
			<i>Cleyera theoides</i>	2.59	11.30
			<i>Coccoloba escuintlensis</i>		11.14
			<i>Croton guatemalensis</i>	10.28	4.55
			<i>Cyathea fulva</i>	20.43	12.19
			<i>Dendropanax populifolius</i>	7.41	8.57
			<i>Ficus cotinifolia</i>		55.01
			<i>Ficus glabrata</i>	66.80	68.08
			<i>Geonoma interrupta</i>	23.09	10.98
			<i>Glossostipula concinna</i>	5.98	5.55
			<i>Inga calderonii</i>	15.28	1.38
			<i>Liquidambar styraciflua</i>	1.71	19.58
			<i>Matudaea trinervia</i>	38.87	43.89
			<i>Mollinedia viridiflora</i>	13.12	8.75
			<i>Nectandra salicifolia</i>	8.65	11.38
			<i>Nectandra salicifolia</i>	10.50	14.32
			<i>Ocotea salvinii</i>	23.70	5.76
			<i>Oreopanax xalapensis</i>	2.14	7.92
<i>Pithecellobium erythrocarpum</i>	15.04				
<i>Podocarpus matudae</i>	9.98	10.90			
<i>Psychotria carthagenensis</i>	19.05	10.20			
<i>Quercus acutifolia</i>	29.86	1.51			

			<i>Quercus salicifolia</i>	90.66	3.37
			<i>Quercus sapotifolia</i>		12.95
			<i>Symplocos limoncillo</i>	18.89	12.76
			<i>Ternstroemia tepezapote</i>	6.70	5.59
			<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	2.73	9.37
G2	1510	2680	<i>Ardisia bartlettii</i>	4.37	6.38
			<i>Carpinus caroliniana</i>		40.63
			<i>Cinnamomum zapatae</i>	13.43	
			<i>Clethra matudae</i>	10.69	13.85
			<i>Clethra suaveolens</i>	12.06	11.24
			<i>Cleyera theoides</i>	4.22	8.35
			<i>Cojoba arborea</i>	10.90	4.61
			<i>Conostegia volcanalis</i>	15.52	4.60
			<i>Cornus disciflora</i>	14.62	5.44
			<i>Crossopetalum parviflorum</i>	8.76	3.01
			<i>Cyathea fulva</i>	4.59	13.19
			<i>Daphnopsis sp</i>	6.57	5.94
			<i>Dendrosicus montanus</i>	8.25	9.04
			<i>Drimys granadensis</i>	2.23	17.70
			<i>Eugenia acapulcensis</i>	8.12	2.72
			<i>Eugenia oerstediana</i>	5.13	8.73
			<i>Eugenia vesca</i>	6.41	5.64
			<i>Ficus cookii</i>	11.93	
			<i>Fuchsia paniculata</i>	6.38	5.12
			<i>Glossostipula concinna</i>	10.92	8.00
			<i>Hedyosmum mexicanum</i>	9.06	12.86
			<i>Ilex macfadyenii</i>		10.19
			<i>Ilex pringlei</i>	3.73	7.56
			<i>Inga punctata</i>	13.88	
			<i>Inga sp1</i>	3.93	10.69
			<i>Liquidambar styraciflua</i>	29.23	65.62
			<i>Matudaea trinervia</i>	36.84	38.81
			<i>Miconia glaberrima</i>	12.90	4.05

			<i>Myrsine juergensenii</i>	9.02	6.04
			<i>Nectandra coriacea</i>	6.24	7.33
			<i>Nectandra cuspidata</i>	5.16	14.69
			<i>Nectandra effusa</i>	8.45	5.50
			<i>Nectandra salicifolia</i>	9.48	12.38
			<i>Nectandra sp3</i>	10.68	2.34
			<i>Ocotea helicterifolia</i>	17.00	
			<i>Oreopanax xalapensis</i>	5.61	5.15
			<i>Ostrya virginiana</i>	4.65	26.51
			<i>Pinus maximinoi</i>		42.48
			<i>Pinus oocarpa</i>	4.51	10.70
			<i>Pithecellobium erythrocarpum</i>	11.06	
			<i>Podocarpus matudae</i>	3.55	8.10
			<i>Quercus acutifolia</i>	27.99	8.82
			<i>Quercus benthamii</i>	36.10	32.74
			<i>Quercus salicifolia</i>	8.19	30.41
			<i>Quercus sapotifolia</i>	28.64	25.57
			<i>Quercus scytophylla</i>	14.35	1.96
			<i>Quercus skinneri</i>		11.57
			<i>Rondeletia buddleioides</i>	8.18	5.13
			<i>Saurauia madrensis</i>	3.52	10.26
			<i>Styrax glabrescens</i>	5.85	5.09
			<i>Symplocarpon purpusii</i>	13.49	11.69
			<i>Ternstroemia lineata</i>	13.19	10.66
			<i>Trophis mexicana</i>	8.48	3.84
			<i>Ulmus mexicana</i>	33.72	
G3	1040	1870	<i>Ardisia compressa</i>	5.42	14.53
			<i>Bunchosia gracilis</i>	6.03	7.21
			<i>Cecropia obtusifolia</i>	6.91	5.46
			<i>Dendrosicus montanus</i>	11.30	
			<i>Eugenia oerstediana</i>	11.22	2.10
			<i>Glossostipula concinna</i>	12.57	3.11

			<i>Ilex pringlei</i>	10.05	1.36
			<i>Liquidambar styraciflua</i>		28.28
			<i>Machaerium sp</i>	11.01	
			<i>Matudaea trinervia</i>	35.16	
			<i>Myriocarpa yzabalensis</i>	7.85	5.97
			<i>Nectandra effusa</i>	12.16	
			<i>Nectandra sp1</i>	46.15	
			<i>Nectandra sp3</i>	40.01	19.09
			<i>Piper yucatanense</i>	4.41	6.66
			<i>Podocarpus matudae</i>	8.93	20.20
			<i>Pouteria campechiana</i>	9.88	12.74
			<i>Prunus lundelliana</i>	9.44	1.58
			<i>Psychotria chiapensis</i>	12.51	
			<i>Psychotria minarum</i>	11.04	16.35
			<i>Pterocarpus hayesii</i>		12.26
			<i>Quercus benthamii</i>	28.66	
			<i>Quercus skinneri</i>	23.32	25.59
			<i>Sterculia mexicana</i>		42.47
			<i>Ternstroemia tepezapote</i>	1.20	10.34
G4	1040	1490	<i>Ardisia compressa</i>	9.01	2.96
			<i>Clethra matudae</i>	16.38	19.38
			<i>Crossopetalum parviflorum</i>	40.50	6.87
			<i>Eugenia acapulcensis</i>		17.91
			<i>Eugenia chiapensis</i>	5.41	5.86
			<i>Ficus glabrata</i>		62.26
			<i>Ilex pringlei</i>	21.15	1.60
			<i>Liquidambar styraciflua</i>	54.33	32.40
			<i>Myriocarpa yzabalensis</i>	3.42	30.80
			<i>Nectandra sp3</i>		34.11
			<i>Ostrya virginiana</i>		33.99
			<i>Pinus maximinoi</i>		72.21
			<i>Prunus lundelliana</i>	5.89	6.31
			<i>Psychotria minarum</i>	4.92	7.28

			<i>Quercus sapotifolia</i>	36.90	10.80
			<i>Quercus skinneri</i>	9.60	48.16
			<i>Saurauia kegeliana</i>	9.90	9.30
			<i>Saurauia madrensis</i>	13.01	
			<i>Tapirira mexicana</i>	25.27	6.48
			<i>Trema micrantha</i>	11.28	
			<i>Vernonia scorpioides</i>	10.80	2.94
			<i>Zanthoxylum gentlei</i>		12.06
G5	1010	1700	<i>Acalypha macrostachya</i>	1.30	26.60
			<i>Alchornea latifolia</i>	3.57	33.98
			<i>Boehmeria caudata</i>	6.04	7.81
			<i>Cecropia obtusifolia</i>	6.48	9.37
			<i>Cedrela odorata</i>	14.49	
			<i>Chamaedorea tepejilote</i>	13.37	28.56
			<i>Clethra matudae</i>	7.42	13.21
			<i>Conostegia xalapensis</i>	13.21	
			<i>Crossopetalum parviflorum</i>	17.98	
			<i>Croton draco</i>	7.84	13.11
			<i>Dendropanax populifolius</i>	3.77	6.77
			<i>Ficus cookii</i>	53.64	18.59
			<i>Ficus glabrata</i>	21.15	
			<i>Garcinia macrophylla</i>	12.60	
			<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	12.94	9.65
			<i>Ilex pringlei</i>	6.71	16.62
			<i>Inga laurina</i>	11.15	44.74
			<i>Inga oerstediana</i>	5.02	20.11
			<i>Liabum discolor</i>	10.53	7.78
			<i>Licaria excelsa</i>	17.68	
			<i>Liquidambar styraciflua</i>	47.75	
			<i>Myriocarpa yzabalensis</i>	17.35	2.60
			<i>Nectandra sinuata</i>	11.69	
			<i>Nectandra sp3</i>	16.58	
			<i>Ocotea botrantha</i>	12.19	

			<i>Ocotea sinuata</i>	6.55	10.62
			<i>Olmediella betschleriana</i>	5.03	10.24
			<i>Persea sp</i>	26.02	1.82
			<i>Pinus maximinoi</i>	51.32	129.91
			<i>Pinus oocarpa</i>		49.99
			<i>Podachaenium eminens</i>	15.10	
			<i>Pouteria campechiana</i>	10.10	
			<i>Quercus acutifolia</i>	16.38	
			<i>Quercus peduncularis</i>	13.93	
			<i>Sapium macrocarpum</i>	9.91	1.63
			<i>Saurauia madrensis</i>	18.52	54.16
			<i>Sloanea ampla</i>	39.09	
			<i>Sterculia mexicana</i>	13.68	
			<i>Thouinidium decandrum</i>	7.09	5.15
			<i>Trema micrantha</i>	45.32	1.35
			<i>Ulmus mexicana</i>	19.72	9.21
			<i>Vernonia scorpioides</i>	20.43	4.47
G6	1018	1451	<i>Acacia glomerosa</i>	14.56	
			<i>Alchornea latifolia</i>	19.15	2.35
			<i>Apeiba tibourbou</i>	19.54	
			<i>Bravaisia integerrima</i>		18.21
			<i>Bursera simaruba</i>		26.58
			<i>Cecropia obtusifolia</i>	13.17	
			<i>Ceiba pentandra</i>		28.01
			<i>Clethra matudae</i>	19.41	36.46
			<i>Cleyera theoides</i>		16.02
			<i>Cordia alliodora</i>	14.60	
			<i>Critoniadelphus nubigenus</i>	15.03	
			<i>Diphysa floribunda</i>	4.30	15.67
			<i>Eugenia capulli</i>	19.12	
			<i>Ficus costaricana</i>		23.51
			<i>Inga belizensis</i>	10.90	15.39
			<i>Inga calderonii</i>	42.10	

			<i>Inga laurina</i>	14.03	
			<i>Inga oerstediana</i>	7.76	2.88
			<i>Machaerium cirrhiferum</i>	23.71	
			<i>Nectandra salicifolia</i>	2.49	9.08
			<i>Ocotea sinuata</i>	20.63	
			<i>Olmediella betschleriana</i>	14.79	1.14
			<i>Ostrya virginiana</i>	14.39	
			<i>Persea sp</i>	21.11	
			<i>Pinus maximinoi</i>	39.98	
			<i>Quercus acutifolia</i>		16.55
			<i>Quercus peduncularis</i>	22.67	1.35
			<i>Quercus sapotifolia</i>	16.12	4.23
			<i>Symplocos limoncillo</i>	28.12	5.98
			<i>Ternstroemia tepezapote</i>	10.38	8.97
			<i>Trichilia pleeana</i>	10.43	
			<i>Turpinia occidentalis</i>	1.19	59.09
			<i>Zanthoxylum gentlei</i>	11.22	4.54
G7	598	1000	<i>Acacia usumacintensis</i>	34.72	
			<i>Brosimum alicastrum</i>	10.12	
			<i>Cecropia peltata</i>	29.43	
			<i>Cupania dentata</i>	11.05	
			<i>Licaria capitata</i>	14.81	
			<i>Spondias purpurea</i>	14.14	
			<i>Terminalia amozonia</i>	16.10	

8.- PROPUESTA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE RESTAURACIÓN

El monitoreo se refiere a la evaluación periódica de atributos del ecosistema y las condiciones socioeconómicas representativas o relevantes de un área natural protegida (OSB 2001). El establecimiento de un programa de monitoreo parte de la premisa de tener un sistema organizado de vigilancia, cuyo propósito es contribuir al manejo eficiente de los recursos en un área determinada (OSB 2001, Kennish 2004). En términos generales el programa debe ser capaz de identificar y seguir la variabilidad en el corto plazo y los cambios en el largo plazo, sobre la integridad del ecosistema y la biodiversidad que lo compone. Los datos que genera la actividad de monitoreo sirven para definir una línea base y establecer las tendencias o patrones a lo largo del tiempo, con el objetivo de tener elementos de juicio que permitan evaluar los cambios en el ecosistema, tanto favorables como desfavorables.

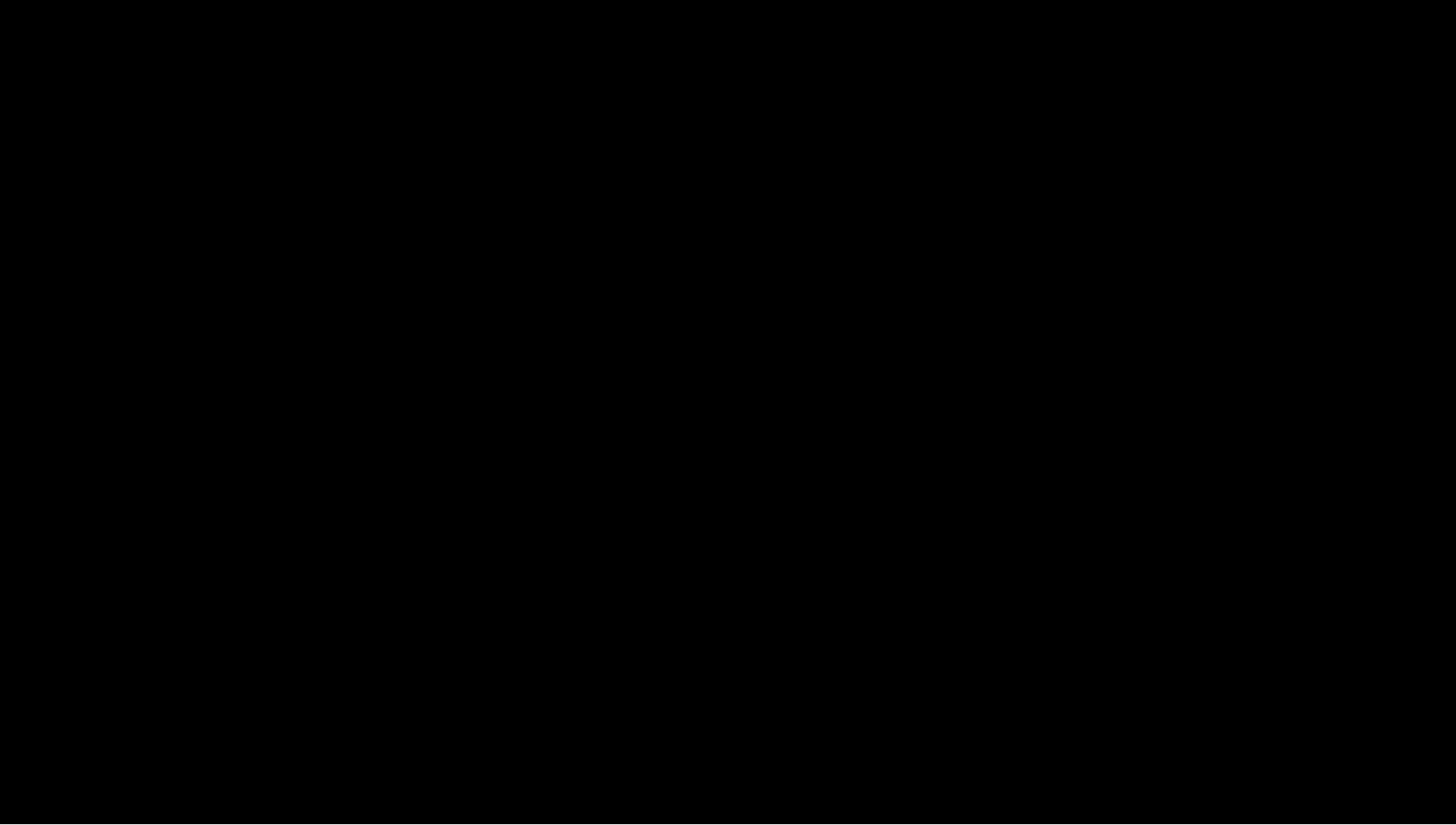
Las actividades de monitoreo realizadas en áreas protegidas tienen tres beneficios interrelacionados (OSB 2001): 1) una mejor comprensión de las reservas, en específico sobre cómo deberían diseñarse y cuáles son los costos-beneficios que hay en términos ecológicos y socioeconómicos, 2) un conocimiento más profundo sobre la complejidad de los ecosistemas que componen una reserva, así como la manera en que las actividades humanas afectan esos sistemas, y 3) desarrollo e implementación de estrategias de manejo que son efectivas, en términos de alcanzar metas específicas. En general, los programas de monitoreo deben incluir al menos cuatro categorías de información (OSB 2001, Kennish 2004): 1) estructura de la comunidad (abundancia, estructura de edades, diversidad y distribución espacial), 2) lista de hábitats o sitios conservados y en recuperación, 3) indicadores de calidad ambiental (agua, suelo, aire) y de degradación (contaminantes, nivel de nutrientes, sedimentos), y 4) atributos socioeconómicos e impactos. Sin embargo, el éxito de un programa de monitoreo depende de la claridad con que se establezca la pregunta a contestar, con base en el objetivo del área natural protegida (Sutherland 2006). En el caso particular de este programa, el objetivo está dirigido a evaluar el éxito de las actividades de restauración que se implementen en la REBITRI. Para ecosistemas boscosos Ausden (2007) sugiere las siguientes características particulares a monitorear: composición de las especies de árboles dominantes, continuidad del macizo forestal, edad y estructura de los árboles en pie, cantidad y tipo de madera muerta, sitios de borde del bosque y otros hábitats asociados, y variación en tipos de suelos, topografía y drenaje. Con base en este objetivo, se propone este borrador de programa de monitoreo que incluye las diferentes estrategias de

restauración, las actividades específicas y la manera como se podrían monitorear. El siguiente cuadro resume el borrador.

Tipos de Restauración	Protección	Regeneración natural	Plantaciones de enriquecimiento	Plantaciones forestales	Siembra y dispersión de propágulos	Sistemas agroforestales	Conservación de suelos y agua
Restauración dirigida	Evaluaciones rápidas de efectos antrópicos	Establecimiento de transectos fijos de seguimiento (especies focales)	Establecimiento de parcelas de seguimiento	Establecimiento de parcelas de seguimiento	Evaluaciones rápidas de parcelas de restauración	No aplica	Establecimiento de puntos de control (estaciones fijas de monitoreo) para evaluar calidad de suelo y agua (parámetros fisicoquímicos)
Restauración asistida	Evaluaciones rápidas de efectos antrópicos	Establecimiento de transectos fijos de seguimiento (todas las especies)	Establecimiento de parcelas fijas de seguimiento a especies focales	No aplica	Evaluaciones rápidas de parcelas de restauración	Establecimiento de parcelas móviles de seguimiento a especies focales	Establecimiento de puntos de control (estaciones fijas de monitoreo) para evaluar calidad de suelo y agua (parámetros fisicoquímicos)
Restauración pasiva	Evaluaciones rápidas de perturbaciones naturales	Establecimiento de transectos móviles de seguimiento (especies según la etapa sucesional)	No aplica	No aplica	Evaluaciones rápidas (sitios con diferente edad de disturbio o etapa sucesional)	No aplica	No aplica

9.- OPORTUNIDADES DE FINANCIAMIENTO

Como resultado de la definición de las actividades de restauración, se realizó una búsqueda de fuentes de financiamiento, cuyos objetivos estuvieran en concordancia con los objetivos de las estrategias de restauración propuestas en este programa.



10.- OTRAS ACTIVIDADES

Concediendo que hay actividades que no son estrictamente acciones deliberadas para la restauración, sino más bien, intervenciones en términos de suprimir los factores o fuerzas que perturban un sistema biológico, a continuación se enuncian brevemente algunas acciones que pueden realizarse conjunta o separadamente como parte de la estrategia de restauración proactiva.

10.1. Deforestación evitada

Preservación. Áreas con un potencial ambiental poco favorable que cuentan actualmente con cobertura vegetal y dosel cerrado. Presenta una baja o media capacidad de regeneración. No se permite intervención, debido a que es muy difícil recuperar la cobertura arbórea, una vez que esta ha sido removida. Se recomienda la protección total de estos sitios.

10.2. Aprovechamiento sustentable

Manejo y conservación. Áreas con benignidad ambiental muy alta, dosel cerrado y capacidad de regeneración alta, lo que significa que el sistema cuenta con una capacidad de resiliencia muy alta. Está permitida la intervención en pro de facilitar la estructura, función, procesos naturales, así como la realización de proyectos de manejo racional de los recursos, bajo planes definidos y con actividades de mantenimiento y conservación de los recursos, asociadas a los sitios donde se ejecuten actividades de uso de los recursos.

11.- CONSIDERACIONES FINALES

Con base en la información generada en este proyecto, se procedió a conjuntar los diferentes resultados y analizar de manera integral. Una vez que se determinó la superficie potencial (en Hectáreas) de cada tipo de restauración a realizar, según los grupos de potencial social por zonas (costa y frailesca), se construyó el siguiente cuadro que resume tanto las estrategias como el potencial social para llevar a cabo las diferentes actividades en la REBITRI. En la zona costa se trabajó con 14 ejidos diferentes que se agruparon en tres categorías, de acuerdo al potencial social, siendo la categoría tres como la de mayo potencial para implementar actividades de restauración en esos ejidos. En el caso de la frailesca, solamente se obtuvo información de cinco ejidos, que se repartieron en dos categorías (potencial alto y medio).

Zona Frailesca

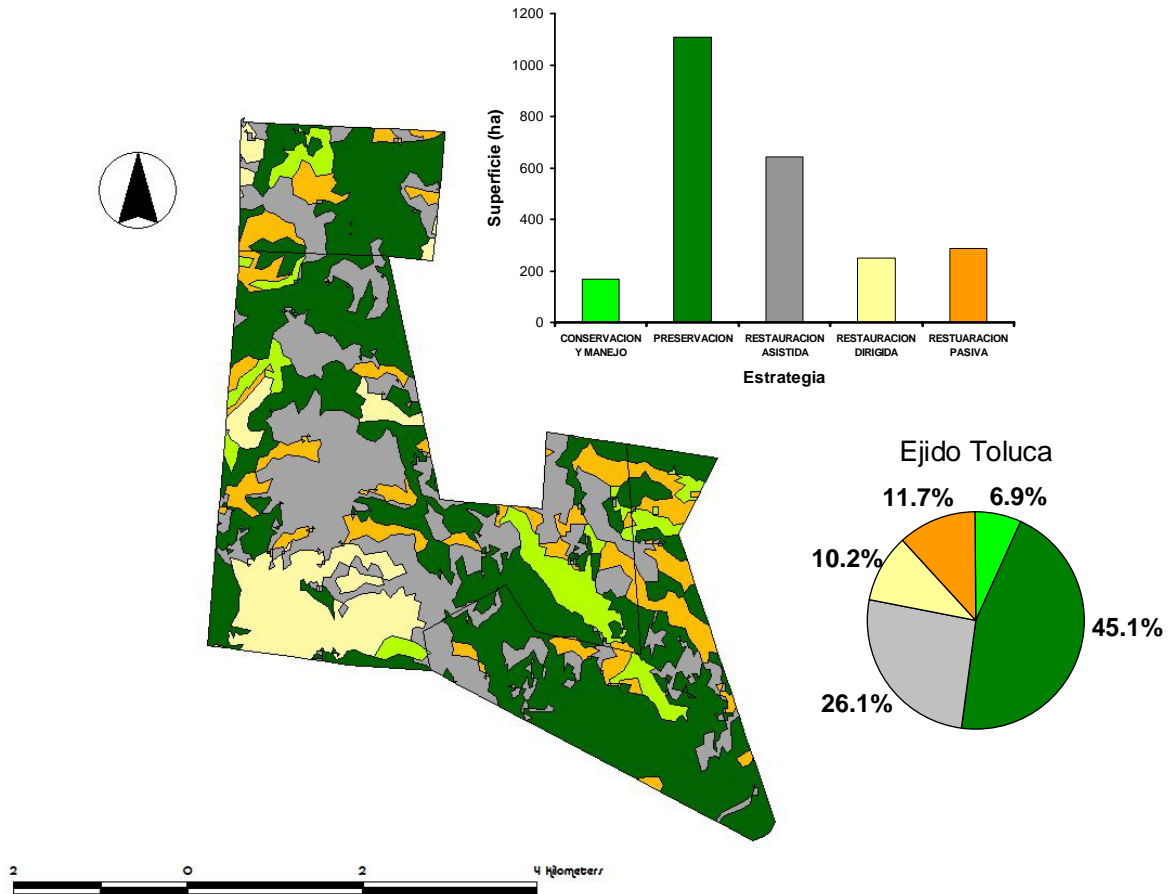
Tipos de Restauración y otras actividades	Grupos	
	III	II
Restauración dirigida		
<i>Recuperación de relieve y suelo</i>		
<i>Fijación de suelo</i>		
<i>Establecimiento de la cobertura vegetal</i>		
<i>Incremento de la conectividad</i>		
<i>Promover los procesos ecosistémicos</i>		
Restauración asistida		
<i>Incremento de la cobertura arborea</i>		
<i>Incremento de la diversidad arborea</i>		
<i>Incremento de la conectividad</i>		
<i>Mantenimiento de variación genética</i>		
<i>Recuperación de poblaciones amenazadas</i>		
<i>Facilitar los procesos de recuperación de los ecosistemas</i>		
<i>Acelerar los procesos ecosistémicos</i>		
Restauración pasiva		
<i>Permitir la trayectoria sucesional</i>		
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>		
<i>Incremento de la biodiversidad</i>		
Manejo y conservación		
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>		
<i>Incremento de la productividad</i>		
<i>Aumento de la biodiversidad</i>		
<i>Captura de Carbono</i>		
<i>Captura y retención de agua</i>		
<i>Mejoramiento de calidad de hábitat</i>		
<i>Reconversión productiva</i>		
<i>Manejo integral del fuego?</i>		
<i>Implementar un programa de monitoreo</i>		
Preservación		
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>		
<i>Deforestación evitada</i>		
<i>Conservación de la biodiversidad</i>		
<i>Captura y retención de agua</i>		
<i>Implementar un programa de monitoreo</i>		

Zona Costa

Tipos de Restauración y otras actividades	Grupos		
	III	II	I
Restauración dirigida			
<i>Recuperación de relieve y suelo</i>			
<i>Fijación de suelo</i>			
<i>Establecimiento de la cobertura vegetal</i>			
<i>Incremento de la conectividad</i>			
<i>Promover los procesos ecosistémicos</i>			
Restauración asistida			
<i>Incremento de la cobertura arborea</i>			
<i>Incremento de la diversidad arborea</i>			
<i>Incremento de la conectividad</i>			
<i>Mantenimiento de variación genética</i>			
<i>Recuperación de poblaciones amenazadas</i>			
<i>Facilitar los procesos de recuperación de los ecosistemas</i>			
<i>Acelerar los procesos ecosistémicos</i>			
Restauración pasiva			
<i>Permitir la trayectoria sucesional</i>			
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>			
<i>Incremento de la biodiversidad</i>			
Manejo y conservación			
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>			
<i>Incremento de la productividad</i>			
<i>Aumento de la biodiversidad</i>			
<i>Captura de Carbono</i>			
<i>Captura y retención de agua</i>			
<i>Mejoramiento de calidad de hábitat</i>			
<i>Reconversión productiva</i>			
<i>Manejo integral del fuego</i>			
<i>Implementar un programa de monitoreo</i>			
Preservación			
<i>Mantenimiento del funcionamiento y la integridad de los ecosistemas</i>			
<i>Deforestación evitada</i>			
<i>Conservación de la biodiversidad</i>			
<i>Captura y retención de agua</i>			
<i>Implementar un programa de monitoreo</i>			

Por ejemplo, en el caso de la zona frailesca, el único ejido que alcanzó la categoría tres fue Toluca. De tal forma que en la siguiente imagen se presentan los datos desglosados que sirvieron

como base para determinar las estrategias de restauración más acorde con lo que el ejido tiene disponible en superficie.



El ejido Toluca está constituido por 45.1% de su superficie (más de 1,100 ha) con potencial para preservación y 26.1% es susceptible de tener actividades de restauración asistida (cerca de 700 ha). Por lo anterior, se sugiere que en la zona de la frailesca se realicen las siguientes actividades: a) Restauración dirigida a la recuperación de relieve y suelo, con financiamiento de CONAFOR, por ejemplo, b) Restauración asistida para incrementar la cobertura arbórea y la diversidad de especies, actividad que puede ser financiada por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arreola-Muñoz A. 2004. Marginación y Cambio de uso del suelo en La Reserva de La Biosfera El Triunfo, Chiapas en Pérez-Farrera M. A., Martínez-Meléndez N., Hernández-Yáñez A. y Arreola-Muñoz (Ed.) *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una Década de Conservación*. 1 Ed. Edit. UNICACH.
- Ausden, M. 2007. *Habitat Management for Conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press. Oxford, U. K. 420 pp.
- CONANP-FMCN. 2003. Estimación de la Tasa de Transformación del Hábitat en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo". Periodo 1975-2002. Informe final CONANP-FMCN. México DF.
- De la Maza, R. y J. de la Maza, 1993. *Mariposas de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas. 223. pp.
- Del Carpio, U. 1988. *Economía y Ecología en el doblamiento de la Sierra Madre de Chiapas*. En Anuario 2. Centro de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. p. 417.
- DFID (Departamento para el desarrollo internacional, UK). 1999. Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles: Marco. Londres, UK. 50 pp.
- Elkie P.C., R.S. Rempel y A.P. Carr. 1999. Patch analyst user's manual: A tool for quantifying landscape structure. Northwest Science and Technology. Ontario. Canadá. 28 p.
- Diario Oficial de la Federación. 13 de marzo de 1990. Decreto en el que se declara el establecimiento de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDXXXVIII. México, D.F.
- Espinoza M, E. P. González, H. Núñez, R. Luna, E. Cruz, G. Cartas, C. Tejeda, A. Hernández, C. Guichard y M. Álvarez. 1996. Listado de especies de vertebrados terrestres de a Reserva de la Biosfera El Triunfo. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Flora, CB; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C. 2005. Community capitals: a tool for evaluating strategic interventions and projects (en línea). NCRCD (Centro regional centro-norte para el desarrollo rural, US) 2 pp.
- Gómez-Velasco et al., 2004. Estructura y composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña del Polígono I, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México en Pérez-Farrera M. A., Martínez-Meléndez N., Hernández-Yáñez A. y Arreola-Muñoz (Ed.) *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una Década de Conservación*. 1 Ed. Edit. UNICACH.
- Gómez Delgado M. y J.I. Barredo Cano. 2005. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. 2da. Edición. RA-MA Editorial. Madrid, España. 279 pp.

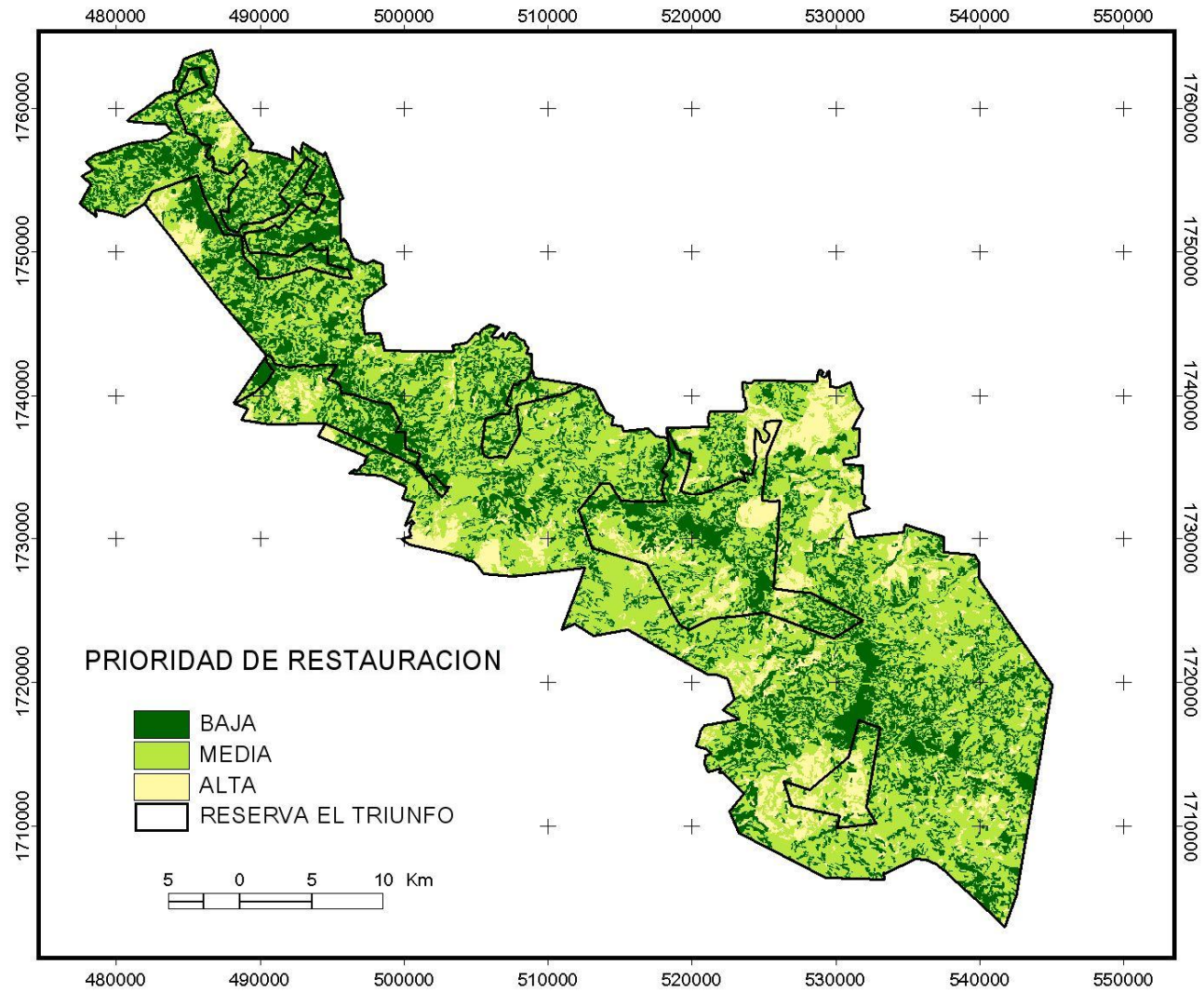
- González del Tanago M. y D. García de Jalón. 2007. Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Ministerio de medio ambiente. España. 318 p.
- González-Espinosa, M. Ramírez-Marcial, N. Méndez-Dewar. G. Galindo-Jaimes, L. y Golicher, D. 2005. Riqueza de especies de árboles de Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional en: *Diversidad Biológica en Chiapas*. González-Espinosa, M. Ramírez-Marcial, N. y Ruiz-Montoya, L. (Eds.). Plaza y Valdez. Barcelona, España. 81-125pp.
- Healey, S., W.B. Cohen, Y. Zhiqiang, O. Krankina, 2005. Comparison of tasseled cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection, *Remote Sensing of the Environment*, 97: 301-310.
- Helbig, C.M.A., 1976. Chiapas, geografía de un estado mexicano. Gobierno del Estado de Chiapas. (2 Vols.).
- Higgs, E. S. 1997. What is Good Ecological Restoration? *Conservation Biology* 11: 338-347.
- INE-SEMARNAP. 1999. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, México. 1ra Ed. INE, México DF. 107 pp.
- Jackson, L. L. N. Lopukine, N y Hillyard, D. 1995. Ecological restoration: a definition and comments. *Restoration Ecology* 3: 71-75.
- Kennish, M. J. 2004. *Estuarine research, monitoring, and resource protection*. CRC Marine Science Series. New Brunswick, New Jersey. 320 pp.
- Lamb, D. y D. Gilmour. 2003. Rehabilitation and restoration of degraded forests. IUCN, Gland, Suiza, 110 p.
- March-Mifsut I. y A. Flamenco Sandoval. 1996. Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993). Informe para The Nature Conservancy. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 67 pp.
- McGarigal K. y B.J. Marks. 1995. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland Or: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station; General technical report PNW-GTR-351.
- Müllerried, 1982. La geología de Chiapas, 2a ed. Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas, México, 175 pp.
- The Ocean Studies Board (OSB). 2001. *Marine protected areas: tools for sustaining ocean ecosystems*. National Academy Press. Washington, D.C. 289 pp.
- Paniagua-Ruiz, 2003. Estimación de la Tasa de Transformación del Hábitat en Zonas Aledañas a las Áreas Naturales Protegidas "Reserva De La Biosfera El Triunfo" Reporte final para el Sistema

de Monitoreo y Evaluación del Fondo para Áreas Naturales Protegidas, Conanp y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC. México DF.

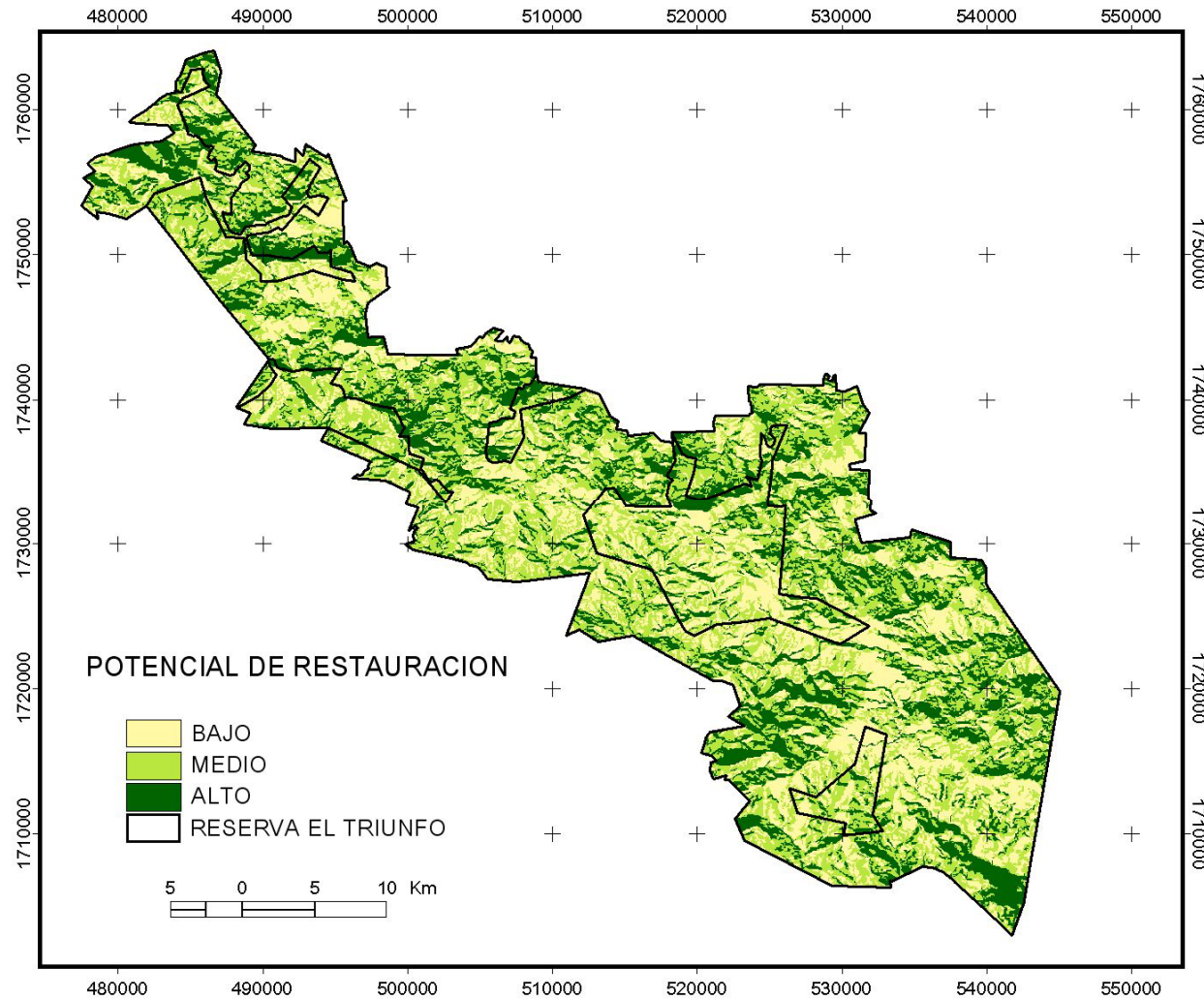
- Ramírez-Marcial, N. Camacho-Cruz, A. González-Espinosa, M. 2005. Potencial florístico para la restauración de bosques en Los Altos y Montañas del Norte de Chiapas en: *Diversidad Biológica en Chiapas*. González-Espinosa, M. Ramírez-Marcial, N. y Ruiz-Montoya, L. (Eds.). Plaza y Valdez. Barcelona, España. 325-363 pp.
- Ramírez-Marcial, N. Camacho-Cruz, A. González-Espinosa, M. y López-Barrera F. 2006. Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests en: *Ecological Studies*, Vol. 185. Kappelle, M. (Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 177-189 pp.
- Rohde, S. 2004. River restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes. Assessment and planning. Thesis for the degree of Doctor of Sciences. University of Hanover. Germany. 133 p.
- Rosgen D.L. 1996. Field survey procedures for characterization of river morphology. Fecha y hora de consulta: 12 de octubre de 2008, 13:12 hrs. Sitio Web: http://www.wildlandhydrology.com/html/references_.html.
- Shumaker, N.H. 1996. Using landscape indices to predict habitat connectivity. *Ecology* 77: 1210-25.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica. Tucson, Arizona.
- Sutherland, W. J. 2006. *The conservation handbook research, management and policy*. Blackwell Publishing. Oxford, UK. 295 pp.
- Vázquez-García, J. A. 1993. Cloud forest archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystem in tropical America, en L.D. Hamilton, J.O Juvik & F. N. Santana (ed) *Tropical montane cloud forest*. Proceeding o and Internacional Symposium. East-West Center, pp. 203 - 264.

13.- ANEXOS

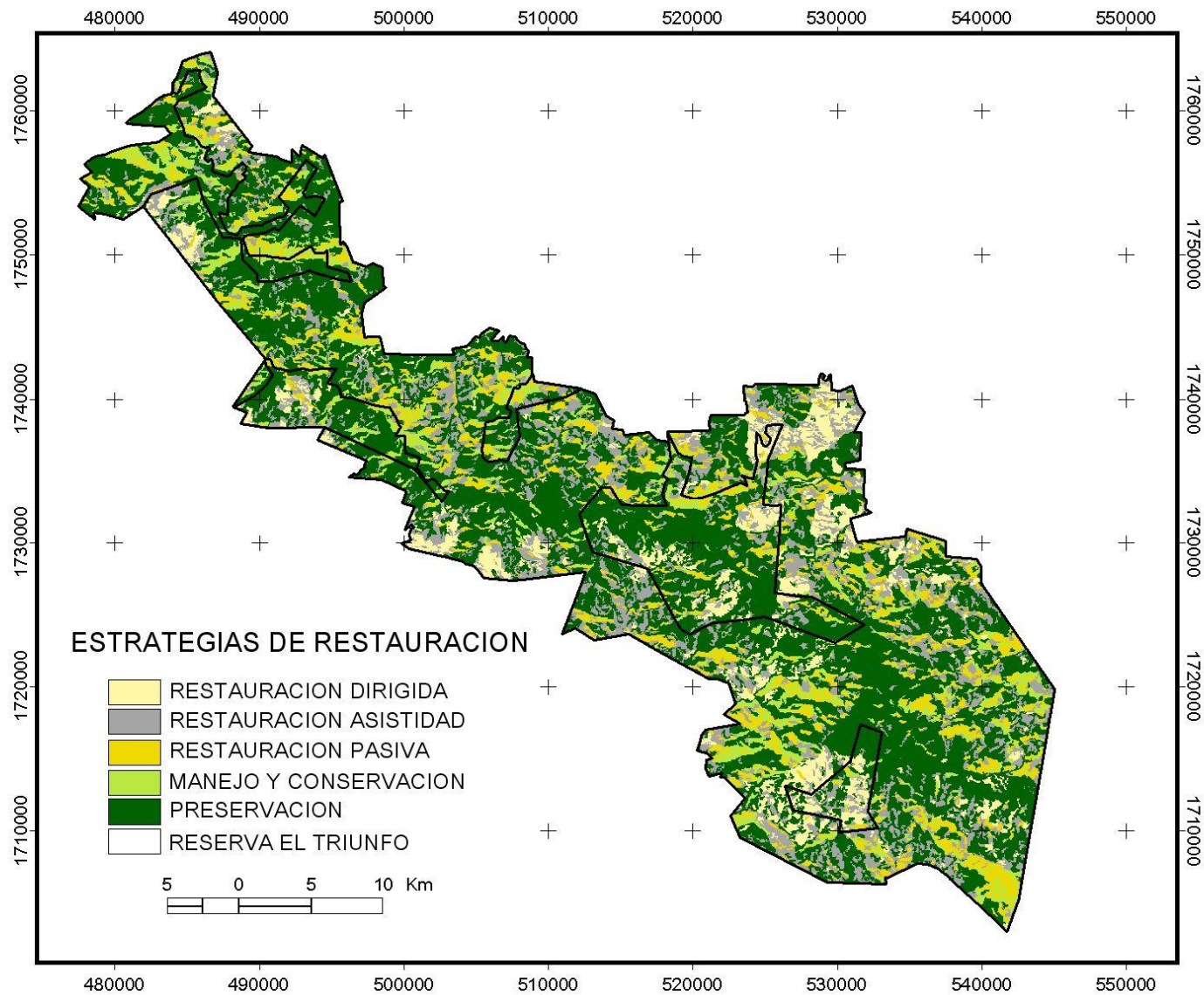
1. Mapa que muestra las áreas de prioridad de restauración acotado a la Reserva de la Biosfera El Triunfo que incluye las zonas núcleo.



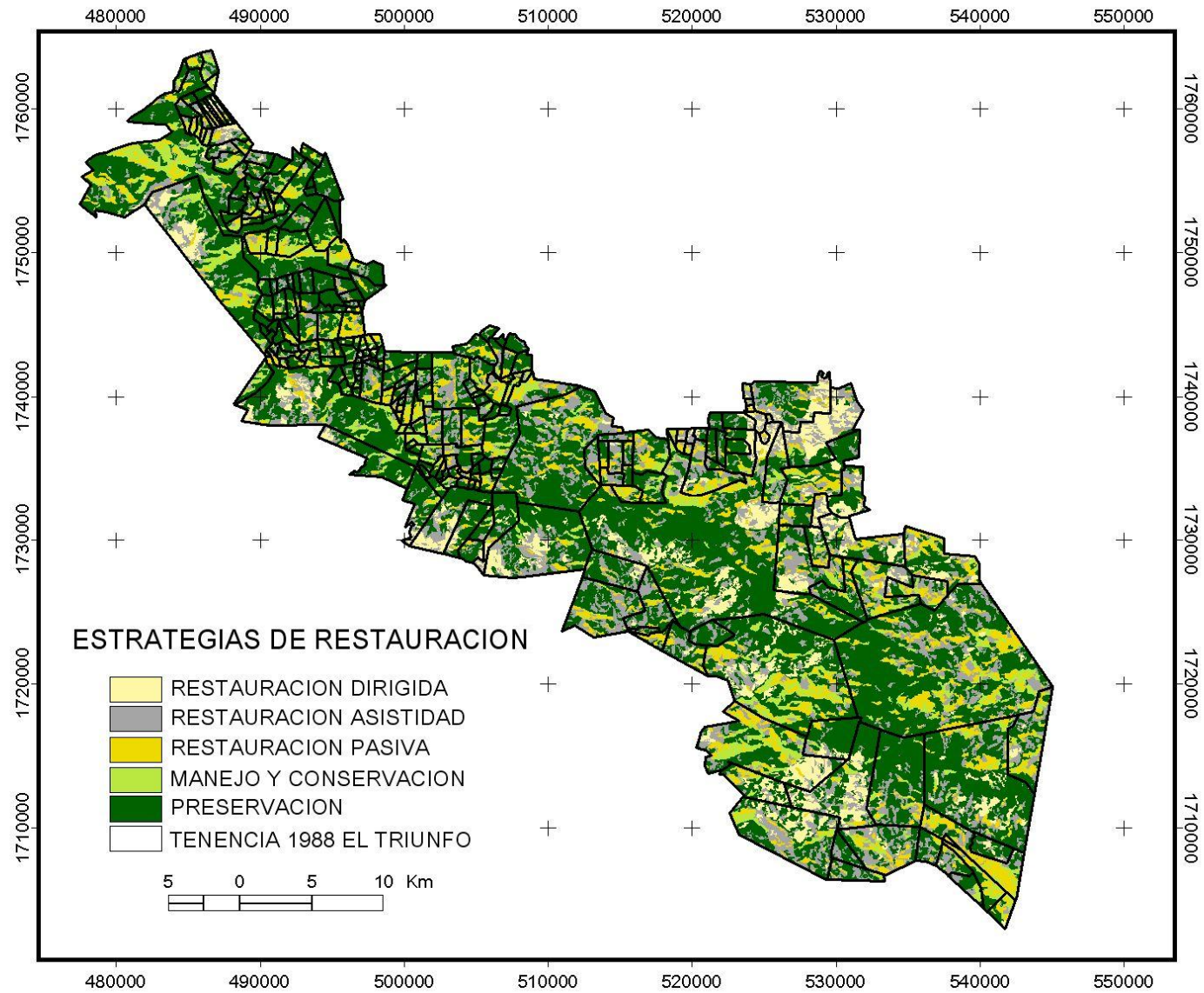
2. Mapa que muestra las áreas con mayor o menor potencial de éxito para la restauración, acotado a la Reserva de la Biosfera El Triunfo que incluye las zonas núcleo.



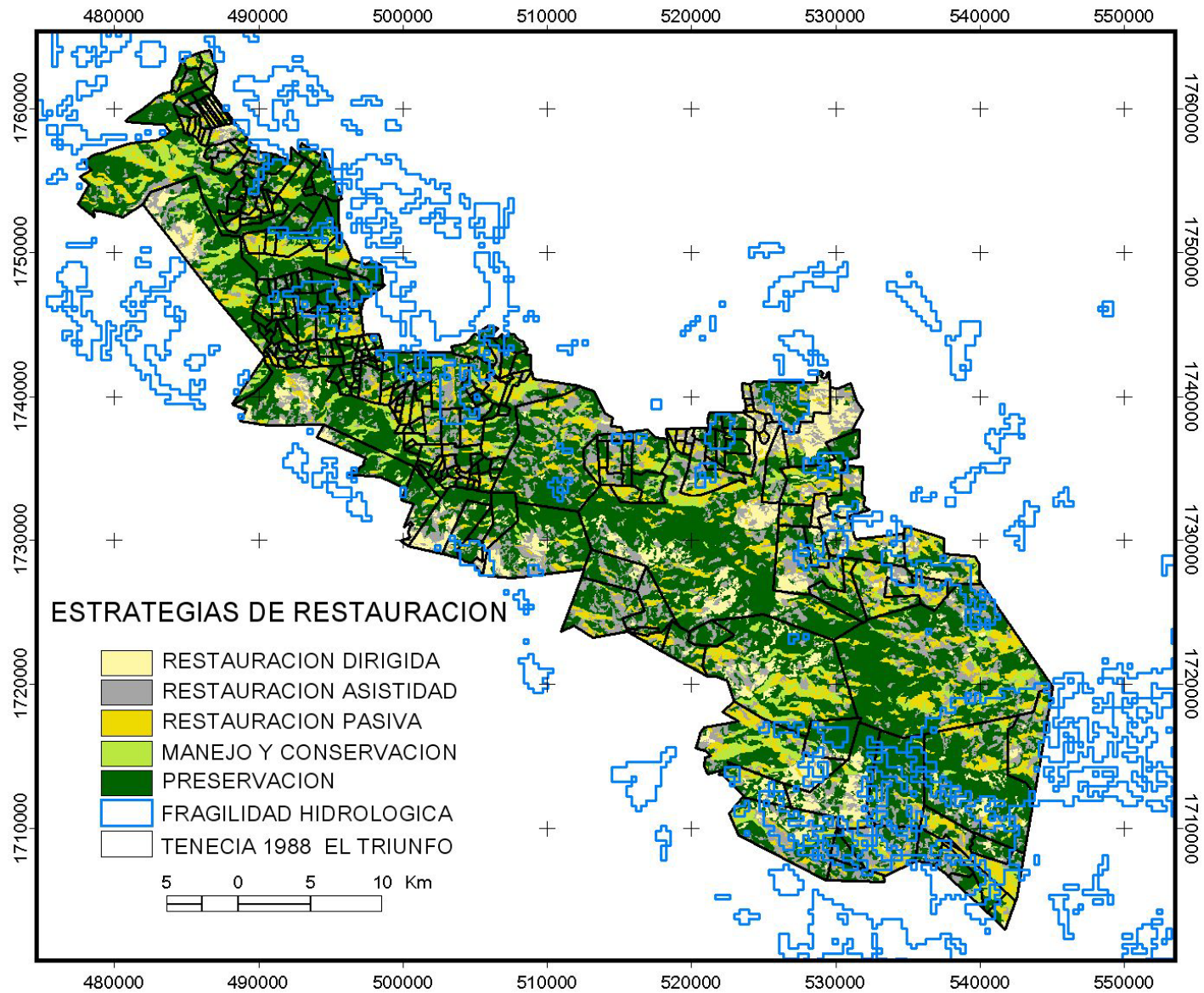
3. Mapa que muestra las estrategias de restauración y otras actividades, acotado a la Reserva de la Biosfera El Triunfo que incluye las zonas núcleo.



4. Mapa que muestra las estrategias de restauración acotado a la Reserva de la Biosfera El Triunfo y la tenencia de 1988.



5. Mapa que muestra las estrategias de restauración acotado a la Reserva de la Biosfera El Triunfo, la tenencia de 1988 y la sobre posición de áreas con mayor susceptibilidad de degradación hidrológica.



6. Cuadro de las estrategias de restauración, junto con las actividades a realizar.

