



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

Cambios y condición actual del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el
trópico seco de Michoacán (México)

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

Carina Grajales Veerkamp

DIRECTORES DE TESIS

Dra. Ana Laura Burgos Tornadú

Dr. Jean François Mas Causse
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental

Morelia, Michoacán, Agosto de 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), así como al programa y a los docentes de la Maestría en Geografía con orientación en *Manejo Integrado del Paisaje*, por la oportunidad para desarrollar mi formación académica y, con ello, ampliar mis horizontes. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de este proyecto (No. CVU 631173).

A mis tutores la Dra. Ana Laura Burgos Tornadú y el Dr. Jean François Mas Causse, por su acompañamiento en este proceso, y por ser un ejemplo de responsabilidad social, contribuyendo a la solución de problemas ambientales, y vinculando la investigación a las necesidades concretas de poblaciones rurales y sus territorios.

A los sinodales del jurado: la Dra. Alicia Castillo Álvarez, el Dr. José de Jesús Fuentes Junco, el Dr. Guillermo Ibarra Manríquez, y el Dr. José Arnulfo Blanco García, por el tiempo dedicado a revisar, y aportar útiles sugerencias para el mejoramiento del documento final.

A los técnicos comunitarios del *Grupo Balsas A. C.* Cipriano Irocio Cantú, Simón Ramírez Doval, Diego Villafaña Quevedo, Pedro Arreola Morelos y Ramiro Chávez, así como a todos los pobladores que participaron en las dinámicas de grupos focales, por su valioso apoyo para realizar el trabajo de campo, compartiendo sus conocimientos y haciéndome sentir en casa cada vez que me recibieron en la cuenca del Arroyo Poturo.

A Richard Lemoine, Roberto Gómez, Paz del Carmen, y Ezaú Pérez, por su acompañamiento en esta aventura, y por su indispensable apoyo técnico en el trabajo de campo.

A la *Iniciativa Intersectorial ante la Contingencia en Tierra Caliente* (IICA TiCa), por el invaluable aprendizaje que implicó observar y participar en un verdadero trabajo integrador, que reunió a sectores comunitarios, sociales, académicos y gubernamentales, y se orquestó a partir de esfuerzos conjuntos para resolver necesidades regionales.

Al M.C. Antonio Navarrete Pacheco por su apreciable y dedicado acompañamiento y asesoría en el procesamiento de información geográfica, así como por su apoyo en la obtención de insumos cartográficos sumamente útiles para llevar a cabo esta tesis.

Al M. C. Juan Martínez Cruz por su apoyo en la identificación botánica de especies así como por su disposición, junto con la M. C. Nidia Pérez-Nasser, para prestarme las instalaciones del jardín botánico

en donde pude secar, ordenar y clasificar los ejemplares florísticos colectados para el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Guillermo Ibarra Manríquez y a la M. C. Guadalupe Cornejo Tenorio por su apoyo en la verificación de especies, así como por su guía y acompañamiento al *Herbario del Instituto de Ecología, A.C.*, Centro Regional del Bajío, en Pátzcuaro, Michoacán.

A los doctores Ernesto Vega, Francisco Mora y Cesar Andrés Torres, que con su experiencia y disposición me asesoraron en el análisis estadístico de datos que, aunque no fueron integrados en la presente tesis, servirán para la generación de productos posteriores.

Al personal técnico, administrativo y de docencia del CIGA, en particular a Cristina Valadez, por su amable y eficiente apoyo en los trámites correspondientes a este proceso de titulación.

A Alejandra Larrazábal, Luis Fernando Gopar, Richard Lemoine, Alexander Quevedo y Rafael González, por su amistad y por compartir conmigo sus conocimientos, contribuyendo enormemente a mi aprendizaje en el quehacer cartográfico a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica.

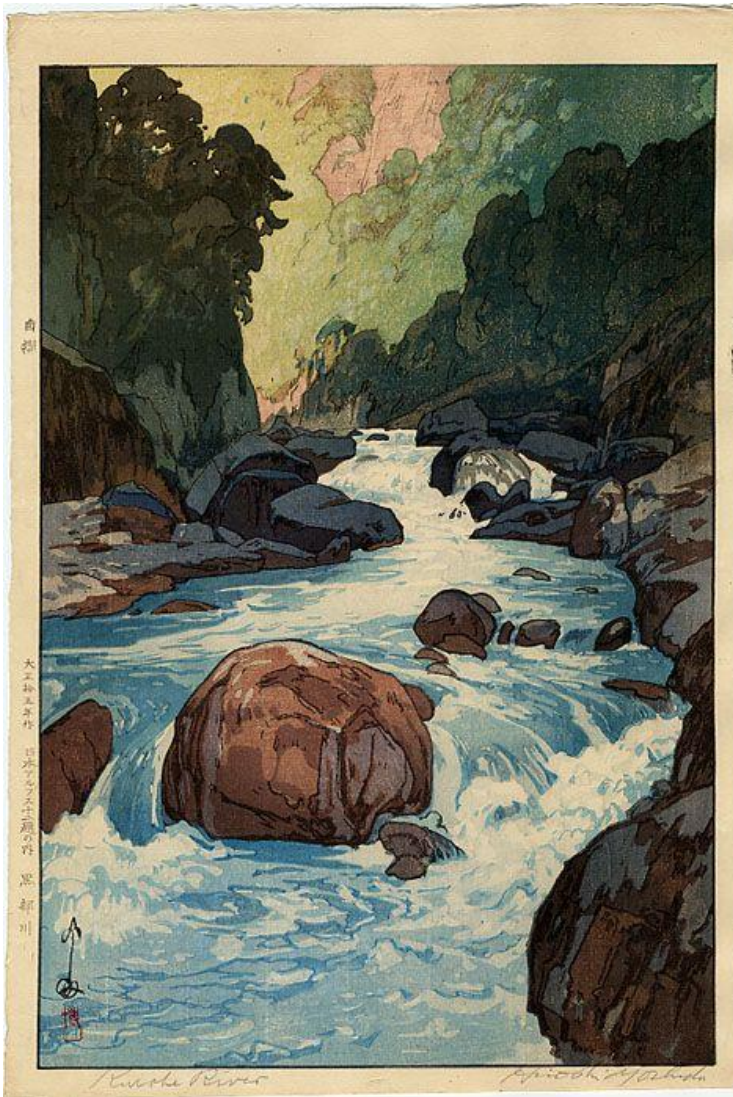
A Alexandra Elbakyan, porque a partir de su proyecto de acceso masivo y público de artículos de investigación (Sci-hub), pude obtener la mayor parte de la bibliografía revisada en la presente tesis.

A Gert, por todo su apoyo y cariño. Por cuidarme desde que mi mamá faltó y procurar que nada más me hiciera falta. A él, a mi tía Lide y a mis primos Solveig, Julene y Lander, por recibirme con cariño en la familia♥.

A mi hermana Mariana†, y a Martha, Andrew, Amaia, Julian -y quienes vengan-, por formar parte de mi familia♥.

A la familia Grajales, en particular a mis hermanos Mariel –*pour votre soutien et vos encouragements*-, Roberto y Rodrigo, a mis tíos José Arturo, Magda, Carlos y Vicky, a mi primo Lorenzo, y a mi papá✧.

A todas las personas que han contribuido en mi formación como ser humano, compartiendo este camino con cariño y bellas experiencias, en particular a Pamen, Paz, Ariel, Jorge R., Ana F., Paula, Pato, Jorge D., Sol, Mercedes, Aurora, Luzorquídea, Jahzeel, Carlos V., Carla, Natalia, Priscilla, Jero, Lalo, Jose, Zemmoa, Joan, Marisol, Irma, Lala, Águeda, Elisa, Richard & familia L., Oso, Misael, Alma, Tzihueriti, Maru, JoLu, Adri, Livier, Laia, Héctor, Gladys, Pepe, Javier C., Anna, Rose Marie, Maru R., Eli, Memo, Jasper, Sam, Pedro, Gabo, Mari, Ana, la abuela, Víctor, Juan Carlos, Katy, Piri y al Dr. Wery 8a, por formar parte de mi familia escogida✧✧.



Hiroshi Hoshida, *Kurobe river*, 1926.

A mi mamá †

*“Sigo cruzando ríos
Andando selvas, amando el sol
Cada día sigo sacando espinas
De lo profundo del corazón
En la noche sigo encendiendo sueños
Para limpiar con el humo sagrado
cada recuerdo*

...

*Cuando escriba tu nombre
En la arena blanca con fondo azul
Y una tarde suba una alta loma
Mire el pasado, sabrás que no
Te he olvidado*

...

*Pienso que cada instante
sobrevivido al caminar
Y cada segundo de incertidumbre
Cada momento de no saber
Son la clave exacta de este tejido
Que ando cargando bajo la piel
Así te protejo, aquí sigues dentro*

...

*Yo te llevo dentro, hasta la raíz
Y por más que crezca, vas a estar aquí
Aunque yo me oculté tras la montaña
Y encuentre un campo lleno de caña
No habrá manera, ni rayo de luna
Que tú te vayas”*

M. N. Lafourcade

“Dicen que antes de entrar al mar, el río tiembla de miedo. Mira atrás todo el recorrido: las cumbres, las montañas, el largo y sinuoso camino a través de selvas y poblados, y ve frente de sí un océano tan grande que entrar en él sólo puede significar desaparecer para siempre.

Pero no hay otra manera, el río no puede volver. Volver atrás es imposible en la existencia.

El río necesita aceptar su naturaleza y entrar en el océano. Solamente entrando en él se diluirá el miedo, porque sólo entonces sabrá el río que no se trata de desaparecer en el océano, sino convertirse en él”.

Kahlil Gibran

ÍNDICE GENERAL Y ANEXOS

Capítulo I. Introducción y planteamiento del problema.....	1
1.1. Cuencas hidrográficas y sus corredores ribereños	1
1.2. Planteamiento del problema: el deterioro de los corredores ribereños en cuencas áridas	2
1.3. Antecedentes: las cuencas rurales en el Bajo Balsas (Michoacán)	3
1.4. Alcances de esta investigación	4
1.5. Contexto institucional de esta tesis	5
Capítulo II. Marco conceptual.....	7
2.1. Cuencas hidrográficas y corredores ribereños	9
2.2. Características geomorfológicas y ecológicas de los corredores ribereños	13
2.3. Amenazas y efectos de deterioro de los corredores ribereños	17
2.4. El pluralismo metodológico como herramienta	18
2.5. Problemas de escala: uso de herramientas geoespaciales y ecológicas para el estudio de los corredores ribereños	19
2.6. El papel del conocimiento local en procesos ambientales	22
2.7. Aspectos sociales y culturales de las cuencas y los CR en el contexto territorial de México	23
Capítulo III. Área de estudio y marco metodológico.....	27
3.1. Área de estudio	27
3.1.1. Localización y clima regional	27
3.1.2. Rasgos morfohidrométricos de la cuenca Poturo	29
a. Parámetros de forma	29
b. Parámetros del relieve	29
c. Parámetros de la red hidrográfica	32
3.1.3. Cubierta y usos del suelo	33
3.1.4. Territorio y población	34
3.2. Abordaje de la investigación	37
3.2.1. Diseño de muestreo	39
3.2.2. Determinación de la cubierta del suelo (objetivo 1)	40
a. Imágenes y procesamiento	40
b. Diferenciación y clasificación de cubiertas	41
c. Reducción de confusiones en la vegetación ribereña	46
d. Análisis del cambio de la cubierta del suelo	47
3.2.3. Geomorfología de cauces y estado ecológico de comunidades vegetales (Objetivo 2)	50
a. Generación de datos	50
b. Análisis de la geomorfología de cauces y de la condición ecológica de los corredores ribereños del Arroyo Poturo	53
3.2.4. Conocimiento local sobre cambios en la vegetación ribereña (objetivo 3)	64
a. Generación de datos	64
b. Análisis de datos	69
Capítulo IV. Resultados.....	70
4.1. Cambios de cubierta del suelo (Objetivo 1)	70
4.1.1. Distribución de la vegetación ribereña en la cuenca del Arroyo Poturo	70

4.1.2. Cambios de cubierta del suelo a escala de ventana	73
4.1.3. Tasas de cambio	73
4.1.4. Transformaciones de cubierta exclusivas de los corredores ribereños	76
4.2. Condición ecológica e influencia de los asentamientos humanos en el corredor ribereño de la cuenca Arroyo Poturo	80
4.2.1. Características del corredor ribereño a escala de cuenca	80
a. Rasgos morfohidrométricos de la cuenca y geometría del cauce principal	80
b. Características de la vegetación ribereña por sectores	82
4.2.2. Características del corredor ribereño a escala de sectores de la cuenca	90
a. Geometría del cauce principal por sectores	90
b. Características de la vegetación ribereña por sectores	93
4.2.3. Condición ecológica del corredor ribereño a nivel de segmento de arroyo en las adyacencias de los asentamientos	100
a. Condición ecológica del corredor ribereño en el sector alto-El Olvido	101
b. Condición ecológica del corredor ribereño en el sector medio-Las Juntas de Poturo	106
c. Condición ecológica del corredor ribereño en el sector medio-Santa Rosa	111
d. Condición ecológica del corredor ribereño en el sector bajo-La Candelaria	116
4.2.4. Influencia de los asentamientos humanos en la condición ecológica del corredor ribereño	121
4.3. Conocimiento local sobre los cambios ocurridos en el CR desde 1974 a la actualidad	123
4.3.1. Perfil de informantes clave	123
4.3.2. Narrativa ambiental libre	126
4.3.3. Narrativa ambiental por transectos históricos	131
1. Sector alto-El Olvido	131
2. Sector medio-Las Juntas de Poturo	138
3. Sector medio-Santa Rosa	143
4. Sector bajo-La Candelaria	150
4.3.4. Usos actuales en el corredor ribereño	157
4.3.5. Integración de información: narrativa ambiental, cambios de cubierta y condición ecológica de la vegetación	157
a. Conocimiento local, factores climáticos y aspectos ecológicos	158
b. Factores vinculados a los usos del territorio: Conocimiento local, cambios de cubierta y uso del territorio.	163
Capítulo V. Discusión y conclusiones.....	169
Referencias.....	175
Anexos.....	210
Anexo A: Área de estudio: Cuenca Arroyo Poturo	210
Anexo B: Cambios en la cubierta del suelo (objetivo 1)	217
Anexo C: Caracterización de la condición geomorfológica y de la vegetación actual del corredor ribereño principal (objetivo 2)	241
Anexo D: Conocimiento local (objetivo 3)	253

ÍNDICE DE CUADROS

II.1.	Clasificación del material del cauce propuesta por Rosgen (1994)	15
III.1.	Datos climáticos registrados para la serie 1933-2004, Estación Churumuco de Morelos. Fuente: Solorio-Rojas, 2010	29
III.2.	Valores morfohidrométricos de la cuenca Poturo	30
III.3.	Geoformas identificadas en la cuenca Poturo y su proporción espacial, Fuente: Cartografía Geomorfológica escala 1:250,000 desarrollada por Ortíz-Pérez (2005)	31
III.4.	Frecuencia y longitud de corrientes en la cuenca Poturo	33
III.5.	Clases de cubierta en la Cuenca Arroyo Poturo, año 2014 (escala 1:50,000). Fuente: Mas et al., 2016.	34
III.6.	Asentamientos humanos dentro de la cuenca Poturo. n.d.: no dato. Clasificación de acuerdo a de acuerdo a Burgos et al., 2019	35
III.7.	Características de las localidades consideradas en el estudio	39
III.8.	Características técnicas de las imágenes usadas	40
III.9.	Criterios de interpretación para las clases de cubierta utilizadas en éste estudio	44
III.10.	Reordenamiento de tipos de cubierta para el reporte de datos	47
III.11.	Conteo de cuadrantes por ventana	51
III.12.	Índices de sinuosidad. Fuente: Morisawa (1985), en Senciales-González, 1998	56
III.13.	Relación sustrato tipo de lecho. Fuente: Knighton (1984), en Senciales-González, 1998	56
III.14.	Criterios generales de la tipología de canales. Fuente: Rosgen (1994), en Naiman et al. 2005	57
III.15.	Índices usados para la descripción de la comunidad vegetal ribereña. Fuente: Magurran, 2004	60
III.16.	Atributos incluidos en el índice de Condición Ecológica medido a nivel de cuadrante	62
IV.1.	Superficie de la vegetación ribereña potencial y total en las ventanas de 900 ha en cada sector de la cuenca	71
IV.2.	Parámetros del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo, a partir de mediciones de campo (n = 94).	81
IV.3.	Composición florística del corredor ribereño principal de la cuenca Arroyo Poturo	83
IV.4.	Especies más abundantes en la vegetación ribereña de la cuenca Arroyo Poturo.	85
IV.5.	Atributos estructurales de la vegetación ribereña en el cauce principal del Arroyo Poturo.	86
IV.6.	Desglose por especie de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 80 cm	87
IV.7.	Desglose por especie de los individuos con altura mayor a 20 m	88
IV.8.	Desglose por especie de los individuos con mayor área basal	89
IV.9.	Rasgos de la geometría del cauce principal por sectores de la cuenca A. Poturo.	91

IV.10.	Prueba de Kruskal-Wallis para los atributos de la geometría del canal, entre los sectores alto-El Olvido, medio-Las Juntas, medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria.	92
IV.11.	Agrupamiento entre sectores que resulta de las comparaciones pareadas, de acuerdo a la similitud estadística de las variables de la geometría del canal.	93
IV.12.	Atributos de la estructura de las comunidades vegetales por sectores de la cuenca Arroyo Poturo. Para altura y diámetro se indica el promedio y su desvío estándar (entre paréntesis).	95
IV.13.	Estadísticos descriptivos de los atributos de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) entre sectores. N: número de ejemplares de árboles censados.	96
IV.14.	Agrupamiento entre sectores que resulta de las comparaciones pareadas, de acuerdo a la similitud estadística de los atributos de altura y DAP.	97
IV.15.	Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (26) con una superficie total de 16,250 m ² (1.6 ha), en el corredor ribereño en el sector alto-El Olvido.	101
IV.16.	Condición ecológica de los cuadrantes en el sector alto-El Olvido de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados. El ICE varía entre 0 y 1.	104
IV.17.	Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (21) con una superficie total de 13,125 m ² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector medio-Las Juntas de Poturo	106
IV.18.	Condición ecológica de los cuadrantes en el sector medio-Las Juntas de Poturo, acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados. El ICE varía entre 0 y 1.	109
IV.19.	Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (21) con una superficie total de 13,125 m ² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector medio-Santa Rosa.	111
IV.20.	Condición ecológica de los cuadrantes en el sector medio-Santa Rosa, de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados.	114
IV.21.	Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (26) con una superficie total de 16,125 m ² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector bajo-La Candelaria.	116
IV.22.	Condición ecológica de los cuadrantes en el sector bajo-La Candelaria, de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos analizados de la vegetación.	119
IV.23.	Integrantes de los grupos focales para la recuperación de conocimiento local sobre cambios en corredores ribereños de la cuenca Arroyo Poturo.	125
IV.24.	Cambios en el sector alto-El Olvido identificados por los informantes.	133
IV.25.	Cambios en el sector medio-Las Juntas de Poturo, identificados por los informantes	140
IV.26.	Factores de cambio en el sector medio en la localidad de Santa Rosa identificados por los informantes.	146
IV.27.	Cambios en el sector bajo de la cuenca (localidad La Candelaria), identificados por los informantes.	152
IV.28.	Relación de especies mencionadas por los grupos focales y su presencia actual en el CR	162

ÍNDICE DE FIGURAS

II.1.	Mapa conceptual	8
II.2.	Rasgos estructurales de las cuencas hidrográficas: (a) Principales zonas de procesos sedimentarios en las cuencas hidrográficas; (b) Criterio de orden de corriente de acuerdo a Strahler, ambas adaptadas de Naiman, et al., 2005; c) Configuración espacial de los elementos espaciales básicos delimitados por la Ecología del Paisaje, adaptada de FISGRW, 1998.	10
II.3.	Ejemplos de la relación entre las pendientes y la sinuosidad de los ríos	14
III.1.	Ubicación del sistema hidrográfico donde se encuentra la cuenca Arroyo Poturo.	27
III.2.	Climograma local con temperatura (línea, eje izquierdo) y precipitación (barras, eje derecho) correspondiente a la Estación Meteorológica Churumuco de Morelos (16035). Valores promedio para la serie de datos 1933-2004. Elaboración propia. Fuente: Solorio Rojas 2010.	28
III.3.	Curva hipsométrica de la cuenca Poturo. Elaboración propia.	32
III.4.	Población de las localidades con más habitantes en la cuenca Poturo entre 1970 y 2010. Fuente: INEGI (2010)	36
III.5.	Esquema metodológico aplicado para el desarrollo de la presente tesis.	38
III.6.	Comparación de imágenes y métodos de clasificación	41
III.7.	Ejemplo de características de las imágenes para interpretar cubiertas	43
III.8.	Ejemplo de contraste entre vegetación ribereña conservada y degradada	43
III.9.	Procesos de cambio de cubierta en las ventanas de estudio	49
III.10.	Diagrama resumen de matrices de cambio.	49
III.11.	Diagrama de distancias consideradas a partir del centroide de cada asentamiento. Elaboración propia	50
III.12.	Diagrama de parámetros geomorfológicos usados para describir la geometría del cauce. Elaboración propia.	52
III.13.	Transecto histórico para animales, árboles, agua y cultivos, dibujados por pobladores de Ardanarypura y facilitados por miembros de MYRADA. Fuente: Mascarenhas, 1991	65
III.14.	Diagrama de sitios considerados en las dinámicas de grupos focales. Elaboración propia.	66
III.15.	Ejemplo de láminas para la identificación de causas del cambio de cubierta en la dinámica de transectos históricos. Elaboración propia.	68
III.16.	Imágenes de las estampas con los tipos de causas de cambios en los CR. Elaboración propia, ilustraciones: Carlos Villaseñor	68
IV.1.	Proporción de superficie de clases de cubierta con mayor extensión en 2011.	72
IV.2.	Proporción de superficie de clases de cubierta con menor extensión en 2011.	72
IV.3.	Proporción de tipo de cambio en cada sector de la cuenca para cada periodo de estudio.	74
IV.4.	Mayores tasas anuales de cambio en cada sector de la cuenca Poturo (a: sector alto-EO, b: sector medio-LJ, c: sector medio-SR, y d: sector bajo-LC) para cada periodo de tiempo (Barras	75

grises: c1:1974-1996, barras negras: c2:1996-2011; vrc: vegetación ribereña conservada, vrd: vegetación ribereña degradada, vac: vegetación adyacente conservada, vad: vegetación ribereña degradada).

IV.5.	Proporción de cambio (%) de la superficie total de cada ventana, entre la vegetación ribereña conservada (vrc), vegetación ribereña degradada (vrd), cubierta antrópica (ca) y sin vegetación aparente (sva), para cada periodo de estudio y sector de la cuenca.	77
IV.6.	Materiales en el lecho del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo, sobre un total de 94 cuadrantes observados	82
IV.7.	Cantidad de especies de acuerdo con su abundancia en la vegetación ribereña de la cuenca Arroyo Poturo(n = 94 cuadrantes)	84
IV.8.	Distribución por clases diamétricas (barras negras) y altimétricas (barras grises) del total de individuos censados en 94 cuadrantes de 25 x 25 m (n = 5050).	87
IV.9.	Área basal (AB) acumulada, de acuerdo con la contribución decreciente de AB de las especies presentes en el corredor ribereño de la cuenca A. Poturo.	89
IV.10.	Esquema de la posición altitudinal de los sectores muestreados sobre el cauce principal de la cuenca A. Poturo (n= 94 cuadrantes).	92
IV.11.	Comparaciones pareadas a posteriori de la prueba de Kruskal-Wallis, con significancia de $\alpha=0.05$ (en negrita); para los atributos de la geometría del canal, entre los sectores Alto-El Olvido (EO), Medio-Las Juntas (LJ), Medio-Santa Rosa (SR) y Bajo-La Candelaria (LC).	92
IV.12.	Similitud florística mediante el Índice de Similitud de Sorensen-Dice (en %), de la vegetación ribereña entre los sectores del cauce principal de la cuenca A. Poturo.	94
IV.13.	Comparaciones pareadas a posteriori de la prueba de Kruskal-Wallis, con significancia de $\alpha=0.05$ (en negrita); para los atributos de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura, entre los sectores Alto-El Olvido (A-EO), Medio-Las Juntas (M-LJ), Medio-Santa Rosa (M-SR) y Bajo-La Candelaria (B-LC)	97
IV.14.	Densidad arbórea de la vegetación ribereña por estrato en todos los sectores del cauce principal	98
IV.15.	Densidad arbórea de la vegetación ribereña por sectores en el cauce principal de la cuenca A. Poturo.	99
IV.16.	Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de El Olvido, en el sector alto de la cuenca.	102
IV.17.	Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de El Olvido	103
IV.18.	Distribución de frecuencias de cuadrantes en el sector alto-El Olvido de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE).	105
IV.19.	Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de El Olvido (sector alto).	105
IV.20.	Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de Juntas de Poturo, en el sector medio de la cuenca.	107

IV.21.	Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de Las Juntas de Poturo	108
IV.22.	Distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE) en el sector medio - Las Juntas de Poturo	110
IV.23.	Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de Las Juntas de Poturo (sector medio).	110
IV.24.	Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de Santa Rosa, en el sector medio de la cuenca	112
IV.25.	Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y debajo de la localidad de Santa Rosa	113
IV.26.	Distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE), en el sector medio - Santa Rosa	115
IV.27.	Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de Santa Rosa (sector medio).	115
IV.28.	Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de La Candelaria, en el sector bajo de la cuenca.	117
IV.29.	Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de La Candelaria.	118
IV.30.	Distribución de los cuadrantes (n=93) de acuerdo a los valores del Indicador de Condición Ecológica (ICE) para todo el corredor ribereño.	120
IV.31.	Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de La Candelaria (sector bajo).	120
IV.32.	Distribución de los cuadrantes (n=93) de acuerdo a los valores del Indicador de Condición Ecológica (ICE) para todo el corredor ribereño.	121
IV.33.	Distribución espacial del indicador de condicione ecológica promedio (ICEm) para los cuatro sectores. La línea punteada es la línea de tendencia polinómica de tercer orden que mostro el mejor ajuste a los datos.	122
IV.34.	Precipitaciones y temperatura promedio para cada año correspondiente a la serie de datos 1956-2004	159
IV.35.	Matriz de cambio de cubierta relativa a la superficie de los cuatro sectores de la cuenca, para el periodo de 1974-1996, expresado en hectárea	165
IV.36.	Matriz de cambio de cubierta relativa a la superficie de los cuatro sectores de la cuenca, para el periodo de 1996-2011, expresado en hectáreas.	167

ÍNDICE DE CAJAS

IV.1.	Testimonios libres del grupo focal El Olvido sobre los cambios ribereños.	127
IV.2.	Testimonios libres del grupo focal Las Juntas de Poturo, sobre los cambios ribereños.	128
IV.3.	Testimonios libres del grupo focal Santa Rosa, sobre los cambios ribereños.	128
IV.4.	Testimonios libres del grupo focal Santa Rosa sobre la lucha por las tierras.	129
IV.5.	Testimonios libres del grupo focal La Candelaria, sobre los cambios ribereños	130
IV.6.	Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector alto (grupo focal El Olvido).	134
IV.7.	Testimonios cronológicos sobre cambios en el uso del territorio en el sector alto, de acuerdo al grupo focal de El Olvido.	135
IV.8.	Testimonios cronológicos sobre cambios institucionales y decisiones comunitarias del sector alto.	136
IV.9.	Continuación de testimonios cronológicos sobre cambios institucionales y decisiones comunitarias del sector alto.	137
IV.10.	Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).	141
IV.11.	Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).	141
IV.12.	Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).	142
IV.13.	Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).	147
IV.14.	Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).	148
IV.15.	Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).	149
IV.16.	Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal La Candelaria).	153
IV.17.	Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal La Candelaria).	154
IV.18.	Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal La Candelaria).	155

Capítulo I. Introducción y planteamiento del problema

1.1. Cuencas hidrográficas y sus corredores ribereños

Los corredores ribereños (CR) son componentes cruciales en las cuencas hidrográficas. Son elementos de forma lineal que se ubican adyacentes a escurrimientos que pueden ser perennes, transitorios o efímeros. Los CR revelan la relación entre el clima local y la superficie terrestre, y se distribuyen en el espacio formando redes dendríticas que reflejan las dinámicas específicas que modelan cuencas y paisajes (Forman, 1995; Naiman y Decamps, 1997; Friedman y Lee, 2002; Naiman, Decamps y McClain, 2005; Latterell *et al.*, 2006; Charron *et al.*, 2008).

Los CR constituyen ecotonos, es decir, espacios de transición entre los ecosistemas acuáticos y terrestres. En estos ambientes tienen lugar funciones y procesos físicos de alta relevancia para el funcionamiento de las cuencas hidrográficas. Los CR constituyen (i) áreas de intercambio de flujos - de agua, materia, energía y organismos-; (ii) zonas de alta diversidad y productividad biológica, y por lo tanto con gran valor estético; (iii) hábitat para especies vegetales y animales; así como (iv) filtros reguladores de erosión e inundaciones dentro de las cuencas (Delcourt y Delcourt, 1992; Malanson, 1993; Likens, 2006).

Debido a la intensidad de interacciones entre factores bióticos y abióticos, los CR son componentes altamente heterogéneos y dinámicos que actúan a diversas escalas espaciotemporales, yendo de microhábitats a paisajes (Pollock *et al.*, 1995). Así, la cuenca de un río puede percibirse como un sistema anidado de procesos que se retroalimentan a distintas magnitudes de espacio y tiempo (Newbury y Gaboury, 1993).

De manera natural, los CR son áreas de disturbios, tales como inundaciones, sequías, fuego y deslizamientos de tierra, que pueden generar cambios de ubicación del cauce y las áreas ribereñas adyacentes a lo largo del tiempo (Naiman *et al.*, 1992). Estos procesos generan un recambio constante de especies y por lo tanto una alta diversidad (Ward *et al.*, 2002). Sin embargo, pueden ser severamente alterados por los usos del suelo y las actividades humanas adyacentes (Fernandes *et al.*,

2011), modificando directamente la complejidad y dinamismo de los mismos y limitando su capacidad de resiliencia (Bunn *et al.*, 1999; Holling, 2001).

Debido al importante papel que juegan en el adecuado funcionamiento de las cuencas hidrográficas y en el mantenimiento de diversas funciones ecológicas -incluyendo los servicios que proveen a la sociedad-, es fundamental conocer su nivel de alteración actual para entonces focalizar acciones y mejorar su manejo (Cotler, 2010; Fernández *et al.*, 2014). Como respuesta ante la intensa y generalizada modificación que han sufrido los CR a nivel global, se ha vuelto urgente la generación de diversos programas e iniciativas regionales, nacionales e internacionales para atender las necesidades asociadas a su protección, restauración y aprovechamiento.

1.2. Planteamiento del problema: el deterioro de los corredores ribereños en cuencas áridas

El deterioro de los CR es un problema acuciante en las cuencas secas, áridas y semiáridas, en donde los regímenes hidrológicos son estacionales y presentan escurrimientos superficiales continuos únicamente durante algunos meses del año, o escurrimientos efímeros luego de lluvias de gran volumen (Li *et al.*, 2000; Datry, Bonada y Boulton, 2017).

Especialmente en regiones áridas, semiáridas, y del trópico seco, la presencia de vegetación ribereña disminuye la temperatura y humidifica el aire circundante de manera contrastante. Además provee de forraje, sombra, refugio y agua en momentos en los que estos recursos son escasos a su alrededor, generando espacios muy apreciados tanto por los pobladores como por la flora y fauna locales (Décamps *et al.*, 2004; Sabo *et al.*, 2005).

Sin embargo, cuando estas cuencas están dominadas por asentamientos humanos y actividades agropecuarias, la vegetación ribereña ha sido removida para maximizar las superficies de uso antrópico (Malanson, 1993; Kondolf *et al.*, 1996). De manera que en los últimos 50 años, a consecuencia directa de los cambios de uso de suelo y de la ausencia de estrategias en el manejo de los CR, los flujos de muchos ríos intermitentes y arroyos efímeros presentan picos de crecida violentos, en lugar de flujos lentos de mayor duración, por lo que los periodos de sequía se han vuelto

más largos (Koundouri *et al.*, 2017). En algunos estudios de caso llevados a cabo en Brasil, se documenta que el incremento en la intermitencia de los escurrimientos en cuencas estacionales rurales, ha provocado el éxodo de sus residentes hacia otros lugares, ocasionando cambios socioeconómicos muy marcados para dichas localidades (Nogueira de Andrade y Leite, 2013).

A nivel global, se estima que más de la mitad de las redes ribereñas están compuestas por ríos intermitentes y arroyos efímeros, y se espera que esta proporción vaya en aumento (Datry, Bonada y Heino, 2016). Cada vez más ríos perennes, incluyendo los de mayor longitud, se están volviendo intermitentes como resultado de la extracción de agua dulce, la acelerada tasa de cambio de cubierta y uso del suelo, y los efectos del cambio climático (Gleick, 2003; Datry, Larded y Tockner, 2014).

A pesar de los crecientes esfuerzos a nivel internacional por valorar los servicios ecosistémicos que los CR proveen a la sociedad, ha habido un desbalance considerable en la generación de información relativa a los flujos perennes y temporales. Hasta hoy, las investigaciones enfocadas en los ríos perennes predominan en oposición a la de los ríos intermitentes y arroyos efímeros (Datry, Larded y Tockner, 2014; Koundouri *et al.*, 2017). Tanto la falta de conocimiento respecto a sus procesos, como el poco valor que se les ha otorgado, pueden ser la causa de la degradación generalizada que han presentado dichos ecosistemas (Boulton, 2014), por lo que resulta fundamental sumar esfuerzos en documentar y compartir los hallazgos que emerjan al respecto.

1.3. Antecedentes: las cuencas rurales en el Bajo Balsas (Michoacán)

En México, la Cuenca del Rio Balsas se encuentra entre dos provincias fisiográficas, la de la Faja Volcánica Transmexicana al norte, y la Sierra Madre del Sur al sur, ello le otorga una gran diversidad de características orográficas, climáticas e hidrológicas (Toledo, 2003a). La cuenca tiene una superficie de 117,305 km², que para efectos de planificación ha sido dividida en tres subregiones: Alto Balsas (de 50,464 km²), Medio Balsas (de 31,887 km²) y Bajo Balsas (de 34,954 km²) (CONAGUA, 2010). Esta última subregión se caracteriza por presentar las condiciones características del trópico seco, con clima estacional cálido seco, con lluvias concentradas durante cuatro a cinco meses, y corrientes de agua principalmente estacionales o efímeras.

En términos administrativos, el Bajo Balsas está conformado por 32 municipios de Michoacán, cuatro de Guerrero y tres de Jalisco. En su mayoría, son municipios rurales con una predominancia de poblaciones menores a 2,500 habitantes y con grados de marginación alto a muy alto (CONAPO, 2010; CONAGUA, 2010). Las comunidades más remotas han logrado sobrevivir poniendo en práctica estrategias ancestrales de manejo de los recursos naturales de su entorno. Sin embargo, dicho aprovechamiento está cambiando rápidamente bajo la presión de las actividades productivas de la economía moderna, generando altos niveles de pobreza y abandono. Ello ha propiciado la introducción de la ganadería de bovinos así como la conversión de tierras de cultivo y de áreas boscosas a pastizales, todo a costa de la conservación de los ecosistemas naturales (Toledo, 2003b). Así mismo, la incidencia más frecuente de años más secos que el promedio, propicia una mayor presión sobre las fuentes de agua, incrementando las amenazas sobre los CR. Debido a ello, y a que en las comunidades rurales del trópico seco los CR representan la principal fuente de agua y vegetación (FAO, 1985), resulta fundamental desarrollar prácticas de manejo afines a dichas condiciones ambientales.

1.4. Alcances de esta investigación

Objetivo general:

Determinar los cambios, la condición actual y los factores asociados al deterioro del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el trópico seco de Michoacán (México).

Objetivos particulares:

1. Identificar los cambios en la cubierta del suelo en el periodo 1974-2011, en los sectores alto, medio y bajo del corredor ribereño principal de la cuenca rural estacional del Arroyo Poturo (Churumuco, Michoacán).
2. Caracterizar la condición geomorfológica y de la vegetación actual del corredor ribereño principal, en segmentos ribereños del cauce a diferentes

distancias-a-pie de los asentamientos humanos, ubicados en los sectores alto, medio y bajo de la cuenca del Arroyo Poturo.

3. Recabar el conocimiento local en torno a los factores naturales o sociales que hayan podido incidir en los cambios ocurridos en la vegetación del corredor ribereño desde el año 1974 hasta el presente.

1.5. Contexto institucional de esta tesis

Con el objetivo de promover el manejo comunitario de los recursos hídricos en esta área, así como sentar las bases para el manejo de las cuencas bajo el enfoque de manejo adaptativo, el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental y la organización no gubernamental, el Grupo Balsas A.C., iniciaron un proyecto con financiamiento de la Fundación Gonzalo Río Arronte en el año 2009. Posteriormente, en el 2013 se formuló el proyecto "*Hacia la seguridad hídrica en el Bajo Balsas: una estrategia multidimensional*" que fue financiado por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán (Proyecto FOMIX 196949 2013-2015). Este proyecto buscó crear mecanismos comunitarios e institucionales para alcanzar la seguridad hídrica en cuencas con población vulnerable, incluyendo acciones de colaboración con el sector gubernamental, a través de las dependencias estatales vinculadas a la problemática como la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SEMARNACC) y la Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas (CEAGC).

Así mismo, en la cuenca Embalse Infiernillo Bajo Balsas se han realizado diversas tesis, que han estudiado aspectos como (i) la implementación de programas de turismo rural comunitario (Kieffer, 2014); (ii) la vulnerabilidad social ante el estado de los recursos hídricos en el trópico seco (Alvarado-Bautista, 2016); (iii) el diagnóstico de una cuenca y su planificación de uso (Solorio-Rojas, 2010); (iv) la apropiación territorial, manejo de recursos hídricos y políticas públicas (Salvatore 2020); y (v) la participación social para el manejo de cuencas, evaluando los Consejos Locales de Seguridad Hídrica (Juárez-Andrade, 2017).

A partir de estos estudios se ha reconocido que los corredores ribereños muestran signos de deterioro, pero no se ha logrado definir cuáles han sido sus causas puntuales. Así mismo, la

experiencia da indicios de que no existen reglas comunes, por lo que es importante entender la forma en la que se usa el recurso hídrico.

En el trabajo antecedente en la región - entre los ejidos, el grupo académico y la ONG - se han creado redes de relaciones que permiten asegurar los flujos de conocimiento desde y hacia las comunidades rurales. Ejemplo de ello fue la participación en la Iniciativa Intersectorial ante la Contingencia Climática en el Bajo Balsas desarrollada en los años 2015 a 2018, en la que se desarrollaron numerosas actividades tales como el Análisis espacial de la vulnerabilidad de la Región, y el Taller interinstitucional para la identificación de Núcleos Agrarios prioritarios, en los que participaron ejidatarios, miembros de organizaciones no gubernamentales, distintos representantes de secretarías gubernamentales, académicos y estudiantes. Estos espacios de interacción entre múltiples tipos de conocimiento han sido, para la estudiante que suscribe la presente tesis, fuentes valiosas de información, contextualización y aprendizajes respecto al área de estudio.

Así mismo, este proyecto de tesis es parte de la línea de investigación: "Seguridad Hídrica y Gestión de Cuencas en el Trópico Seco de México", desarrollada en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM Campus Morelia. En esta línea se han desarrollado un gran número de iniciativas para comprender la problemática en torno a la seguridad hídrica en pequeñas comunidades campesinas, así como los factores naturales y sociales que las determinan, y con la información generada, impulsar acciones locales a escala local-comunitaria, de pequeña cuenca y de sistema hidrográfico.

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en una pequeña cuenca rural que se encuentra embebida en la subcuenca Embalse Infiernillo-Bajo Balsas, en donde desde el año 2009 convergen varios proyectos a partir del enfoque de investigación-acción para contribuir al desarrollo local y regional, de territorios con fuertes restricciones biofísicas y altos rezagos socio-económicos.

Siendo la cuenca de Poturo una expresión de las dificultades para el desarrollo local, la ejecución de esta tesis fue posible gracias al apoyo de la Asociación Civil Grupo Balsas para el Estudio y Manejo de Ecosistemas, que opera en la región del Bajo Balsas, donde ha logrado un fuerte arraigo con las comunidades locales. Por ello, se contó con el apoyo de comisariados ejidales y ejidatarios con un amplio conocimiento de la cuenca, quienes en distintos momentos han sido técnicos comunitarios

Capítulo II. Marco conceptual

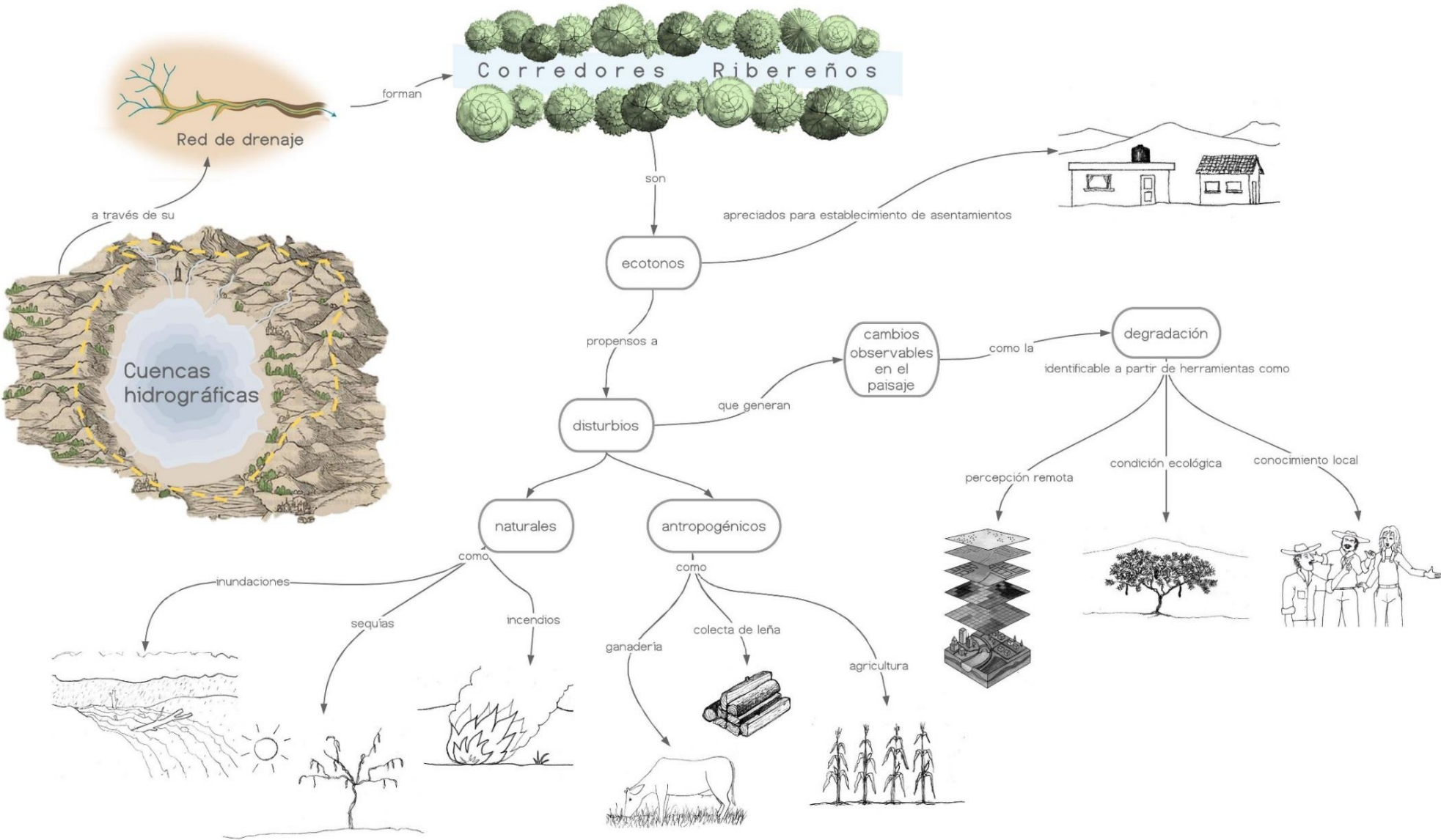
Los corredores ribereños (CR) constituyen objetos de estudio fascinantes para quienes apreciamos las interacciones entre el agua, la biodiversidad y los seres humanos. La relevancia geográfica, ecológica y social de los CR, los convierte en elementos imprescindibles de investigación para el manejo sostenible de cuencas hidrográficas (Wissmar y Beschta, 1998; Burgos y Bocco, 2015). Así mismo, la importancia de estos ambientes ecotonaes ha impulsado la conformación de la subdisciplina conocida como eco-hidrología, que cuenta con un Programa Especial en la UNESCO, el cual busca avanzar en la investigación de la integración social, ecológica e hidrológica para el desarrollo de políticas y prácticas efectivas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) (UNESCO, 2020). Mientras que la entidad de Naciones Unidas que coordina iniciativas intersectoriales relativas al manejo sostenible y saneamiento del agua, denominado UN-Water, considera directamente a los ecosistemas fluviales como un componente fundamental para la GIRH, manifestado en la Meta 6.6 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible:

“proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos, incluyendo montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos para el 2020, a fin de apoyar el logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible de agua y saneamiento para todos.” (UnWater, 2018, p. 26)

Retomado en el informe denominado *Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, cuya iniciativa es conservar o rehabilitar, y promover dinámicas naturales en ecosistemas modificados o artificiales (UnWater, 2018).

El estudio de los CR y de su papel en la vida de la sociedad, requiere transitar entre elementos teóricos, conceptuales y metodológicos de varias disciplinas. Para ello, el enfoque de cuenca en el análisis de los ecosistemas ribereños, así como la caracterización histórica y social a diversas escalas, proveen una aproximación integral al entendimiento de las funciones e interacciones en los procesos hidrológicos, geomorfológicos, y de aquellos dados en la relación con los ecosistemas terrestres adyacentes (Wissmar y Beschta, 1998; Pert *et al.*, 2010; Osterkamp y Hupp, 2010; Dufour, Rodríguez-González y Laslier, 2018). Mientras que la perspectiva de paisaje, que incluye percepciones y actividades culturales, facilita la comprensión de la relación de uso, manejo, apropiación y conservación de CR (Naiman, Décamps y McClain, 2005). El mapa conceptual de la Figura II.1, resume aquellas consideraciones conceptuales que son empleadas en esta tesis para delimitar el problema de investigación.

Figura II.1. Mapa conceptual. Los corredores ribereños forman parte de la red de drenaje de las cuencas hidrográficas. Son ecotonos propensos a disturbios, que generan cambios observables en el paisaje, y son altamente apreciados para el establecimiento de asentamientos por representar fuentes de agua, sombra, forraje y refugio, tanto para las personas como para diversas especies. Elaboración propia.



2.1. Cuencas hidrográficas y corredores ribereños

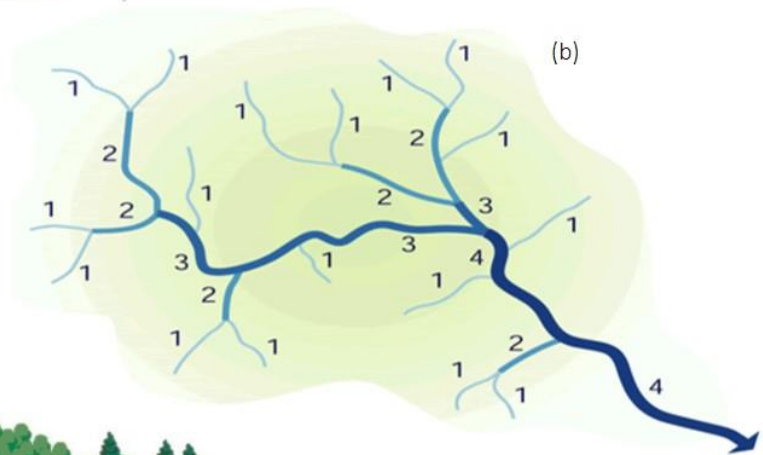
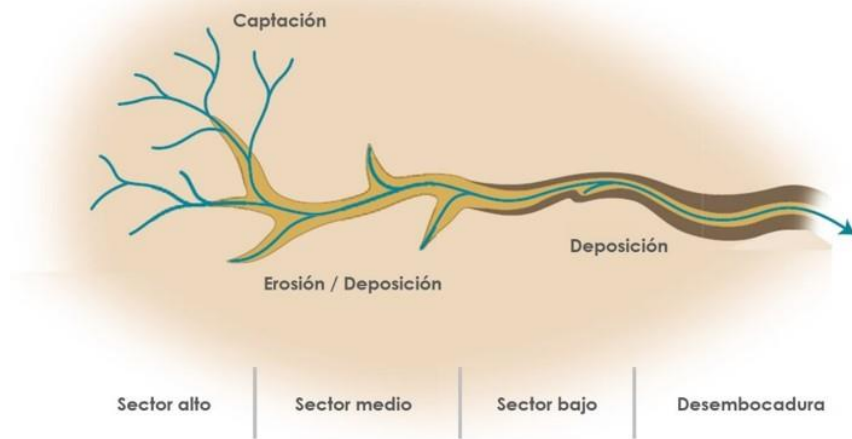
Las cuencas hidrográficas son porciones del espacio geográfico que drenan sus aguas hacia un punto común. Su relieve es modelado por las condiciones climáticas en interacción con la estructura geológica del subsuelo, dando origen a una red de drenaje que se labra desde la línea perimetral de las cuencas, llamada parteaguas, hacia su desembocadura, la cual se conecta a un cuerpo de agua mayor, siendo este un lago o el mar (Bocco *et al.*, 1999; Pérez-Alberti *et al.*, 2014).

Dentro de las cuencas, la erosión, el transporte y la deposición de materia y energía, son los principales procesos hidrogeomorfológicos que operan de manera constante a todas las escalas espacio-temporales (Naiman, Décamps y McClain, 2005). A través de la red de drenaje, cada uno de estos procesos domina sobre los distintos pisos altitudinales de las cuencas, dando origen a las zonas funcionales (Schumm, 1977; Figura II.2.a).

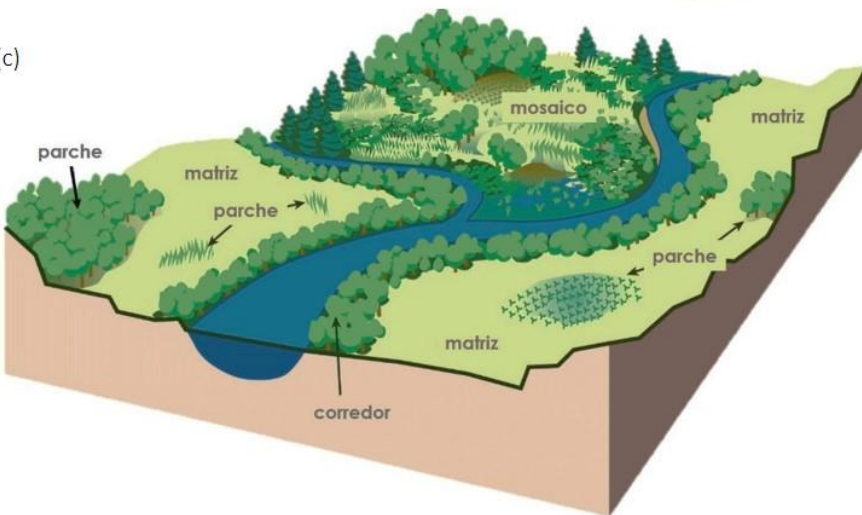
En las tierras altas se infiltra gran cantidad del agua que se precipita en la cuenca, por lo que se le denomina *Zona de captación*. Ahí -cuando el suelo llega a su punto máximo de saturación de agua-, se forman los primeros escurrimientos. La velocidad a la que el agua de las esorrentías remueve los sedimentos excede la velocidad a la cual éstos son generados por intemperización. A las tierras intermedias, que conectan a la cuenca alta con la cuenca baja, se les llama *Zona de transporte o transferencia*, que corresponde a sistemas de lomeríos, colinas, valles, y planicies intermontanas, con una energía de relieve media. Ahí, los procesos de erosión y deposición mantienen un equilibrio dinámico tal, que a largo plazo el efecto geomorfológico es el de transferir sedimentos, contaminantes y materia orgánica en función de las actividades que se realicen en dicha superficie. Además, debido al aumento de confluencia de corrientes, y de acuerdo a su estructura geomorfológica, se puede convertir en una zona de almacenamiento hídrico. Finalmente, en la porción altimétricamente más baja de la cuenca y con mínima o nula pendiente del relieve, se ubican la desembocadura y sus tierras adyacentes, conformando la *Zona de deposición*. Ahí, las tasas de depósito superan tanto las tasas de erosión como la capacidad de transportar materiales suspendidos, transformándose en áreas de mayor estabilidad, en donde se acumulan los impactos de toda la cuenca (Naiman, Décamps y McClain, 2005; Garrido, Pérez y Enríquez, 2010).

Figura II.2. Rasgos estructurales de las cuencas hidrográficas: (a) Principales zonas de procesos hídricos y sedimentarios en las cuencas hidrográficas, adaptada de Naiman *et al.*, 2005; (b) Criterio de orden de corriente de acuerdo a Strahler; c) Configuración espacial de los elementos espaciales básicos delimitados por la Ecología del Paisaje, ambas adaptadas de FISRWG, 1998.

(a)



(c)



En cada cuenca, la red de drenaje representa una configuración altamente estructurada, en la que la magnitud del flujo de agua, y por lo tanto el tamaño de los cauces, aumentan hacia la desembocadura (Church, 2002; Stanford, Alexander y Whited, 2017). En esta, los escurrimientos pueden ser clasificados de acuerdo a su interconectividad, basada en la cantidad de flujos tributarios que tengan. El sistema más usado es el desarrollado por Strahler (1957, 1964; Figura II.2.b), el cual asigna un orden jerárquico de corriente, siendo del *orden uno* aquellas escorrentías que no reciben flujos de agua de otras, del *orden dos* la confluencia de dos escorrentías de primer orden, del *orden tres* la confluencia de dos escorrentías de segundo orden, y así sucesivamente. Aunque esta clasificación surgió de manera operativa, ha sido útil en la caracterización y el agrupamiento de propiedades geomorfológicas ecológicas compartidas (Vannote *et al.*, 1980; Montgomery, 1999; Naiman, Décamps y McClain, 2005).

Las escorrentías se pueden clasificar de acuerdo a su permanencia hidrológica, la cual se refiere a la duración, frecuencia y temporalidad del flujo, en: (i) perennes, cuya afluencia es continua excepto en condiciones de sequía extrema; (ii) intermitentes, presentan una tendencia a secarse durante temporadas cálidas, mientras que en temporada de lluvias su tabla de agua aumenta y se conecta al manto freático; y (iii) efímeras, que responden de manera puntual a los eventos de precipitación o en respuesta al derretimiento de nieve o hielo, generalmente carecen de cauce y transportan una gran cantidad de materia orgánica (Meehan, Swanson y Sedell, 1977; Hansen, 2001; Stringer y Perkins, 2001; Fritz *et al.*, 2013).

Asociados a la red de drenaje se conforman ecosistemas distintivos denominados ribereños, los cuales albergan comunidades de plantas y animales desproporcionalmente diversos en comparación a los ecosistemas adyacentes, presentando una gran abundancia de endemismos (Johnson *et al.*, 1977; Knopf, 1988; Soderquist y Mac Nally, 2000). Aunque muestran características biológicas y funcionales diferentes a las de los ecosistemas acuáticos y terrestres, se encuentran en una relación dinámica con estos, por lo que se les reconoce el carácter de ecosistemas de transición o ecotonales (Wyant y Ellis, 1990; Naiman *et al.*, 2000; Ward *et al.*, 2002). Los ecotonos ribereños son espacios de interacción tridimensional (longitudinal, lateral y vertical) entre el agua subterránea, la cubierta del suelo, la llanura de inundación, y las laderas que drenan hacia el cauce; y se desarrollan principalmente sobre el área propensa a inundaciones en una extensión aproximada de 30 m entre el cauce y la superficie terrestre, a lo largo del valle (Ilhardt *et al.* 2000; Verry, Dolloff y Manning

2004). Así mismo, los patrones de biodiversidad observados en los corredores ribereños, se estructuran a lo largo de estas tres dimensiones (Naiman, Décamps y McClain, 2005).

Desde la perspectiva geográfica se les identifica como corredores ribereños (CR), formando paisajes fluviales dentro de la región delimitada por cada cuenca (Malanson, 1993; Wissmar y Beschta, 1998; Naiman, Décamps y McClain, 2005; Toledo, 2006; Ramírez y López, 2015). El término "corredor" hace referencia a uno de los elementos espaciales reconocidos en ecología del paisaje, y se distingue por áreas relativamente homogéneas dispuestas en forma lineal que actúan como conductores de flujos y movimiento a lo largo de la superficie terrestre (Forman y Gordon, 1986; Figura II.2.c).

El tamaño y la forma de las cuencas hidrográficas, en combinación con el clima regional, influyen en la magnitud de las inundaciones y de las cargas de sedimentos, y por lo tanto son relevantes para la estructura y función de los CR (Naiman, Décamps y McClain, 2005). Éstos conectan las partes altas, medias y bajas de las cuencas, y se hacen más conspicuos en cuencas con climas secos, áridos y semiáridos, en los que con frecuencia son los elementos más llamativos de los paisajes (Ellenberg, 1988; Knopf *et al.*, 1988). En estos casos, las limitaciones en las precipitaciones contrastan con la disponibilidad de agua superficial y subsuperficial que queda almacenada en las líneas de drenaje, lo que influye en el establecimiento, desarrollo y sobrevivencia de una gran cantidad de especies vegetales que no pueden hacerlo bajo las condiciones del balance hídrico en las tierras altas, superficies cumbreles y laderas (Richardson *et al.*, 2007).

Los ciclos alternados de humedad y sequía generan una combinación de mosaicos con hábitats lóticos -aquellos de agua en movimiento-, lénticos -de agua en calma-, y terrestres -secos- (Datry, Larded y Tockner, 2014). Cada uno de éstos es colonizado por comunidades de organismos con estrategias de vida adecuadas a las particularidades de cada fase, permitiendo la presencia de especies acuáticas, semiacuáticas y terrestres (Naiman y Décamps, 1997). Los cambios en la esorrentía superficial y en el nivel de agua subterránea, modifican tanto la configuración espacial, como la variación temporal y conectividad hidrológica de los CR, provocando que los hábitats que albergan se expandan o contraigan sobre la superficie del suelo (Larned *et al.*, 2010; Datry, Bonada y Heino, 2016).

A escala de cuenca, los CR cumplen importantes funciones, algunas de las cuales pueden ser: (i) hidrológicas, interceptando la lluvia; (ii) geomorfológicas, como la retención de sedimentos; (iii) biogeoquímicas, regulando el ingreso de nutrientes disueltos; y (iv) ecológicas, al ofrecer una gran

diversidad de hábitats, con refugios, alimento, agua y sombra para la fauna local (FAO, 1985; Naiman, Décamps y Pollock, 1993; Décamps, Planty-Tabacchi y Tabacchi, 1995; Shafroth *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2003; Naiman, Décamps y McClain, 2005; Lymburner, 2005; Richardson *et al.*, 2007).

2.2. Características geomorfológicas y ecológicas de los corredores ribereños

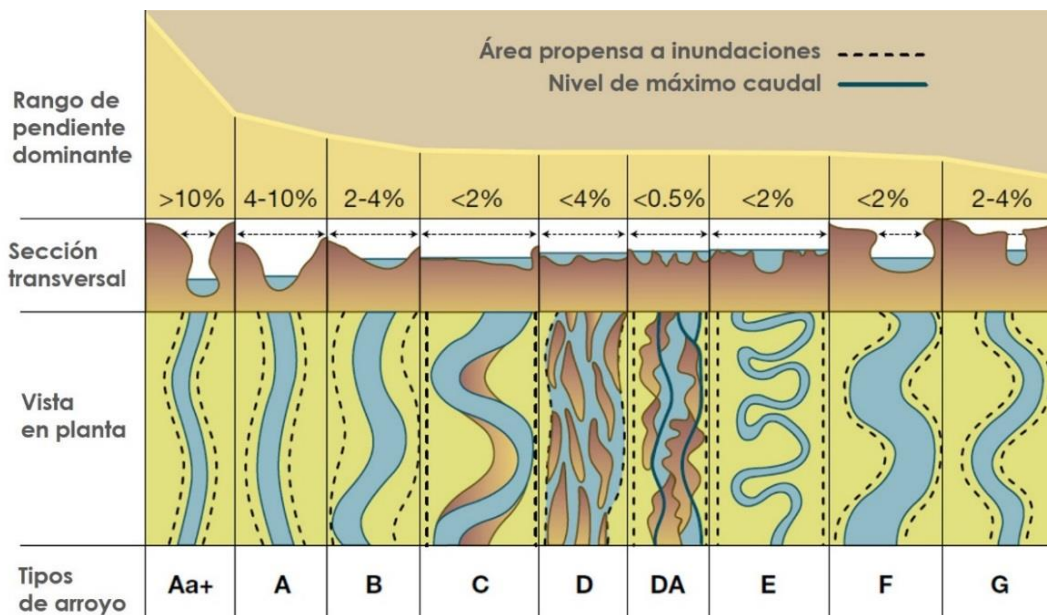
Los procesos hidrogeomorfológicos modelan y mantienen la configuración física sobre la cual se desarrollan los ecosistemas ribereños (Hupp y Osterkamp, 1996; Steiger *et al.*, 2005; Naiman, Décamps y McClain, 2005). Mientras que el material parental de tierras altas es la principal roca que subyace en la cuenca, los componentes minerales de los suelos ribereños se originan como sedimentos depositados por la corriente, generando distintas texturas y resultando más heterogéneos, lo que a su vez provoca paisajes diferenciados en cada zona funcional de una cuenca (Naiman, Décamps y McClain, 2005). Las propiedades morfológicas, físicas y químicas del suelo – como el grosor de los horizontes orgánicos, el tamaño de partículas, y niveles de nutrientes disponibles-, están altamente relacionadas a los regímenes hidrológicos. Así mismo, los potenciales de óxido reducción indican la disponibilidad de electrones, el grado de anaerobiosis, y el nivel de actividad biológica, por lo que se asocian directamente a la distribución de especies (Naiman *et al.*, 1994; Castelli *et al.*, 2000). De manera recíproca, la presencia de vegetación influye directamente en las tasas de erosión y deposición de los sedimentos, así como en la estabilidad de las superficies fluviales (Hupp, 1988). Debido a la interacción de todos estos factores, la dinámica de un CR, ya sea estable o inestable, puede inferirse a partir de la geomorfología observada (Meehan y O'Brien, 2019). Por lo que la caracterización de las variables geomorfológicas, tales como la *elevación*, el *tipo de lecho* y el *orden de corriente*, permiten medir la variación entre diferentes segmentos de arroyo. Mientras que las medidas de *textura del sustrato* y las *dimensiones del cauce* son indicadores de la variabilidad dentro de cada segmento (Engelhardt *et al.*, 2015).

Rosgen (1994) reconoció y agrupó cuatro aspectos jerárquicos de clasificación hidrogeomorfológica de los CR: (i) la caracterización geomorfológica; (ii) la descripción geométrica o morfológica del cauce; (iii) la condición del arroyo; y (iv) la verificación. Los primeros dos aspectos se enfocan en las características físicas de los cauces, las cuales permiten inferir algunos aspectos respecto a la dinámica de los escurrimientos. La relación entre la anchura y profundidad del cauce proporciona una estimación visual de la distribución de la energía en un canal y con ello la capacidad para movilizar







sedimentos. Al dividir éstos valores (ancho/profundidad) las cifras mayores corresponden al ensanchamiento del cauce y al aumento de la tensión hidráulica y por lo tanto la erosión de los bancos de materiales sedimentarios. En la medida en la que la erosión del banco aumenta, la capacidad de transportar sedimentos disminuye, se producen deposiciones y esto acelera aún más la erosión, generando un proceso de retroalimentación positiva (Rosgen y Silvey, 1996). De manera frecuente, las corrientes pasan por procesos naturales de socavación, incisión y deposición. Sin embargo, lo que diferencia a una corriente estable de una inestable, es que con el paso del tiempo la primera no agrava ni degrada el cauce, y por el contrario la segunda sí (Rosgen, 1996).

Mientras que la *relación entre la pendiente del canal y la pendiente del área ribereña* es un indicador de la sinuosidad de un río -cuyo valor indica qué tanto el trazo del río se aparta de la línea recta (Sánchez-Navarro y Ollero, 2003; Figura II.3)-, el énfasis en *los materiales del cauce* responde a la relación de éstos con el transporte de sedimentos, la estabilidad y modificación de la forma del río, así como diversas funciones biológicas (Cuadro II.1).

Figura II.3. Ejemplos de la relación entre las pendientes y la sinuosidad de los ríos. Adaptado de Naiman *et al.*, 2005



Cuadro II.1. Clasificación del material del cauce propuesta por Rosgen (1994)

Tipo de material	Tamaño (mm)	Ilustración
Lajas o lecho rocoso	> 2,048	
Cantos rodados	256 a 2,048	
Gujarros	64 a 256	
Grava	2 a 64	
Arena	0.63 a 2 mm	
Limo-arcilla	< 0.62 mm	

Recientemente, un análisis de indicadores desarrollado por Meehan y O’Brien, 2019, validó el sistema de clasificación de Rosgen al mostrar que las variables más significativas respecto a la estabilidad de los arroyos son la *relación de encajamiento* -que se define como la relación que tiene un río con las características morfológicas de su valle, en específico su grado de incisión, y se calcula a partir del ancho del área propensa a inundaciones dividido entre el ancho del canal a la altura de la orilla- y la *relación entre el valor meandrante y el ancho del cauce*; y ambas indican qué tanto el arroyo tiene acceso a la llanura de inundación tanto vertical como lateralmente (Rosgen, 1994; Sanchez-Navarro y Ollero, 2003). A su vez, el acceso a la llanura de inundación -que es el terreno adyacente a una corriente de agua que se inunda sólo cuando el caudal es mayor que la capacidad máxima del cauce (OMM, 2012)-, determina la distribución de la vegetación, que de forma simultánea influye en la estabilidad del margen ribereño (Engelgardt *et al.*, 2012). Por otro lado, la variable más significativa para inferir la inestabilidad de los arroyos, es la *relación de altura del margen ribereño*, que es otra medida del confinamiento del canal, y mientras más alto es su valor hay menor acceso a la llanura de inundación. En menor medida, pero también asociados a la inestabilidad, se

encuentran las variables de la *relación ancho/profundidad* y la *pendiente ribereña* (Meehan y O'Brien, 2019).

Así, la acentuada heterogeneidad en los CR es el resultado de procesos anidados en donde la topografía local determina la frecuencia y la duración de las inundaciones, el microclima influye en la capacidad de florecer tanto de especies como de individuos, y esto a su vez suma una mayor proporción de variabilidad física y genética. Además, la diversidad de los ecosistemas ribereños se magnifica a la escala de cuenca, ya que los CR se extienden desde las elevaciones más altas hasta las más bajas, contribuyendo a la diversidad regional (Naiman, Décamps y McClain, 2005). Por todo lo anterior, la distribución de las especies vegetales en los CR está directamente relacionada a la estructura física sobre la cual se desarrollan, a los regímenes de inundaciones, la disponibilidad de agua y a las actividades de la fauna que los habitan (Hupp y Osterkamp 1996; Lite *et al.* 2005; Lyon y Gross, 2005; Naiman, Décamps y McClain, 2005; Osterkamp y Hupp 2010).

La vegetación ribereña es un conjunto mixto de especies pertenecientes a estratos herbáceos, arbustivos, y arbóreos (Richardson *et al.*, 2007). Dentro del estrato arbóreo están las especies leñosas profundamente enraizadas, que obtienen el agua directamente del arroyo o del agua subterránea, denominadas freatofitas. Existen dos tipos de freatofitas, las obligadas, que envían sus raíces dentro o debajo del manto freático, y freatofitas facultativas, que pueden sobrevivir en superficies donde no hay agua subterránea disponible (Snyder y Williams, 2000). La distribución de la vegetación ribereña depende de la historia de vida y rasgos fisiológicos de las especies que la componen, que a su vez están influenciadas por las variables espaciales inmediatas y a escala de cuenca, incluyendo la temperatura, la precipitación, características del sustrato, disponibilidad de agua y regímenes de disturbio (Naiman, Décamps y McClain, 2005). De esta manera, los ecosistemas ribereños se han descrito como sistemas dinámicos lejos del equilibrio, alternando entre períodos de estabilidad relativa y de cambio exacerbado (Ward, 1998; Poudevigne *et al.*, 2002), por lo que pueden pasar por ciclos regulares de auto-organización y colapso (Holling, 1995).

La alta diversidad dentro de sus ensamblajes florísticos, así como la persistencia y productividad de sus comunidades, observables en los altos valores de densidad y área basal de sus individuos, responden a las dinámicas de cambio constante (Ellenberg, 1988; Naiman *et al.*, 1993; Rosales *et al.*, 1999; Ward *et al.*, 2002; Sabo *et al.*, 2005). La riqueza y rareza de especies, así como su frecuencia

de ocurrencia, pueden ser usadas para determinar el valor de conservación – o la condición – de diferentes segmentos de arroyo (Slater *et al.*, 1987).

Debido a la complejidad de procesos y factores que operan de manera simultánea en los CR, es importante identificar con claridad la escala espacial a la cual se mide la diversidad, pues esta exhibe patrones a lo largo de diversas magnitudes, entre las cuales, para el presente estudio las más importantes son: (i) la riqueza de especies, que es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada; (ii) el índice de Simpson, que es la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie; (iii) el índice de Shannon, que busca medir la diversidad de especies, considerando la uniformidad de las mismas; (iv) la densidad, indicada como el número de individuos por ha; (v) y características estructurales como altura y diámetro a la altura del pecho, que indican el momento fenológico de los individuos.

2.3. Amenazas y efectos del deterioro de los corredores ribereños

La forma lineal y alargada de los corredores ribereños, resulta en una baja extensión relativa dentro de las unidades hidrográficas, y aunque su configuración favorece la conectividad entre grandes áreas distantes (Décamps, 1984; Strayer *et al.*, 2003), la escasa superficie que éstos ocupan ha propiciado que se les de menor atención (Woodward *et al.*, 2018). Ello ha ocasionado que una gran proporción de CR haya sido degradada, seriamente comprometida, o amenazada por actividades antropogénicas, entre las que se encuentran la tala inmoderada, el pastoreo, la extracción de agua, contaminación por desechos y el establecimiento de asentamientos humanos (Likens, 2006).

Por esta razón, los CR están siendo fuertemente afectados por procesos de degradación y conversión a otras cubiertas y usos del suelo, con impactos severos sobre la diversidad de especies y diferentes funciones ecosistémicas (Aguar y Ferreira, 2005; Ferreira *et al.*, 2005; DeClerck *et al.*, 2010; Fernandes *et al.*, 2011; Kominoski *et al.*, 2013). El desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas sobre las adyacencias de los CR desencadena intensas dinámicas de erosión de suelos, con efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos y también en la productividad de los cultivos, especialmente en regiones secas, áridas y semiáridas (Rickson, 2014; Gray *et al.*, 2015). Cuando se

produce la conversión de la cubierta terrestre, la integridad ecológica puede verse fuertemente afectada (Woodley *et al.*, 1993; Clerici *et al.*, 2014).

Dufour y colaboradores (2018), quienes llevaron a cabo una revisión detallada de la literatura desarrollada en torno a la vegetación ribereña, identificaron que, entre las transformaciones globales, el cambio climático es probablemente el tema más relevante, y uno de los enfoques a partir de los cuales se aborda, implica analizar los impactos sobre la vegetación ribereña (Stromberg *et al.*, 2009; Rodríguez-González *et al.*, 2014; Mosner *et al.*, 2015; Rocha *et al.*, 2015; Fernandes *et al.*, 2016; Van Looy y Piffady, 2017), tales como los efectos de las sequías.

Actualmente, los eventos de sequía se caracterizan por presentar temperaturas más altas, así como una mayor duración y extensión espacial, percibiéndose de manera cada vez más intensa por las demandas humanas de agua (Cook *et al.*, 2016). En ese contexto, la definición de sequía ecológica considera un déficit episódico en la disponibilidad de agua provocando cambios y retroalimentaciones tanto en sistemas naturales como humanos (Crausbay *et al.*, 2017). Entre los impactos de este tipo de sequía se encuentran la extinción local de algunas especies, la reducción de la productividad de pastizales -provocando cambios en las dinámicas de pastoreo-, o a una intensidad mayor, el aumento de la mortalidad de árboles, modificando la estructura y composición de especies, así como alterando los procesos hidrológicos de la cuenca, disminuyendo la calidad de agua cuenca abajo (Pollock *et al.*, 2014; Stark *et al.* 2016). Al respecto, Fernandes y colaboradores (2020) reportan diversos estudios de percepción remota que identificaron una disminución tanto en el tamaño medio del parche como en el área total ocupada por los ecosistemas ribereños, a consecuencia de la reducción en los flujos de corrientes naturales ocasionada por escasez de agua (Kominoski *et al.*, 2013 ; Rivaes *et al.*, 2014). Además, a la alteración de los regímenes hidrológicos se les atribuye (i) la fragmentación de los paisajes ribereños, (ii) una mayor mortalidad de la vegetación, (iii) una tasa de crecimiento reducida, y (iv) el fracaso del establecimiento de plántulas (Nilsson y Svedmark, 2002; Merritt *et al.*, 2010; Poff y Zimmerman, 2010).

2.4. El pluralismo metodológico como herramienta

Los CR son componentes del paisaje a escalas geográficas, y son comunidades bióticas, nichos y hábitats a escalas ecológicas. Además, son áreas que atraen el tránsito de la población y del ganado

por la sombra, la oferta de leña y la facilidad de tránsito (Naiman, Décamps y McClain, 2005). Ello supone una mayor dificultad para abordar su estudio porque se requieren diferentes aproximaciones que provienen de la geografía, la ecología y las ciencias sociales. Dicha aproximación puede darse a partir del pluralismo metodológico y conceptual, reconociendo que el conocimiento se acumula de una diversidad de fuentes en una variedad de formas, aceptando las diferencias y complementariedades de sus criterios (Barker y Pistrang, 2005). En este contexto la geografía ambiental busca explorar e implementar herramientas para el estudio integral de la sociedad y la naturaleza en su dimensión espacial (Bocco y Urquijo, 2013).

Para investigar los cambios globales que enfrentamos, es necesaria la conjunción de las dimensiones ambientales y humanas, entendidas en escalas anidadas (Pahl-Wostl, *et al.*, 2020). Por ejemplo, en el análisis de los corredores ribereños, un enfoque anidado incluye características geológicas y morfométricas a distintas escalas dentro de una cuenca, lo que puede mejorar la capacidad para explicar y predecir los patrones de la vegetación ribereña (Engelhardt *et al.*, 2015). Sin embargo, si a la caracterización de las dimensiones geomorfológicas y ecológicas, se les suma el conocimiento de actores locales - quienes poseen conocimiento excepcional de su entorno a partir de su relación con el lugar (Horcea-Milcu *et al.*, 2020)- el pluralismo puede ser capaz de ayudar a sostener la diversidad cultural, ecológica y social (Norgaard, 1989).

2.5. Problemas de escala: uso de herramientas geoespaciales y ecológicas para el estudio de los corredores ribereños

Las cuencas son sistemas espacialmente anidados y jerárquicamente organizados, su delineación y análisis dependen del contexto de la pregunta de investigación que se busque resolver, así como la escala del enfoque requerido para abordarla (Thoms *et al.*, 2007; Flotemersch *et al.*, 2015).

Desde la perspectiva de Dufour y colaboradores (2018), el principal desafío en el estudio del funcionamiento de los CR es proporcionar una comprensión clara, integrada y válida en contextos geográficos específicos. Al respecto, Benda y colaboradores (2011) sostienen que para desarrollar un análisis integral de los corredores ribereños es necesario: (i) reconocer las características espaciales y temporales del paisaje fluvial, así como sus interacciones geomorfológicas y ecológicas; e (ii) identificar las dinámicas antrópicas que estén operando.

En términos de la dinámica de la cubierta del suelo, la percepción remota es una herramienta útil, que consiste en un conjunto de técnicas que permiten obtener información de los objetos espaciales a partir del análisis de su respuesta espectral (Mas y Ramírez, 2008). Así, las imágenes aéreas y satelitales ofrecen la posibilidad de derivar mapas de cubierta de suelo, cartografiar fielmente cauces, cuerpos de agua y elementos culturales del territorio (Apan *et al.*, 2002; Cotler, 2004). Debido a que la superficie de los CR es pequeña en relación con las cuencas hidrográficas, el factor de escala es de gran importancia en el estudio de los CR, ya que la eficiencia de los datos de percepción remota depende del uso de imágenes con alta resolución espacial. Imágenes cuya resolución espacial es menor a 5 m x 5 m, son requeridas para identificar de manera adecuada la estructura de la vegetación ribereña y la complejidad de formas de los CR (Congalton *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2002; Johansen *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2011).

Para medir el cambio de cubierta de suelo en los CR se pueden considerar distintas cualidades como interrupciones en la conectividad, variaciones en la anchura de los mismos, nodos o intersecciones (Apan *et al.*, 2002). La agregación de la vegetación ribereña en corredores o parches, y su distribución en el espacio, pueden revelar el nivel de disturbio antropogénico y pueden ser usados como un indicador del estado de integridad del ecosistema ribereño (Johansen *et al.*, 2007). Estas variaciones de cubierta proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin *et al.* 2001), y puede ser estimada a partir de la tasa de cambio, que expresa el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año (FAO, 1996; Velázquez *et al.*, 2002). Diversos estudios muestran que cuando se produce la conversión de la cubierta sobre los CR, su integridad ecológica puede verse fuertemente comprometida (Burkhard *et al.*, 2012).

Una forma de analizar el riesgo para la integridad de los CR, es evaluar los atributos del paisaje y vincularlos con las propiedades del ecosistema (Leuven y Poudevigne, 2002). Dada la diversidad de necesidades, contextos y propósitos, se han desarrollado diferentes estrategias para monitorear la condición de la vegetación ribereña (Noss, 2000; Jansen y Robertson, 2001; Munné *et al.*, 2003), generalmente a partir del uso de indicadores para cuantificar y estandarizar mediciones que integren atributos estructurales -componentes que conforman la disposición tridimensional de la vegetación-, funcionales -procesos ecológicos e historia de la vegetación- y de composición -riqueza de especies, diversidad y tipos de plantas- (Lawley *et al.*, 2016).

Generalmente, el cambio en dichos atributos es consecuencia de procesos de degradación de los ecosistemas, y sus causas pueden ser naturales o inducidas (i.e. antropogénicas) diferenciándose principalmente por su frecuencia, intensidad, duración, extensión espacial y/o previsibilidad (Kelsey y West, 1998; Naiman, Décamps y McClain, 2005; Amundson *et al.*, 2015). Si bien la definición de degradación cambia de acuerdo al contexto y a los objetivos de investigación, en términos generales es el resultado complejo de uno o más agentes que actúan sobre un sistema, cambiando sus condiciones en relación a un estado anterior no degradado o a una línea base (Cowie *et al.*, 2018; Stanturf, 2021). También se refiere a la pérdida o disminución de estructura y función de un ecosistema en particular, además de cambios en los ciclos de retroalimentación entre sus procesos bióticos y abióticos (King y Hobbs, 2006). Esto comúnmente está marcado por indicadores como una biodiversidad reducida, alteraciones en la productividad, menor eficiencia del ciclo de nutrientes, mayor presencia de especies exóticas y oportunistas, así como una capacidad limitada para reorganizarse y volver a un estado previo al disturbio (Holling, 1986 y 2001; Berkes y Folke, 1998; Rapport y Whitford, 1999; Walker *et al.* 2002)

Así mismo, desde una perspectiva enfocada en los seres humanos, la degradación se observa como la reducción en la capacidad de un ecosistema para producir servicios (i.e. beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas; MEA, 2005), como el almacenamiento de carbono o productos maderables, y sus principales causas incluyen la tala insostenible, la agricultura, el fuego, la recolección de leña y el pastoreo de ganado (Thompson *et al.*, 2013).

Aunque hay grandes superficies de tierras degradadas, la definición de degradación es inconsistente entre los esfuerzos por estimar y mapear su extensión (Stanturf, 2021). En esta tesis, la degradación se aborda desde dos dimensiones: (i) la espacial, a partir de la percepción remota, como el cambio de una misma clase de cubierta vegetal pero con características de tono y textura distribuidos en distintos gradientes de agregación; y (ii) la ecológica, a partir de un índice de condición ribereña, conformado por distintos parámetros de diversidad.

Las transformaciones en la configuración de los CR o en la composición de sus comunidades vegetales, pueden ser resultado de interacciones entre disturbios naturales y/o humanos (Lytle y Poff, 2004), y afectar las funciones fisiológicas de las especies que los conforman, tales como la propagación y germinación de semillas, así como el establecimiento y crecimiento de plántulas (Tockner *et al.*, 2010). También puede alterarse el transporte de sedimentos o reducirse la frecuencia

y los picos de inundaciones, así como los flujos que forman canales (Postel, 2000; Rood *et al.*, 2003). Debido a que los mismos efectos sobre los CR pueden ser ocasionados por diferentes tipos de disturbios o por la suma de éstos, y las respuestas sobre los organismos o elementos geomorfológicos que los reciben suelen ser no lineales, la determinación de las causas del cambio en los CR es compleja (Feld *et al.*, 2018; Stella y Bendix, 2019). Para identificar de manera detallada los factores antrópicos operando en dichos procesos, el conocimiento local puede aportar información esclarecedora.

2.6. El papel del conocimiento local en procesos ambientales

El conocimiento local se define como *un sistema de saberes que refleja aprendizajes adaptativos acumulados durante generaciones de interacciones socioecológicas en un contexto específico* (Berkes y Folke, 1998; Reyes-García 2015). Tales interacciones implican conocimientos, prácticas, habilidades e innovaciones relacionadas con diferentes aspectos de la vida humana (p. ej., agricultura, medicina o gestión ambiental), conformando una parte fundamental de la expresión e identidad cultural de las comunidades (Reyes-García *et al.*, 2014; Tengö *et al.*, 2014; Tang y Gavin 2016; Benyei, Arreola, y Reyes-García, 2019), presentando similitudes con el manejo adaptativo, pues implica aprendizaje por retroalimentación en el contexto de la imprevisibilidad intrínseca a todos los ecosistemas (Berkes, Colding y Folke, 2003).

El conocimiento local contribuye a la conservación de la biodiversidad, así como a estrategias de manejo ambiental, de salud y bienestar colectivo, especialmente en contextos de cambio e incertidumbre socioambiental (Dominguez *et al.*, 2010; Porter-Bolland *et al.*, 2012; Gómez-Baggethun *et al.*, 2012; Berkes, 2018).

Las contribuciones del conocimiento local para la investigación enfocada a la sostenibilidad, cada vez son más consideradas en el desarrollo científico de sistemas socioecológicos (Mistry y Berardi 2016, Tengö *et al.*, 2017).

Dufour, Rodríguez-González y Laslier (2018), a partir del análisis profundo derivado de su artículo de revisión, concluyen que: (i) ya existe una gran cantidad de trabajo científico desarrollado en relación a los CR, hace falta consolidarlo y distribuirlo entre distintos campos del conocimiento, regiones y temas; (ii) es preponderante integrar no solo el conocimiento académico, sino también

otras formas de conocimiento generadas por actores locales; (iii) el análisis debe incluir una mayor integración de los procesos biofísicos y socioculturales, más allá del concepto de impacto, lo cual es crucial para desarrollar una relación resiliente y sostenible entre las sociedades y los ecosistemas ribereños; (iv) el enfoque integrador fallará si no puede conectarse a los procesos biofísicos y sus funciones, con la diversidad de actores sociales y sus respectivas percepciones, necesidades e intereses; (v) el intercambio de conocimientos y la integración de las dimensiones socioculturales fracasarán si el conocimiento no se contextualiza adecuadamente y no se consideran todos los contextos geográficos.

2.7. Aspectos sociales y culturales de las cuencas y de los corredores ribereños en el contexto territorial de México.

Dentro de las cuencas suceden historias de ocupación en las que se toman decisiones y se crean normas, inciden instituciones y se gestionan territorios (Burgos y Bocco, 2015). Aunque *territorio* es un concepto en constante redefinición, puede entenderse provisionalmente como un lugar de escala variada donde actores ponen en marcha procesos complejos de interacción -entre sistemas de acciones y sistemas de objetos- en un medio geográfico en proceso de organización, ubicado en un espacio-tiempo particular y desde diversas relaciones de poder (Santos, 2000; Bozzano, 2012).

Entre las diferentes concepciones de *territorio*, hay al menos cuatro dimensiones recurrentes que interactúan entre sí: i) la *política* – generalmente concerniente al Estado- y que define al territorio como espacio de control, gestión y planificación, pretendiendo una delimitación estructurada y objetiva; ii) la *natural*, que destaca las características biofísicas como linderos del espacio geográfico; iii) la *económica*, cuyo enfoque se centra en la apropiación de recursos disponibles, procesos de producción y relaciones sociales; y iv) la *cultural*, cuyo carácter, valores y significados son construidos y representados simbólicamente (Haesbaert, 2011 y 2013). Debido a que estas dimensiones se encuentran en cambio constante, el territorio se redefine siempre, gestando territorialidades que implican la apropiación del espacio desde el orden simbólico –como la significación, la identidad y el lugar- hasta el funcional –como los usos del espacio- (Lefebvre, 2013 -1974-; Bozzano, 2012; Haesbaert, 2013). Así, el territorio es una entidad geográfica compleja y dinámica en constante

negociación, por lo que diferentes momentos de la historia han dado cuenta de las batallas de los pueblos en defensa de sus tierras (Urquijo, 2008; Paz-Salinas, 2017).

Tal es el caso de los pueblos indígenas y campesinos de México, que durante el siglo XX se pronunciaron en torno al derecho a la tierra, razón por la cual el territorio mexicano transitó por una intensa reorganización en el régimen de propiedad y, por lo tanto, en los usos del suelo (Paz-Salinas, 2017; Ayala y Jiménez, 2010). A grandes rasgos se puede identificar dos etapas, la primera detonada por la Revolución de 1910, que además de reivindicar el derecho a la tierra reclamó el reconocimiento de formas ancestrales de organización comunitaria, y con ello dio inicio al proceso de reformas y reparto agrario -mecanismo por el cual el Estado asignó más de la mitad del territorio nacional a ejidos y comunidades-; y la segunda a partir de la década de 1990, caracterizada por reformas legales orientadas a la titulación individual de predios (Arias, 2009; Ayala y Jiménez, 2010; Romero-Navarrete, 2015).

Aun cuando -a través del artículo 27 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* de 1917- el Estado definió a tierras, bosques, aguas y riquezas del subsuelo como propiedad de la nación, éstos fueron dados en usufructo a los ejidos y comunidades agrarias, quienes podían hacer uso de los mismos bajo el tutelaje y vigilancia de la *Secretaría de la Reforma Agraria* (Paz-Salinas, 2017). Los beneficiarios del reparto agrario debían ser (i) campesinos, (ii) residentes permanentes del ejido, y (iii) miembros activos de la comunidad. Así, la propiedad social estaba asociada a principios de justicia social y economía moral campesina, bajo la consigna zapatista “la tierra es de quien la trabaja”, y su regulación residía no en sujetos individuales, sino en la *Asamblea General* integrada por ejidatarios y comuneros (Torres-Mazuera, 2019).

Entre 1917 y 1992, la propiedad social establecía que las tierras restituidas a los pueblos eran legalmente inalienables, intrasmisibles, inembargables e indivisibles (Cervantes y García, 2017). Sin embargo, como una medida previa al *Tratado de Libre Comercio*, se hicieron modificaciones al artículo 27 constitucional, y se promulgó la *Ley Agraria de 1992*, a la que se dotó de un instrumento determinante: el *Programa de Certificación de derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos*, conocido como PROCEDE, y cuyo objetivo es la reorganización territorial y titulación individual de los predios, dando dominio pleno y con ello la posibilidad de decidir la libre venta de las tierras (Arias, 2009; Romero-Navarrete, 2015). A consecuencia de ello, el promedio de propietarios por núcleo

agrario aumentó y, por consiguiente, el tamaño de superficie de tierra para cada uno se redujo, acelerando la atomización, minifundismo y privatización de la propiedad social (RAN, 2014).

Si bien en diversas regiones del país, el manejo colectivo del territorio empezó a individualizarse tiempo antes de la reforma de 1992 -como consecuencia de problemas de corrupción, pérdida de confianza, entre otros-, la implementación de PROCEDE aceleró la ruptura de la acción colectiva, estimulando la gestión individual de la tierra y de los recursos de uso común (Schroeder y Castillo, 2013). Estos cambios han influido en procesos de deforestación, así como en la fragmentación de los ecosistemas y paisajes, con implicaciones importantes para la biodiversidad (Farley *et al.*, 2012), propiciando el aprovechamiento insostenible de la tierra (Morett-Sánchez y Cosío-Ruiz, 2017).

Respecto a la deforestación, se reconoce que en México ha sido una dinámica generalizada a lo largo de distintos momentos históricos, ocasionada por diversos factores entre los que destacan: i) la promoción gubernamental para el cambio del uso del suelo hacia tierras agrícolas o de ganadería extensiva, como el *Programa Nacional de Desmontes y Ganaderización*, impulsado en la década de 1970 (Paré, 1995; Castillo *et al.*, 2005); ii) permisos otorgados en la década de 1980 para aprovechamiento forestal (Paré y Robles, 2009); y iii) el parcelamiento de los ejidos, que durante la década de 1970 fue una decisión que provino del interior de los ejidos, pero a partir de 1992 con la disposición legal de PROCEDE, fue un proceso acelerado impulsado por el Estado, en el que el derecho a la tierra no quedó limitado a la responsabilidad de trabajarla, sino que abiertamente se adquirió el derecho a venderla y convertirla en propiedad privada (Velázquez-Hernández, 2019).

De tal forma que si nos preocupa cómo la implementación de PROCEDE ha incidido no sólo en las personas sino en el ambiente, resulta relevante prestar atención al manejo de bienes de uso común, como la conservación de la diversidad de los ecosistemas, o la gestión de los recursos hídricos (Perramond, 2008). Esto es crucial debido a que una gran parte del México rural se encuentra bajo condiciones climáticas estacionales, donde la pobreza se agudiza por la presencia de periodos estivales prolongados, provocando una marcada escasez de agua para atender las necesidades básicas (Burgos, 2017). Tal es el caso de las regiones en donde se encuentra el bosque tropical seco, también conocido como selva baja caducifolia, que representa el 60% de los ecosistemas tropicales de nuestro país, y donde el mantenimiento de la cubierta vegetal es determinante (Castillo, 2016), especialmente para la preservación de recursos hídricos, facilitando procesos como: el almacenamiento de agua dulce, la regulación de los caudales, la recarga del agua subterránea, la

regulación de la calidad del aire y el clima, la protección del suelo, entre otros (GWP, 2014). Debido a ello, el manejo de cuencas se ha vuelto una arena obligada para construir relaciones de colaboración, ya que promueve la articulación de múltiples actores sociales que interactúan y se afectan mutuamente con intervenciones sobre la superficie biofísica de la cuenca, y cuyo fin último es conciliar intereses y necesidades en un mismo espacio habitado, para acceder al agua y resguardar las condiciones que la aseguran (Burgos y Bocco, 2015).

Dentro de las cuencas, los CR constituyen paisajes que son socialmente apropiados por diferentes grupos que habitan en su proximidad; pues ahí encuentran espacios aptos para el desarrollo de actividades productivas, la obtención de satisfactores y la realización de actividades de esparcimiento (Burgos, 2013). Como cualquier paisaje, los CR son unidades espaciotemporales donde los elementos de la naturaleza y la cultura se encuentran en una sólida pero inestable convergencia (Urquijo y Barrera, 2009). Éstos son, al mismo tiempo: (i) factuales: paisajes que conocemos; (ii) modificados o creados: paisajes que hacemos; (iii) percibidos: paisajes que vemos, oímos, olemos o sentimos (Naiman, Décamps y McClain, 2005). Así, los ríos conectan personas, lugares y diversas formas de vida; inspiran y sustentan múltiples valores y creencias, desde necesidades espirituales, identidades culturales, hasta sentidos de pertenencia y de lugar (Anderson *et al.*, 2019).

En contextos de alta vulnerabilidad e incertidumbre como los que se viven en el Bajo Balsas, factores como: la propensión a escenarios de sequías prolongadas -que amenazan la seguridad hídrica y alimentaria -, la dispersión de los poblados, la falta de caminos en buen estado, la carencia de centros de salud y de atención médica, el escaso seguimiento a la educación, así como la presencia de grupos delincuenciales (Reporte público IICA-TiCa, 2015), deterioran la economía, la integridad y la salud familiar de las poblaciones locales. Ante ello, resulta preponderante identificar estrategias de organización y autosuficiencia, en donde la cuenca hidrográfica es una noción oportuna para reestablecer la relación sociedad-naturaleza en espacios geográficos concretos, en sus dimensiones biofísica y social (Burgos y Bocco, 2015). Como parte del manejo de cuencas, la gestión de CR puede ser un punto focal para la restauración de paisajes rurales, en los que es posible comenzar a cerrar la brecha entre compromisos a escala nacional -como *garantizar la disponibilidad y uso sostenible del agua*-, y las necesidades de uso y producción a escala local, al tiempo que facilita la participación de todos los interesados en los procesos de planificación e implementación de estrategias de manejo de los ecosistemas ribereños, y por lo tanto de provisión de recursos hídricos -entre muchos otros- (Meli *et al.*, 2019).

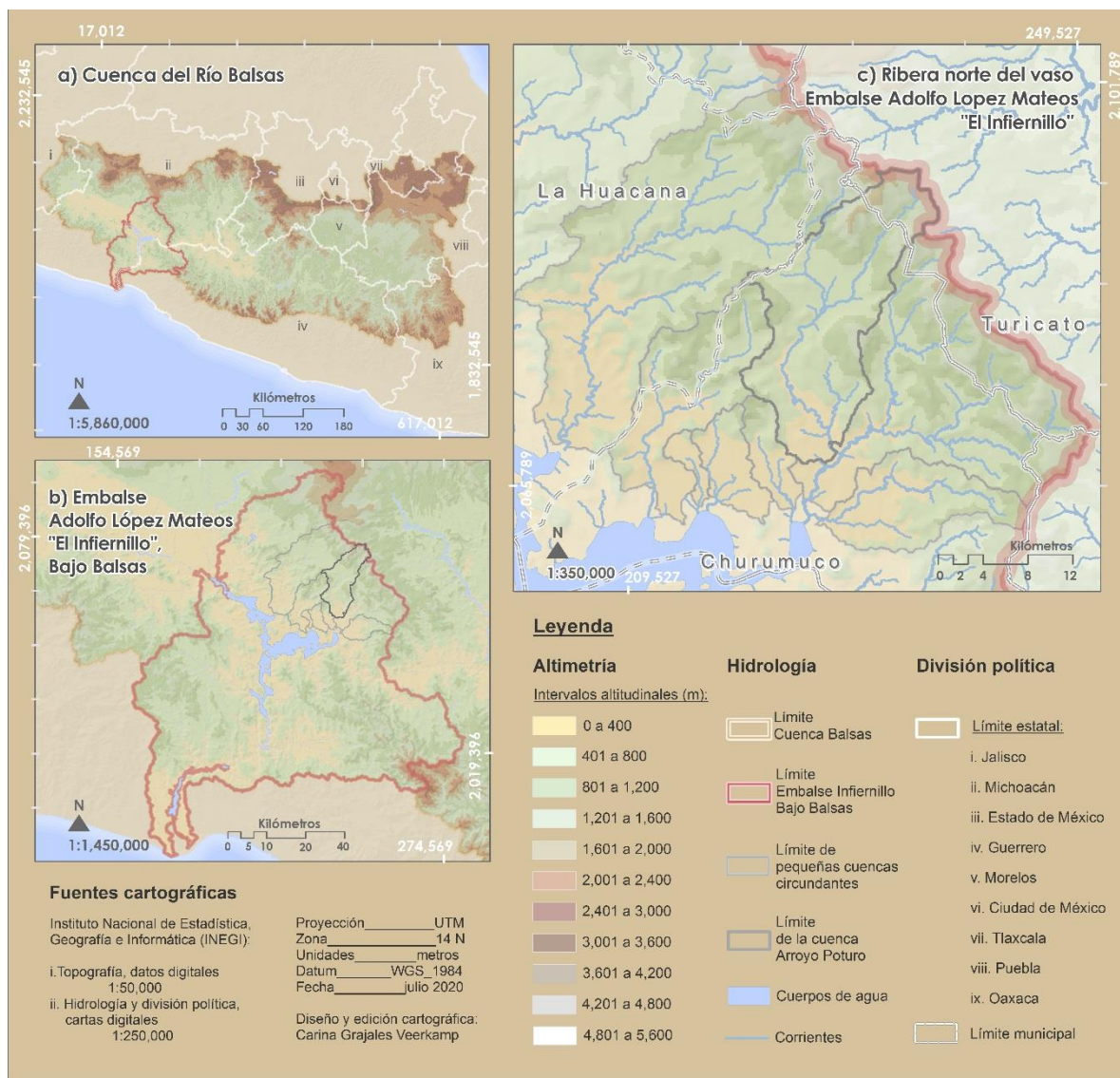
Capítulo III. Área de estudio y marco metodológico

3.1. Área de estudio

3.1.1. Localización y clima regional

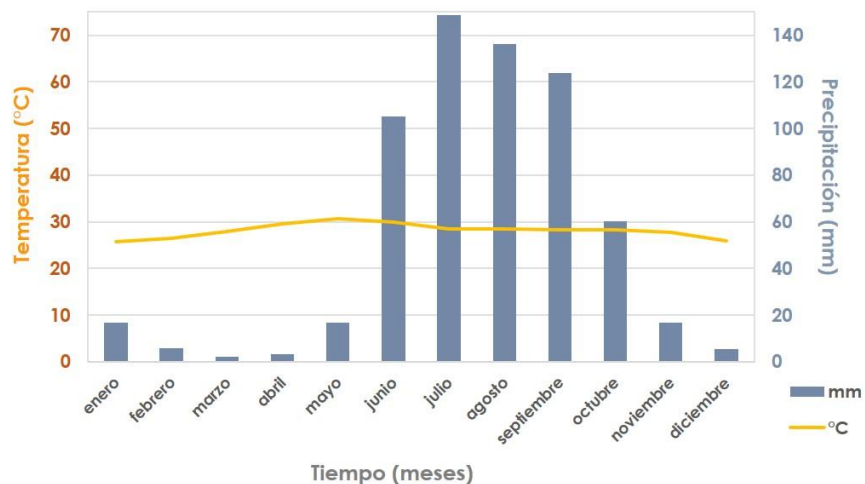
El trabajo se realizó en la cuenca del Arroyo Poturo, una pequeña cuenca tropical estacional localizada en la sección baja de la Cuenca del Río Balsas, en Michoacán, entre los municipios de Churumuco, La Huacana y Turicato. Forma parte del sistema de pequeñas cuencas que drenan sobre la Ribera Norte del Vaso de la Presa Adolfo López Mateos, en la cuenca Embalse Infiernillo-Bajo Balsas (Figura III.1).

Figura III.1. Ubicación del sistema hidrográfico donde se encuentra la cuenca Arroyo Poturo. Elaboración propia.



El área presenta una variedad de subtipos climáticos en torno a los climas cálidos, que responde al gradiente altitudinal desde las cotas altas a las bajas con los subtipos subhúmedo –(A) C (w1)-, cálido subhúmedo –Aw0 -, semiárido cálido -BS1 (h') w-y árido cálido – Bso (h') w- (García, 1981; CONABIO, 1998). La precipitación (P) es característica de la vertiente del Pacífico de México, y presenta una media anual que varía entre 570-650 mm y 650-700 mm en las áreas de menor y mayor elevación respectivamente (Cervantes *et al.*, 1988; Trejo, 1999). En todos los casos las lluvias se concentran entre los meses de junio y octubre, sumando el 90% de la P anual, mientras que el resto del año corresponde a un periodo seco de siete meses de duración (Figura III.2).

Figura III.2. Diagrama ombrotérmico de Gaussen, con temperatura (línea, eje izquierdo) y precipitación (barras, eje derecho) correspondiente a la Estación Meteorológica Churumuco de Morelos (16035). Valores promedio para la serie de datos 1933-2004. Elaboración propia. Fuente: Solorio Rojas 2010.



La estación meteorológica más cercana a la cuenca Poturo se ubicaba a 205 m.s.n.m., en la localidad Churumuco de Morelos. Identificada con la clave 00016035, operó del año 1933 al 2004, periodo en el que se registró una P media anual de 632 mm y una temperatura media anual de 28 °C. La evapotranspiración potencial (ETP) para un año promedio se estimó en 2,071 mm, durante el cual la ETP comienza a ascender en febrero, obteniendo el pico máximo de demanda durante el mes de mayo y los menores en diciembre y enero. Finalmente se calculó el balance hídrico con los datos promedio, obteniendo un déficit anual de 1,431 mm, característico de climas secos (Nava *et al.*, 2007; Cuadro III.1).

Cuadro III.1. Datos climáticos registrados para la serie 1933-2004, Estación Churumuco de Morelos.

Fuente: Solorio-Rojas, 2010

Atributo climático	Unidad	Valor
Temperatura media anual	(°C)	28
Temperatura media mínima	(°C)	14.6
Temperatura media máxima	(°C)	31
Precipitación media anual	(mm)	632
Precipitación anual mínima año 1940	(mm)	365
Precipitación anual máxima año 1967	(mm)	1,105
Evapotranspiración potencial media anual	(mm)	2,071
Déficit hídrico medio anual	(mm)	1,431

3.1.2. Rasgos morfohidrométricos de la cuenca Poturo

a) Parámetros de forma

La superficie de la cuenca del Arroyo Poturo es de 222.84 km² (Cuadro III.2), por lo que se clasifica como una cuenca pequeña (Campos-Aranda, 1992). Su forma es estrecha y alargada con un índice de compacidad de Gravelius (CG) de 2.1, que indica una forma rectangular oblonga, así como una elevada producción sostenida de caudal y un potencial moderado de crecientes (Gaspari, 2002). La razón de elongación (Re), que corresponde a la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma, da como resultado un valor de 0.45. Esto la clasifica en la categoría de mayor alargamiento (Withanage *et al.*, 2014), siendo los valores menores a uno inversamente proporcionales al alargamiento (Jardi, 1985).

b) Parámetros del relieve

La cuenca Poturo presenta cadenas montañosas paralelas, dando origen a una amplia variedad de geofomas que se distribuyen en cada zona funcional (Ortíz-Pérez, 2010). Con base en la Cartografía

Cuadro III.2. Valores morfométricos de la cuenca Poturo

Descripción	Unidad	Fórmula	Valor
Parámetros de la forma			
Área	km ²		222.84
Perímetro de la cuenca	km		111.93
Índice de compacidad (Gravellius)	adimensional	$Ic=0.28 \frac{\text{Perímetro}}{\sqrt{\text{Superficie}}}$	2.1
Razón de elongación	adimensional	$Re=1.128 \frac{\sqrt{\text{superficie}}}{\text{Longitud máxima}}$	0.45
Parámetros del relieve			
Cota máxima	msnm		1,823
Cota mínima	msnm		200
X centroide (UTM Zona 14 N)	m		225,402
Y centroide (UTM Zona 14 N)	m		2,081,284
Z centroide	msnm		966
Altitud media	msnm		966
Altitud más frecuente	msnm		545
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm		904
Pendiente promedio de la cuenca	%		10.8
Parámetros de la red hidrográfica			
Longitud del curso principal	km		36,890
Orden de la Red Hídrica		Strahler	6
Longitud de la red hídrica	km		926
Densidad de drenaje	Km/Km ²	$Dd = \frac{\text{Longitud total de corrientes}}{\text{área de}}$	4.1
Pendiente Promedio de la Red Hídrica	%		21.66% (12.22°)
Tiempo de concentración (Fórmula de California Culvert Practice)	horas	$T_c = \frac{((0.87 * \text{Longitud}^3)}{(\text{cota máx} - \text{cota :}}$	3'51" (o 3.85)
Pendiente del cauce principal	m/km	$P = \frac{(\text{cota máx} - \text{cota mín})}{\text{Longitud del cauce princ}}$	41.05

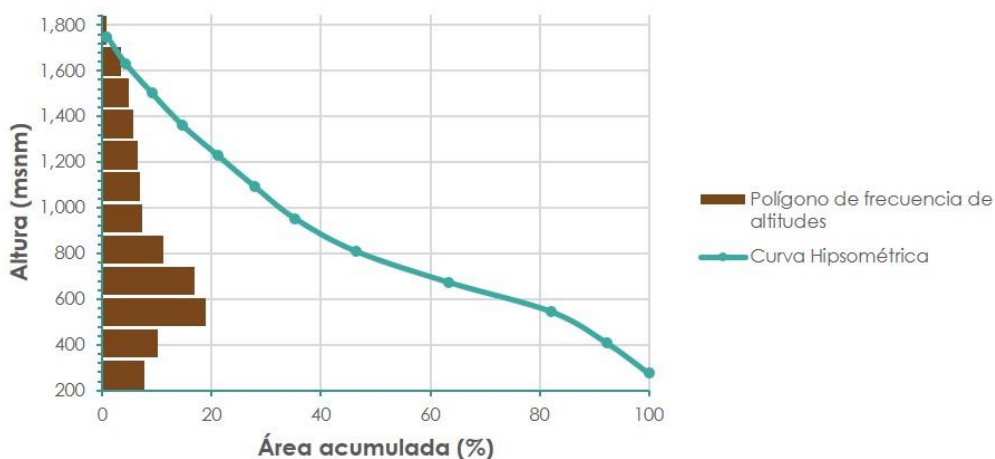
Geomorfológica escala 1:250,000 desarrollada por Ortíz-Pérez (2005), se identifica que en la zona alta o de captación - entre 800 m.s.n.m. y 1,823 m.s.n.m.- las geoformas son principalmente *montañas en bloque*, pertenecientes a sistemas serranos, con pequeñas fracciones de *edificio volcánico Pleistocénico*, así como de *flujo de lava* y *ladera modelada*. Las elevaciones van descendiendo formando *lomeríos en bloque* en los que se labran *valles estructurales de contacto litológico*, que después se convierten en *valles intermontanos con moderada erosión remontante*, acompañado del aumento el orden de corriente de los flujos superficiales. En la zona media -de transporte, entre 500-750 m.s.n.m., y pequeña fracción que llega a 1,500 m.s.n.m.- se encuentra la mayor superficie de *ladera modelada* originada por el relieve volcánico, presentando la continuación de los *valles intermontanos con moderada erosión* y un par de *valles de montaña con intensa erosión*. Finalmente, en la zona baja -de emisión, entre 200-450 m.s.n.m.- la geoforma dominante es la *premontaña*, en la que se forman *valles aluviales con procesos de acumulación* (Cuadro III.3; Anexo A, Mapa ii. *Cuenca Arroyo Poturo, Parámetros del relieve*).

Cuadro III.3. Geoformas identificadas en la cuenca Poturo y su proporción espacial, Fuente: Cartografía Geomorfológica escala 1:250,000 desarrollada por Ortíz-Pérez (2005)

Grupo morfo-genético	Geoforma	Proporción en la cuenca (%)	Disección	Altura relativa
Relieve volcánico	Ladera modelada	32.8	Severa	> a 500 m
	Premontaña	7.2	Moderada	entre 200 y 500 m
	Flujo de lava (Malpais)	0.9	sd	sd
	Edificio volcánico Pleistocénico	0.3	Escasa	> a 200 m
Sierras	Montaña bloque	31.8	Severa	> a 500 m
	Elevaciones bajas y/o lomeríos en bloque	10.2	Escasa	< a 200 m
Sistema fluvial	Valle estructural y de contacto litológico.	8.0	sd	sd
	Valle intermontano con moderada erosión	5.2	Vertical	sd
	Valle aluvial con procesos de acumulación	1.8	sd	sd
	Valle de montaña (cañón) con intensa erosión	1.6	Profunda	sd

La pendiente media de la cuenca es de 10.9%, lo que en la clasificación de López Cadenas Llano (1998) se identifica cercano a un relieve accidentado, y se valida con la presencia dominante de *ladera modelada*. Así mismo en la curva hipsométrica, que representa en ordenadas las elevaciones de la cuenca en relación a la superficie de salida o descarga (Figura III.3), podemos observar que la mayor frecuencia de altitudes se encuentra entre los 330 y 880 m.s.n.m. El valor del área relativa que yace bajo la curva es indicativo del estado de desarrollo de la cuenca. En este caso, el valor es del 42%, lo que indica un equilibrio o madurez (Racca, 2007).

Figura III.3. Curva hipsométrica de la cuenca Poturo. Elaboración propia.



c) Parámetros de la red hidrográfica

El régimen hidrológico de la cuenca es transitorio. El flujo superficial en la principal línea de drenaje inicia con escurrimientos durante las precipitaciones en el mes de junio y puede prolongarse hasta los meses de noviembre a enero. Esto depende de la extensión de la estación de lluvias y de la magnitud de eventos de precipitación puntuales a finales de los meses de octubre y ocasionalmente noviembre.

Así, la red de drenaje se compone por escorrentías efímeras que conducen agua durante breves lapsos en temporada de lluvias, formando un patrón dendrítico sobre el relieve irregular de la cuenca. La intensa ramificación resulta en un sexto orden de corriente, cuyo flujo se concentra en la zona media de la cuenca sumando el 43% de la longitud total de corrientes, mientras que en las zonas alta

y baja hay un 39% y 17% respectivamente (Cuadro III.4; Anexo A, Mapa iii. *Cuenca Arroyo Poturo, Parámetros de la red hidrográfica*).

Cuadro III.4. Frecuencia y longitud de corrientes en la cuenca Poturo

Orden de corriente	Número de corrientes	Relación de bifurcación	Sumatoria de longitud de corrientes (km)	Proporción en la cuenca (%)	Zona alta (km)	Zona media (km)	Zona baja (km)
1	2,189	4.68	432.69	46.74	171.50	190.56	70.63
2	467	4.24	242.65	26.21	93.60	106.72	42.33
3	110	4.23	130.66	14.11	58.53	53.85	18.28
4	26	6.5	64.71	6.99	27.08	27.71	9.92
5	4	4	30.23	3.27	12.46	11.01	6.76
6	1	Prom. 4.7	24.75	2.67		14.97	9.78

El promedio de la relación de bifurcación es cercano a 5, lo que es representativo de relieves montañosos que, sumados a vegetación dispersa y a la presencia de materiales poco permeables, resultan en una alta densidad de drenaje, como es el caso de esta cuenca. Estos factores se reflejan en el tiempo de concentración -tres horas con 51 minutos- durante el cual el flujo superficial contribuye al caudal de salida desde el punto más alejado hasta la desembocadura de la cuenca, en donde se encuentra la presa “El Cueramal” (Chow *et al.*, 1994; Gaspari *et al.*, 2009).

3.1.3. Cubierta y usos del suelo

El fuerte gradiente altitudinal de la cuenca (1,623 m en 40 km), se refleja en la diversidad de tipos de vegetación presentes, como se muestra en la cartografía de la cubierta del suelo para año 2014 (Mas *et al.*, 2016; Cuadro III.5).

Cuadro III.5. Clases de cubierta en la Cuenca Arroyo Poturo, año 2014 (escala 1:50,000).
Fuente: Mas *et al.*, 2016.

Clase de cubierta	Proporción en la Cuenca (%)
Selva baja caducifolia/veg secundaria	53.98
Selva baja caducifolia/veg primaria	12.69
Bosque de encino/veg secundaria herbácea	12.4
Bosque de encino/veg primaria arbórea	6.58
Pastizal inducido pastizal cultivado	5.43
Agricultura de temporal	4.8
Bosque Pino encino/veg secundaria	2.96
Bosque Pino encino/veg primaria	0.46
Cuerpos de agua	0.45
Asentamientos humanos	0.2
Agricultura de riego	0.04
Cultivo perenne	0.01

La selva baja caducifolia, que en este estudio se llamará bosque tropical caducifolio, tiene una amplia distribución en los tres sectores de la cuenca, a diferencia de los bosques de encino, que se distribuyen entre los 750 y 1,500 m.s.n.m. ubicándose en los sectores medio y alto, y la de bosques de pino, que se limita a elevaciones mayores de los 1,500 m.s.n.m. por lo que es posible encontrarlos únicamente en el sector alto. Es importante señalar que para todos los casos la vegetación secundaria es mucho más abundante que la primaria.

Por otro lado, la cubierta de pastizal se distribuye en manchones dispersos en los tres sectores de la cuenca, a diferencia de los cultivos de temporal que se ubican principalmente en el sector medio, adyacentes a los poblados con mayor número de habitantes. En cuanto a los asentamientos humanos, debido a la escala en la que se digitalizó la cubierta (1:50,000), sólo fue posible representar al poblado más grande, Poturo. Finalmente, el único cuerpo de agua es la presa “El Cueramal”, ubicada en la desembocadura de la cuenca, en el sector bajo. Los polígonos de agricultura de riego y cultivos de temporal son muy pequeños y por lo tanto no son cubiertas cartografiables a esa escala.

3.1.4. Territorio y población

La tenencia de la tierra en la cuenca del Arroyo Poturo es predominantemente de tipo ejidal, con presencia de nueve núcleos agrarios, aunque también existen superficies de pequeñas propiedades o en litigio agrario (Anexo A, Mapa v. *Cuenca Arroyo Poturo, Territorio y población*). Dentro del límite de la cuenca se distribuyen 22 localidades, de las cuales solo la de Poturo corresponde a un asentamiento rural grande, por lo que se considera un caso aislado. Los que le siguen en orden descendente de magnitud, son dos asentamientos rurales chicos: La Candelaria y Ojo de Agua de Poturo, dos muy chicos: Juntas de Poturo y Santa Rosa, y 17 caseríos con menos de 20 viviendas (Cuadro III.6). De acuerdo a los Censos entre 1970 y 2010, la localidad de Poturo se ha mantenido como el principal centro de población y de oferta de servicios para sus habitantes y para aquellos de localidades aledañas (Figura III.4). Sin embargo, quien provee de agua potable a las poblaciones del sector medio de la cuenca, incluidas las de Poturo, Las Juntas de Poturo y Santa Rosa, es la localidad Ojo de Agua de Poturo.

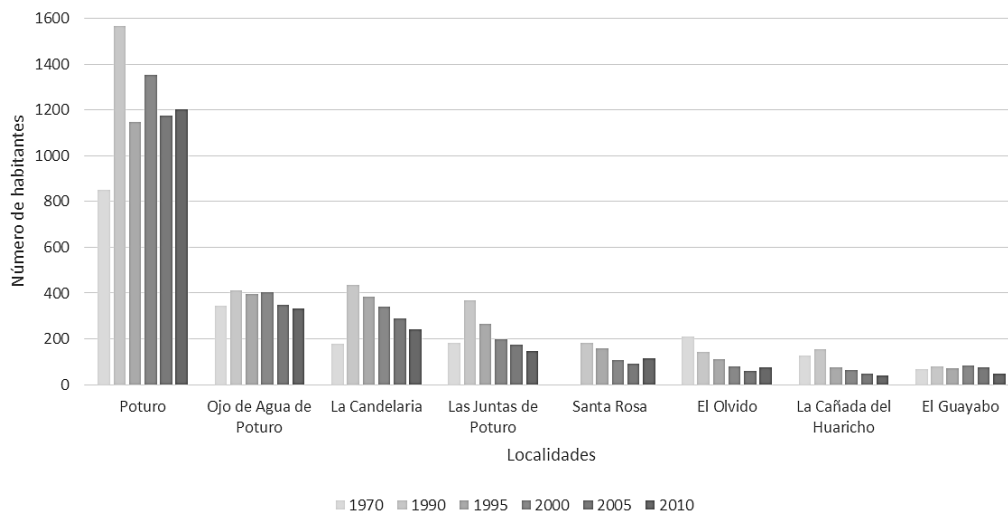
Cuadro III.6. Asentamientos humanos dentro de la cuenca Poturo. n.d.: no dato. Clasificación de acuerdo a Burgos *et al.*, 2019

Localidades	Tipo de asentamiento*	Número de habitantes (2010)	Número de viviendas habitadas (2010)	Índice de marginación (2010)
Poturo	Poblado rural grande	1,203	275	alto
Ojo de Agua de Poturo	Poblado rural chico	334	77	alto
La Candelaria	Poblado rural chico	242	70	alto
Las Juntas de Poturo	Poblado rural muy chico	147	38	alto
Santa Rosa	Poblado rural muy chico	115	27	alto
El Olvido	Caserío medio	75	17	alto
La Cañada del Huaricho	Caserío medio	42	10	muy alto
El Guayabo	Caserío medio	47	9	n.d.
Rancho Viejo	Caserío medio	35	8	n.d.
Potrerillos	Caserío medio	23	5	n.d.
La Higuera	Caserío medio	8	3	alto
Los Guajes	Caserío medio	8	3	muy alto
El Ranchito	Caserío medio	7	2	n.d.
San Hilario	Caserío medio	8	1	n.d.
Barranca del perro	Caserío medio	6	1	n.d.
El Atascadero	Caserío chico	3	1	n.d.

La Tocusera	Caserío chico	1	1	n.d.
Arroyo de San Rafael	Caserío chico	n.d.	n.d.	n.d.
El Gavilán	Caserío chico	n.d.	n.d.	n.d.
El Puerto del Jazmín	Caserío chico	n.d.	n.d.	n.d.
El Sesteo	Caserío chico	n.d.	n.d.	n.d.
Los Póporos	Caserío chico	n.d.	n.d.	n.d.

Figura III.4. Población de las localidades con más habitantes en la cuenca Poturo entre 1970 y 2010.

Fuente: INEGI (2010)



Viviendo en poblados remotos, los habitantes de la cuenca solían poner en práctica estrategias ancestrales de manejo de recursos naturales. Sin embargo, desde mediados del siglo anterior, dicho aprovechamiento empezó a cambiar rápidamente bajo la presión de las actividades productivas de nuevos modelos económicos, generando altos niveles de pobreza y abandono (Toledo, 2003b). Un ejemplo recurrente de ello fueron las políticas implementadas durante el gobierno del presidente Echeverría (1970-1976), como el *Programa Nacional de Desmontes* y el de *Ganaderización*, a partir de los cuales se financió el cambio de cubierta de la vegetación local a cultivos o pastizales. Debido a ello, se les atribuye ser el principal factor de la deforestación de los bosques tropicales del país (Paré, 1995; Castillo *et al.*, 2009).

Más recientemente, a partir de un diagnóstico desarrollado por el Grupo Balsas (2010), se sabe que existe una aplicación excesiva de agroquímicos y que los hatos vacunos son liberados tanto en áreas de uso común -que incluye manantiales y áreas ribereñas-, como en las parcelas de cultivo cuando la cosecha ha sido levantada. Esto podría ser un factor causal de importantes transformaciones en la cubierta del suelo.

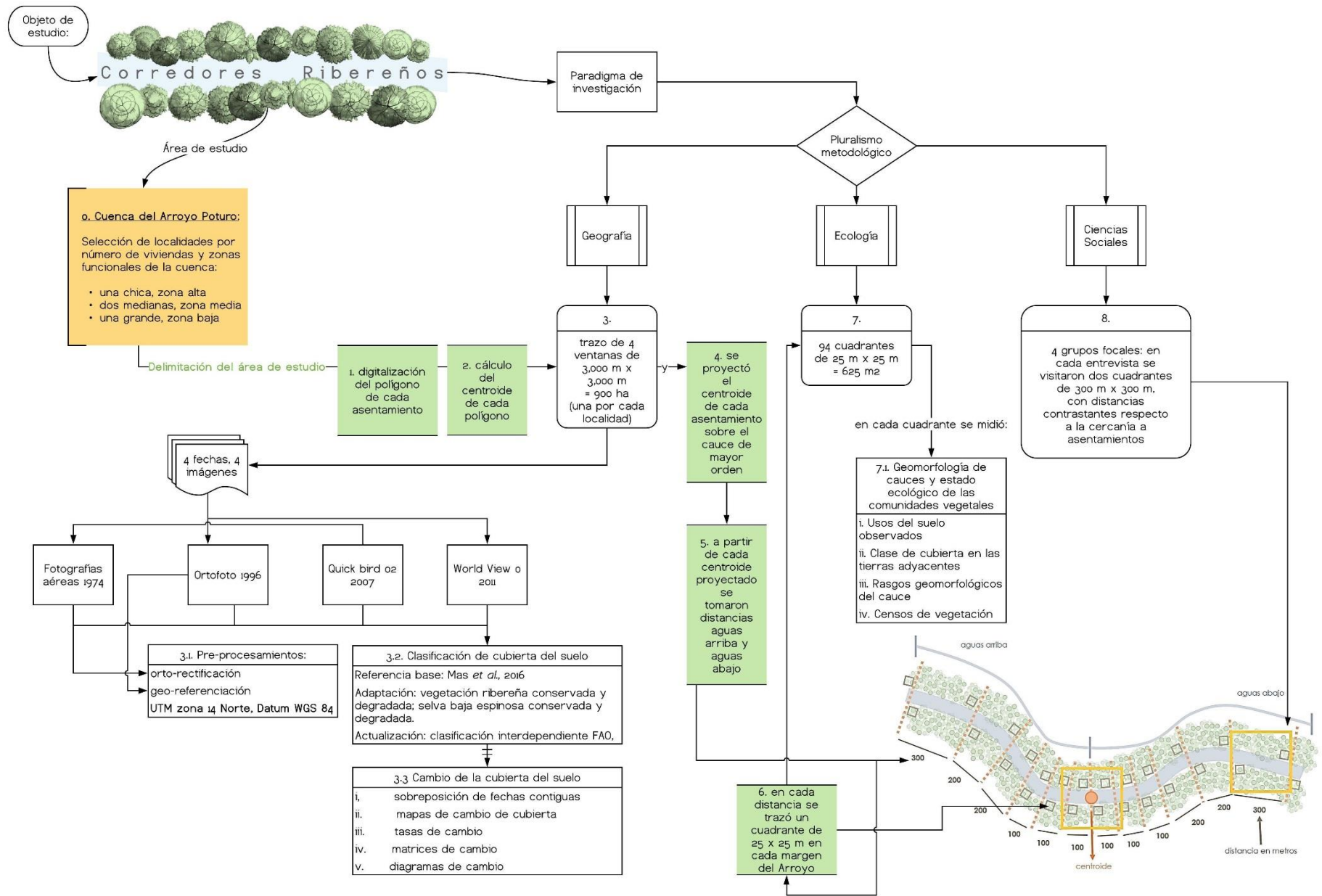
3.2. Abordaje de la investigación

El abordaje de la investigación se basó en las premisas del pluralismo metodológico (ver Capítulo II), de modo que se integraron métodos provenientes de la geografía, la ecología y las ciencias sociales, para atender los tres objetivos específicos mediante:

1. El análisis espacio-temporal de la cubierta del suelo, abordada con herramientas de percepción remota;
2. La valoración de la condición ecológica de los corredores ribereños a diferentes distancias de los asentamientos, determinada a partir de la caracterización de comunidades vegetales, geformas del cauce del arroyo principal y usos de suelo adyacentes; y
3. El registro del conocimiento local de los cambios, para comprender con mayor profundidad las causas de los mismos.

El estudio fue conducido bajo los siguientes principios que Barker y Pistrang, (2005) sugieren para el pluralismo metodológico: (i) la explicación de su contexto y propósito; (ii) el uso de métodos apropiados, que responden a las preguntas generadas; (iii) la transparencia en la descripción y especificidad de los procedimientos empleados; (iv) el cuidado del trato ético hacia los participantes; y (v) el reconocimiento de la importancia a los resultados derivados de cada metodología, procurando hacer una contribución al conocimiento. El esquema general del abordaje de la investigación se muestra en la Figura III.5.

Figura III.5. Esquema metodológico aplicado para el desarrollo de la presente tesis.



3.2.1. Diseño de muestreo

Selección de localidades

La subcuenca del Arroyo Poturo cuenta con diecinueve localidades rurales, de las cuales, sólo diez resultaron apropiadas para este estudio (\geq a cinco viviendas) y cuentan con información censal detallada (Cuadro III.6). Se seleccionaron cuatro localidades ubicadas en los sectores alto, medio y bajo de la cuenca (Cuadro III.7). Debido a la presencia de dos asentamientos medianos y contiguos en el sector medio de la cuenca, se asumió que los procesos de uno pueden influir sobre el otro, por lo que ambos fueron incluidos en la investigación.

Cuadro III.7. Características de las localidades consideradas en el estudio

Localidad	Ejido	Número de viviendas	Categoría de tamaño	Sector de la cuenca	Altitud del centroide (msnm)
El Olvido	Poturo	17	Chica	Alto	655
Las Juntas de Poturo	Las Juntas de Poturo	38	Mediana	Medio	460
Santa Rosa	Santa Rosa	27	Mediana	Medio	444
La Candelaria	Las Pilas	70	Grande	Bajo	256

Cada localidad constituyó el centro de una ventana de 3 km por 3 km, en la que se analizaron los cambios de cubierta del suelo (Objetivo 1). Así mismo, cada localidad fue el punto de partida de dos transectos de 1000 m aguas arriba y 1000 m aguas abajo sobre la línea de drenaje, en los que se obtuvieron datos directos para establecer la condición actual de la vegetación (Objetivo 2). El trabajo del Grupo Balsas A.C. en el área de estudio hizo posible el contacto con los ejidos y comunidades habitantes de la cuenca. Las autoridades ejidales y técnicos comunitarios de cada localidad, participaron activamente en el levantamiento de datos en campo; así como en la conformación de los cuatro grupos focales (uno por localidad) con personas mayores para recuperar el conocimiento local sobre los cambios en el corredor ribereño (Objetivo 3).

3.2.2. Determinación de la cubierta del suelo (objetivo 1)

a) Imágenes y procesamiento

Los cambios de cubierta del suelo en los corredores ribereños y en las tierras altas adyacentes, se identificaron mediante la digitalización e interpretación de cuatro imágenes satelitales, tres ortofotos y tres fotografías aéreas correspondientes a cuatro fechas (años 1974, 1996, 2007 y 2011; Cuadro III.8). Las fechas fueron seleccionadas de acuerdo a la disponibilidad de imágenes con la resolución necesaria para la identificación de corredores ribereños, en el periodo comprendido en las últimas cinco décadas.

Cuadro III.8. Características técnicas de las imágenes usadas

Atributo	Año			
	2011	2007	1996	1974
<i>Fuente</i>	Google Earth	ESRI	INEGI	INEGI
<i>Tipo de Imagen</i>	World View 0	QuickBird 02	Ortofoto	Fotografías aéreas
<i>Resolución (m)</i>	0.5	0.6	2	1
<i>Escala</i>	1:10,000	1:10,000	1:10,000	1:20,000
<i>Mes de la imagen:</i>				
Ventana El Olvido	abril y mayo	marzo	enero	marzo
Ventana Las Juntas de Poturo	mayo	marzo	enero	marzo
Ventana Santa Rosa	noviembre	marzo	enero	marzo
Ventana la Candelaria	noviembre	marzo	enero	marzo

Las fotografías aéreas del año 1974 carecían de referencia espacial, por lo que fue necesario asignarles un sistema de coordenadas. Con apoyo del software ILWIS 3.3 Academic, las imágenes fueron ortorrectificadas y unidas en un mosaico para generar una ortofotografía. Todas las imágenes quedaron con proyección UTM y sistema de coordenadas WGS 84 14N.

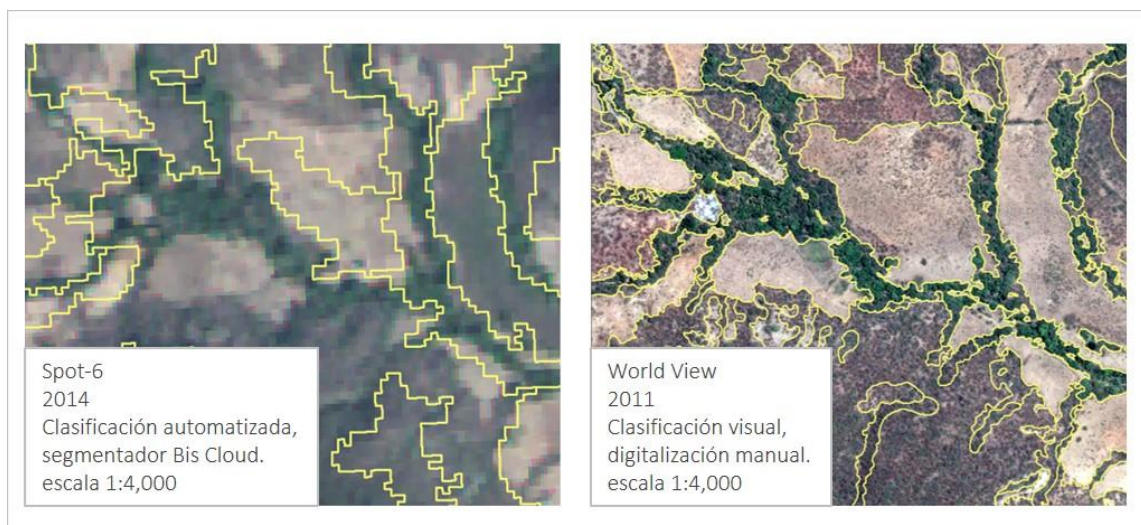
Además, dado que el patrón de drenaje es una de las referencias espaciales más importantes para ubicar la presencia de corredores ribereños, se procedió a digitalizar a escala 1:5,000 las corrientes de agua en cada ventana. Para ello, en el sistema de información geográfica se desplegaron: (i) las imágenes satelitales o fotografías aéreas, dependiendo de cada fecha; (ii) se añadieron las capas de información geográfica correspondientes a la red hidrográfica (1:50,000) y las curvas de nivel (cada

20 m) -ambas obtenidas del portal del INEGI-; y finalmente (iii) en un nuevo *shapefile* con identidad geométrica de polilínea, se trazó cada línea del patrón de drenaje.

b) Diferenciación y clasificación de cubiertas

Al inicio del proyecto, la diferenciación de los tipos de cubierta se realizó mediante un proceso de segmentación automatizado, que agrupa los píxeles espectralmente semejantes en una imagen digital, generando objetos sencillos de identificar (Blaschke, 2010). En este caso, el criterio de agrupación fue la homogeneidad espectral, y se llevó a cabo en la nube BisCloud para imágenes *SPOT-6* del año 2014, con 5 m de resolución. Los objetos obtenidos fueron sometidos a pruebas estadísticas, haciendo una comparación con los valores espectrales de una clasificación anterior (2007), obtenida a partir del proyecto *Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación del Estado de Michoacán* (Mas *et. al.*, 2016). En dicho análisis, se excluyeron los valores atípicos asociados a distintas clases de cubierta, asumiendo que estos eran cambios en el paisaje (Radoux y Defourny, 2010). Sin embargo, en la verificación de campo, la clasificación obtenida mediante este procedimiento para la vegetación ribereña no coincidió con lo observado, por lo que se decidió realizar una clasificación visual (Figura III.6).

Figura III.6. Comparación de imágenes y métodos de clasificación



La clasificación visual de los tipos de cubierta fue realizada en cuadrantes de 9 km² en torno al centroide¹ de cada localidad. Para ello, el polígono de cada asentamiento fue delimitado a partir de las viviendas observadas a escala 1:5,000 en la imagen satelital más reciente (*WorldView 01*, 2011) con apoyo del software ArcGIS 10.3. Posteriormente se calculó el centroide de cada asentamiento, alrededor del cual se trazó un polígono regular de 3 km x 3 km, al que en lo sucesivo se le denominará *ventana*. Así, el centroide de cada asentamiento es el centro geométrico de cada ventana (Anexo A, Mapa vi. *Cuenca Arroyo Poturo, Diseño de muestreo: selección de localidades*).

Dentro de cada ventana se delineó el contorno de los diferentes tipos de cubierta, digitalizándolos a una escala aproximada de 1:1,000 con un área mínima cartografiada de 16 m². Esto se llevó a cabo sobre la imagen satelital *QuickBird 02*, del año 2007, usando como referencia visual el mapa a escala 1:50,000 del estado de Michoacán (2007), generado en el proyecto de *Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación* (Mas et al., 2016).

La selección de clases de cubierta se hizo con base en la leyenda del mapa anteriormente mencionado. Sin embargo, de acuerdo al objeto de estudio de la presente tesis y a las verificaciones en campo, se agregaron dos clases adicionales: *vegetación ribereña* y *bosque espinoso*.

La interpretación y diferenciación (Chuvieco, 2008; Figura III.7; Cuadro III.9) entre tipos de cubierta se llevó a cabo a partir de las siguientes características:

- i. *Forma*: los objetos con líneas ortogonales fueron identificados generalmente como cubiertas antrópicas, mientras que la mayoría de los objetos de contornos irregulares fueron reconocidos como cubiertas naturales;
- ii. *Tono*, considerando el brillo o color de los píxeles de la imagen, los tonos más oscuros fueron relacionados con mayor densidad de copas;
- iii. *Textura*, refiriendo a la variación de tonos en un objeto delimitado, en donde áreas homogéneas muestran la imagen en dos dimensiones, mientras que aquellas de tonos contrastantes dan un efecto de profundidad, fue relacionada a la altura de las clases de

¹ El centroide es el centro de masa o equilibrio de una superficie bidimensional cerrada o un sólido tridimensional, en donde se intersectan todos sus hiperplanos en partes de igual dimensión o volumen (<http://mathworld.wolfram.com/>)

cubierta y distancia entre individuos de comunidades vegetales, siendo útil para distinguir entre tipos de vegetación; y

- iv. *Patrón de distribución*, tomando en cuenta su ubicación altitudinal, rasgos hidrográficos y la asociación a otros elementos reconocibles de la imagen, como en el caso de superficies sin vegetación aparente, cuando se encontraron en una línea de drenaje y rodeadas de vegetación ribereña fueron denominadas *cauce activo*.

Así mismo, cada tipo de vegetación fue separado en dos estados: (a) conservado, cuando presentó un patrón espacial de agregación; o (b) degradado, cuando su distribución fue dispersa (Figura III.8).

Figura III.7. Ejemplo de características de las imágenes para interpretar cubiertas

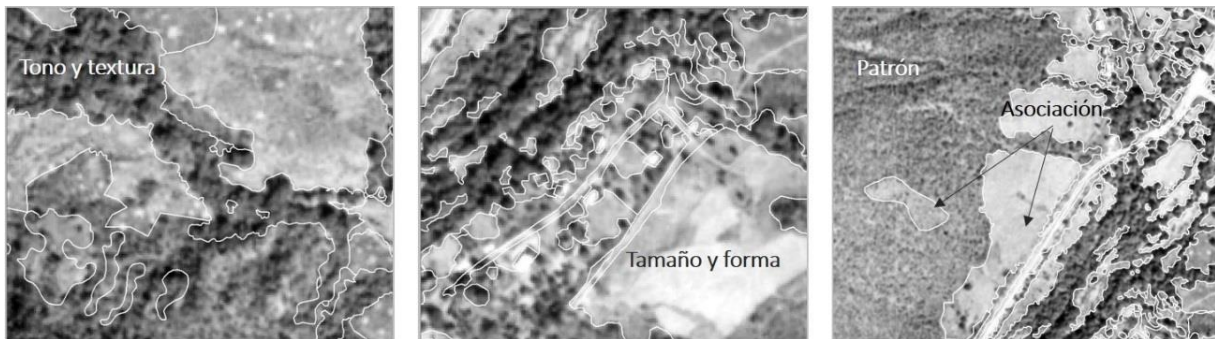
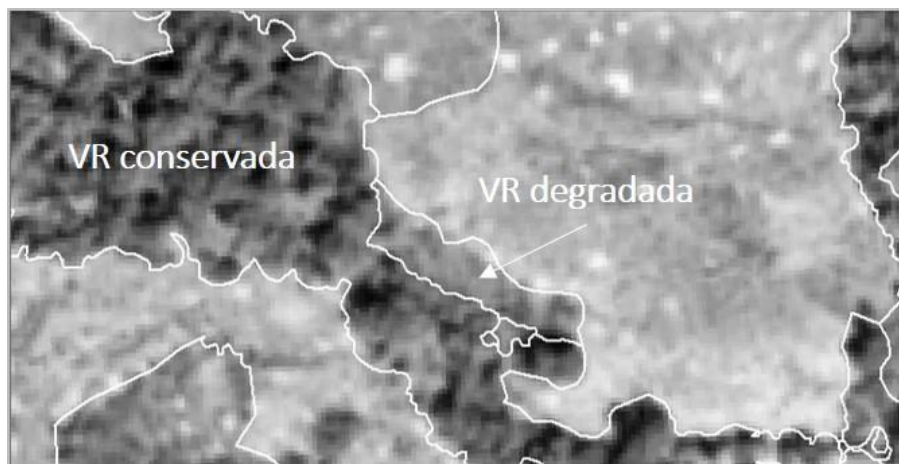


Figura III.8. Ejemplo de contraste entre vegetación ribereña conservada y degradada



Cuadro III.9. Criterios de interpretación para las clases de cubierta utilizadas en este estudio

<i>Clase</i>	Criterio de interpretación
<u>Cubiertas antrópicas</u>	
<i>Cultivos bajo riego</i>	Polígonos más o menos regulares con límites claramente distinguibles, en los que hay una cubierta homogénea con tono oscuro.
<i>Cultivos de temporal</i>	Polígonos más o menos regulares con límites claramente distinguibles en los que hay una cubierta homogénea con tono claro.
<i>Asentamientos humanos</i>	Polígonos regulares de tamaño semejante entre sí, de tono oscuro. Cada casa fue digitalizada de forma individual.
<i>Caminos</i>	Objetos lineales de diverso grosor y longitud, asociados a los asentamientos y a campos de cultivo
<i>Huertos</i>	Objetos irregulares de tono oscuro (asumido como una copa con densidad de ramas alta), textura contrastante, generando un efecto de altura mayor al de las casas. Asociados, por su proximidad, a los asentamientos
<u>Cubiertas vegetales</u>	
<i>Bosque de encino conservado</i>	Superficies irregulares de tono oscuro (interpretado como una densidad alta de copas), textura contrastante, generando un efecto de altura un poco menor al de la vegetación ribereña, con una separación de individuos mediana. Asociados a las curvas de nivel entre los 800 a 1400 msnm.
<i>Bosque de encino degradado</i>	Mismas características del bosque de encino descrito, pero con mayor apertura del dosel.
<i>Bosque tropical caducifolio conservado</i>	Superficies irregulares de tono claro (interpretado como una densidad mediana de copas), textura más homogénea,

generando un efecto de altura promedio un poco menor al del bosque de encino, con individuos cercanos entre ellos. Asociadas a las curvas de nivel entre los 360 a 800 msnm.

Bosque tropical caducifolio degradado

Mismas características del Bosque tropical caducifolio conservado, pero con mayor apertura del dosel.

Bosque espinoso conservado

Superficies irregulares de tono claro (interpretado como una densidad baja de copas), textura homogénea, generando un efecto de altura promedio más baja que el bosque tropical caducifolio, con individuos muy separados entre sí. Asociadas a las curvas de nivel entre los 180 a 360 msnm.

Bosque espinoso degradado

Mismas características del Bosque espinoso conservado, pero con mayor apertura del dosel.

Vegetación ribereña conservada

Superficies irregulares de tono muy oscuro (interpretado como una densidad muy alta de copas), textura muy contrastante, generando un efecto de altura promedio más alta que cualquier tipo de vegetación, con individuos muy cercanos entre sí. Asociadas a las redes de drenaje.

Vegetación ribereña degradada

Mismas características de la vegetación ribereña conservada, pero con una distribución espacial más dispersa. Debido a la dificultad para diferenciar este tipo de vegetación de la vegetación no ribereña adyacente, fue necesario un procedimiento adicional a la interpretación visual (Figura III.8, inciso 3.2.2.1.c).

Otras cubiertas

Cauce activo

Superficies irregulares de color blanco, con textura medianamente homogénea, generando un efecto de aspecto rocoso. Asociadas a las líneas de drenaje, generalmente rodeadas de vegetación ribereña.

Cuerpos de agua

Superficies irregulares de tono oscuro, con textura totalmente homogénea. Hubo muy pocos polígonos de esta clase, siendo el más grande el de la Presa del Cueramal.

Suelo desnudo

Superficies irregulares de tono muy claro, con textura homogénea. Se encontraron asociados a cualquier clase de cubierta.

Una vez trazadas las cubiertas correspondientes al año 2007 en cada ventana, se usó el método de clasificación interdependiente (FAO, 1996), para digitalizar las cubiertas de las fechas 2011, 1996 y 1974. Este procedimiento consiste en poner la digitalización-base (en este caso la del 2007) sobre otra imagen satelital o fotografía aérea de una fecha posterior o anterior, y trazar o corregir únicamente las transformaciones en dimensión y forma de los polígonos para cada clase. Esto disminuye la probabilidad de errores de empalme de cubiertas entre una fecha y otra para calcular, en un análisis posterior, los cambios de cubierta de suelo.

Aunque para cada ventana se digitalizaron las cuatro fechas, en el análisis espacial se emplearon únicamente los años 1974, 1996 y 2011, dada la cercanía temporal entre 2007 y 2011 y el tiempo limitado para su procesamiento posterior.

c) Reducción de confusiones en la vegetación ribereña

Asumiendo que el área ribereña se mantiene constante en el tiempo, y lo único que cambia es el estado de conservación de la vegetación o la cubierta de suelo sobre la misma, se generó un mapa de vegetación ribereña potencial. Esto se llevó a cabo para evitar confundir la vegetación ribereña degradada (VRD) con la *vegetación no-riberaña adyacente*, que puede ser bosque de encino, bosque tropical caducifolio o bosque espinoso, en estado conservado o degradado. Para ello se seleccionó, exportó y unificó la *vegetación ribereña conservada* digitalizada en imágenes de todos los años, creando una nueva capa denominada *vegetación ribereña potencial* (VRP). Esta fue sobrepuesta a la capa de cada ventana para cada fecha y, a partir de una sobreposición geométrica se obtuvo todo lo que en la digitalización original era *vegetación adyacente no ribereña* y coincide espacialmente con la VRP. A los polígonos de dichas intersecciones se les clasificó como *vegetación ribereña degradada*,

de modo que cada digitalización fue actualizada con dicho tipo de cubierta para su fecha correspondiente. Este procedimiento permitió inferir la ubicación de la vegetación ribereña degradada en la fecha más antigua (que de otra forma no habría sido posible estimar), así como tener un criterio constante de clasificación de la misma. Una vez actualizadas todas las capas con la clase VRD, se obtuvieron dieciséis digitalizaciones finales: cuatro ventanas en cuatro fechas diferentes. Para graficar los concentrados de área, se agruparon las clases de cubierta como se muestra en el Cuadro III.10.

Cuadro III.10. Reordenamiento de tipos de cubierta para el reporte de datos

<i>Reclasificación</i>	<i>Clases que integra</i>
<i>Vegetación ribereña conservada</i>	Ídem
<i>Vegetación ribereña degradada</i>	Ídem
<i>Vegetación adyacente conservada</i>	Bosque de encino, Bosque tropical caducifolio y Bosque espinoso, todos en estado conservado
<i>Vegetación adyacente degradada</i>	Bosque de encino, Bosque tropical caducifolio y Bosque espinoso, todos en estado degradado
<i>Asentamientos e infraestructura</i>	Asentamientos (viviendas), Caminos, Presa del Cueramal
<i>Cultivos de temporal</i>	Ídem
<i>Sin vegetación aparente</i>	Cauce activo y Suelo desnudo

d) Análisis del cambio de la cubierta del suelo

Las tasas de cambio fueron estimadas de acuerdo a la ecuación propuesta por la FAO (1996):

$$\delta = \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^{1/n} - 1$$

Donde δ es la tasa de cambio (que se multiplica por 100 para expresar valores porcentuales)

S_1 es la superficie en la fecha 1

S_2 es la superficie en la fecha 2

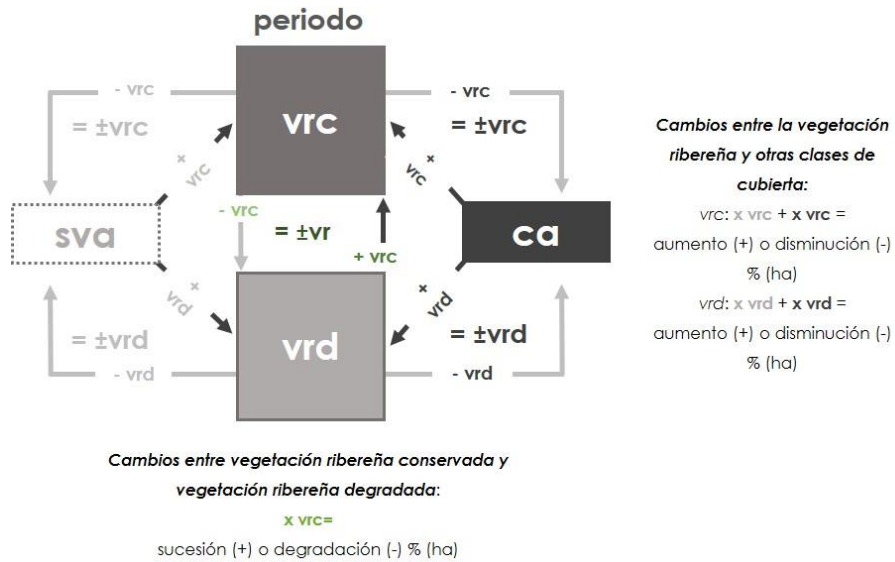
n es el número de años entre las dos fechas

Para el cálculo de tasas de cambio se hizo modificaciones a la agrupación de clases del Cuadro III.10, de modo que las categorías *camino* y *cauce activo* fueron separadas para identificar si hay alguna relación con la dinámica de cambio de la vegetación ribereña. Además, para cada ventana se confeccionó la tabulación cruzada de cubiertas entre dos fechas contiguas, que es un procesamiento de datos fundamental para el análisis de la transformación del paisaje (Pontius *et. al.*, 2004). El cómputo de las mismas fue producto de la intersección de pares de capas, sobreponiendo una fecha con la anterior. Esto arrojó un archivo con la superficie de las permanencias y cambios de cada clase, obteniendo la información del Cambio de la Cubierta del Suelo (CCS) para los periodos de 1974 a 1996 y de 1996 a 2011. Los datos resultantes se ordenaron en matrices de cambio, en donde las categorías del mapa en el tiempo 1 se disponen en renglones, mientras que las del tiempo 2 se acomodan en columnas. De esta manera, en las celdas de la matriz es posible observar el área que se ha conservado (elementos diagonales) o ha cambiado (elementos fuera de la diagonal) en el periodo comprendido entre dos fechas. Las matrices de cambio fueron resumidas agrupando las clases de asentamientos, caminos, cultivos, huertos y presa en la categoría *cubierta antrópica*, y las clases cauce activo, cuerpos de agua y suelo desnudo en la categoría *sin vegetación aparente*. A partir de las matrices de cambio, se identificaron siete procesos principales: (i) *deforestación*, cuando la vegetación ribereña o adyacente, tanto conservada como degradada, fueron transformadas en cubierta antrópica; (ii) *pérdidas*, cuando la vegetación ribereña o adyacente, tanto conservada como degradada, cambió a sin vegetación aparente; (iii) *degradación*, cuando la vegetación ribereña o adyacente conservada cambió a vegetación degradada; (iv) *permanencias*, cuando la cubierta se mantuvo de una fecha a otra; (v) *revegetación*, cuando las cubiertas antrópicas cambiaron a vegetación conservada o degradada; (vi) *sucesión*, cuando la vegetación ribereña o adyacente degradada cambió a conservada; y (vii) *otros*, cuando hay cambios entre las cubiertas antrópicas y sin vegetación aparente (Figura III.9). Dichos procesos fueron representados cartográficamente en mapas de CCS, uno para cada ventana y periodo comparativo. Además, se generó una gráfica con la sumatoria de la superficie de cada tipo de proceso. Con el fin de reportar los resultados más relevantes, se hicieron diagramas a partir de las matrices de cambio con las siguientes categorías: (i) vegetación ribereña conservada (vrc); (ii) vegetación ribereña degradada (vrd); (iii) sin vegetación aparente; y (iv) cubierta antrópica. Los valores entre una clase y otra fueron expresados en porcentajes de superficie de cambio en relación al total de la ventana (Figura III.10).

Figura III.9. Procesos de cambio de cubierta en las ventanas de estudio



Figura III.10. Diagrama resumen de *matrices de cambio exclusivas de la vegetación ribereña (vr)*, donde las flechas representan la dirección del cambio entre una clase de cubierta y otra. Mientras que las flechas en gris claro indican un cambio que implica degradación o pérdida de superficie de vr entre una fecha y otra, las flechas en gris oscuro indican recuperación de superficie de vr, ya sea degradada o conservada.



Para reportar los datos finales de la superficie de VR conservada o degradada, ya sea en relación al tipo de cubierta *sin vegetación aparente* o *cubierta antrópica*, se restó la superficie correspondiente a la VR que disminuyó. Cuando los valores finales son negativos representan pérdidas y cuando son positivos significan ganancias.

3.2.3. Geomorfología de cauces y estado ecológico de comunidades vegetales (Objetivo 2)

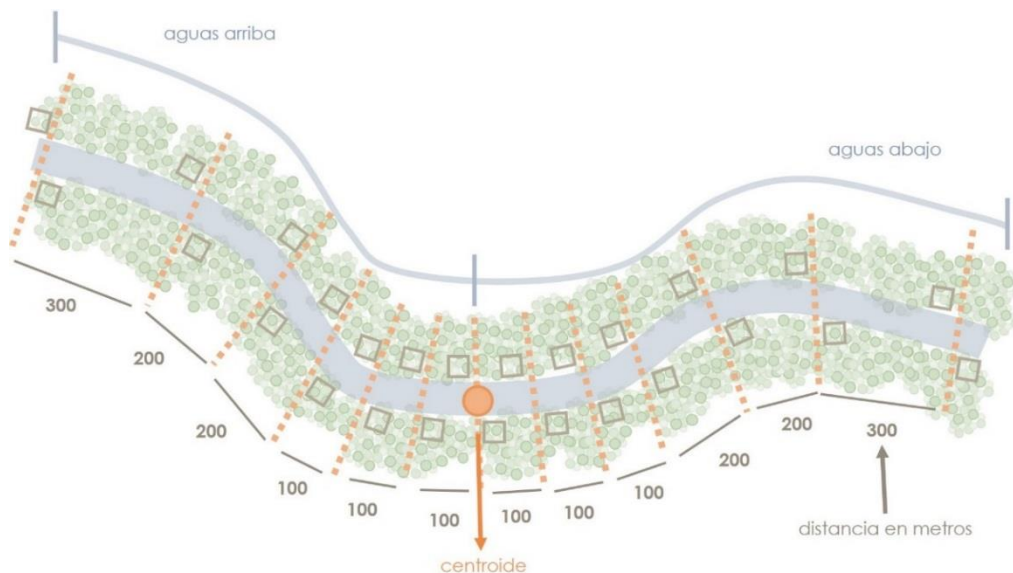
a) Generación de datos

Los cambios en la vegetación ribereña en función de la distancia a los asentamientos, fue valorada mediante el muestreo de las comunidades vegetales ribereñas presentes aguas arriba y aguas abajo de cada localidad.

Se realizaron censos de vegetación en cuadrantes de 25 m x 25 m (625 m²), ubicados a ambos márgenes del cauce del Arroyo Poturo. Los cuadrantes fueron posicionados a distancias predeterminadas desde los 100 m hasta los 1000 m –tanto aguas arriba como aguas abajo-, a partir del punto imaginario proyectado sobre el cauce (paralelo al centroide de los asentamientos), como se esquematiza en la Figura III.11.

Figura III.11. Diagrama de distancias consideradas a partir del centroide de cada asentamiento.

Elaboración propia



En gabinete, con apoyo del sistema de información geográfica ArcGIS 10.3, se proyectó el centroide del polígono de cada asentamiento sobre el cauce de mayor orden, para usarlo como punto de referencia en la ubicación de los cuadrantes. A partir de ahí se tomaron las distancias asignadas aguas arriba y aguas abajo, colocando dos cuadrantes en cada marca, uno en cada margen del cauce. Posteriormente se obtuvieron los centros geométricos de cada cuadrante, generando una capa y una

lista de coordenadas para poder ubicarlos en el levantamiento de datos en campo. Debido al empalme entre las ventanas de las localidades Las Juntas de Poturo y Santa Rosa, en total se trazaron 94 cuadrantes (Cuadro III.11). La capa de los cuadrantes fue sobrepuesta a las digitalizaciones de cubierta. Adicionalmente se delimitó un área buffer de 50 m de ancho a cada lado del cauce para abarcar las cubiertas en las tierras adyacentes. Con esta información, se imprimieron los mapas de campo para verificar que las cubiertas identificadas en gabinete coincidieran con las observadas en campo.

Cuadro III.11. Conteo de cuadrantes por ventana

Ventana	Número de cuadrantes
Las Juntas de Poturo	16
Zona de empalme entre LJP y SR	10
Santa Rosa	16
La Candelaria	26

En cada cuadrante se registraron las siguientes características (Anexo C., apartado xxxii. *Planilla de levantamiento de datos*):

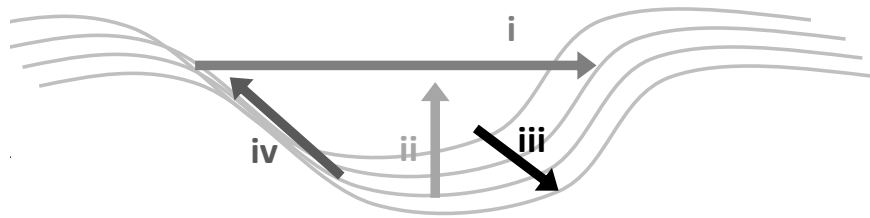
Usos del suelo: se identificó la presencia/ausencia de: Viviendas locales, huertos, parcelas de temporal, parcelas de riego, potreros, corrales, colecta de productos forestales no maderables (ramas, hojas y frutos), extracción de leña, extracción de áridos (tierra y materiales), extracción de agua, libre pastoreo y sesteo, tránsito de personas y animales, tránsito de vehículos, uso recreativo o estético (día de campo).

Clase de cubierta en las tierras adyacentes: con el mapa de campo, se verificaron *in situ* las clases de cubierta adyacentes a los cuadrantes de muestreo, identificadas previamente en las digitalizaciones (Cuadro III.9).

Rasgos geomorfológicos del cauce: se seleccionaron los parámetros para la caracterización del cauce de acuerdo a su relevancia para explicar la dinámica hidrológica en la línea de drenaje y tipo de vegetación (Jewett *et. al.*, 2004). La geometría del cauce (Figura III.12) adyacente a los cuadrantes fue descrita por:

- (i) ancho del cauce (m), medido con una cinta extensible de 50 m
- (ii) profundidad máxima (cm), medida con una cinta métrica
- (iii) pendiente longitudinal ($^{\circ}$), medida con clinómetro
- (iv) pendiente del área ribereña ($^{\circ}$), a partir del cálculo trigonométrico entre la profundidad y la distancia
- (v) tipo de lecho, de acuerdo a la clasificación de Rosgen (Cuadro II.1, Capítulo II).

Figura III.12. Diagrama de parámetros geomorfológicos usados para describir la geometría del cauce. Elaboración propia.



Censos de vegetación: Dentro de cada cuadrante, todos los individuos arbóreos de altura superior a 1.30 m de alto y diámetro a la altura del pecho ≥ 1 cm de perímetro, fueron medidos. Se tomaron 3 muestras botánicas (con hojas maduras, flor y fruto) de cada especie, ya sea identificada por su nombre común o con un nombre asignado para su diferenciación y posterior secado e identificación. El material vegetal fue prensado y acondicionado en el lugar para su traslado a laboratorio, en donde fue secado durante de 72 a 168 horas. Las determinaciones del material vegetal colectado fueron realizadas con asesoría del Mtro. Juan Martínez, el Dr. Guillermo Ibarra y la Dra. Guadalupe Cornejo, adscritos al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (UNAM, Campus Morelia). Durante el procedimiento de secado y determinación se integraron tres colecciones para ser entregadas en: (i) el Herbario Nacional, (ii) el Herbario de Pátzcuaro y (iii) a los ejidos participantes en el estudio.

b) Análisis de la geomorfología de cauces y de la condición ecológica de los corredores ribereños del Arroyo Poturo

Rasgos morfohidrométricos de la cuenca y geometría del cauce principal

A partir del Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.3, se calcularon los principales parámetros morfohidrométricos de la cuenca, correspondientes a la *forma, relieve y red hidrográfica* (Cuadro III.2).

La *forma* se describe a partir de los siguientes parámetros:

- El *área* está definida como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje, que corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas y se expresa normalmente en km².
- El *perímetro* es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas, se mide en unidades de longitud y se expresa en m o km.
- La *longitud de la cuenca* (L) se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.
- El *índice de compacidad de Gravellius* (*Ic*), compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia de la misma área de la cuenca en estudio, a partir del perímetro de la cuenca y tomarlo como el perímetro de la circunferencia. Su coeficiente adimensional, y nunca los valores serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento. Para determinar la forma se calculó:

$$Ic = 0.28 \frac{\text{Perímetro}}{\sqrt{\text{Superficie}}}$$

- El *índice de elongación* (Re) se define como la relación entre el diámetro de un círculo que posea la misma área de la cuenca y cuyo diámetro sea igual la longitud de la cuenca. Cuando el valor de la relación de elongación se acerca a 1, implica que la cuenca es muy plana y circular. Y el Índice de elongación (Re):

$$Re = 1.128 \frac{\sqrt{\text{Superficie}}}{\text{Longitud máx. de la cuenca}}$$

El *relieve* se estima a partir de:

- La *elevación* es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca. De ella dependen en gran medida la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas de un territorio.
- La *pendiente media* es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca
- La *curva hipsométrica* es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca, por medio de una curva tal, que a cada altura le corresponde un respectivo porcentaje del área ubicada por encima de esa altura.

La *red hidrográfica* se caracterizó por los siguientes parámetros:

1. El *orden de la red hídrica*, a partir del orden jerárquico de Strahler (Capítulo II) y la *Densidad de drenaje* (Dd), que relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas:

$$Dd = \frac{\text{Longitud total de corrientes}}{\text{Área de la cuenca}}$$

2. El *tiempo de concentración* es el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas, pero en esta tesis se consideró como:

$$Tc = \left(\frac{(0.87 * Longitud^3)}{cota\ máx. - cota\ mín.} \right)^{0.385}$$

3. La *sinuosidad* es el grado de curvatura del plano del curso de un río o arroyo. Se mide por la relación entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la parte más profunda del cauce y la distancia en línea recta entre ellos. Un cauce en línea recta tiene una sinuosidad de 1, mientras que la de un meandro es de al menos 1.5, se calculó el Índice de Sinuosidad (*J*) a partir de la fórmula propuesta por Schumm (1963):

$$J = \frac{L_j}{L_s}$$

Donde:

L_j es la longitud del cauce siguiendo la topografía

L_s es la longitud del cauce en línea recta

La interpretación de los valores de *sinuosidad* se dio a partir de Morisawa (1985), que modifica la clasificación de Schumm, agregando los valores de anchura y profundidad para la tipología de cauces (Cuadro III.12). La *composición granulométrica* del lecho se estableció bajo los criterios de Knighton (1984) (Cuadro III.13). Finalmente, se usó la tipología de corrientes de Rosgen (1994) para clasificar *la forma general de los cauces* (Cuadro III.14). Los valores promedio de la *pendiente longitudinal*, *pendiente del área ribereña*, el *ancho del cauce*, la *profundidad*, y la relación *ancho/profundidad*, se estimaron a partir de las mediciones *in situ* en cada sector de la cuenca, descritas en el apartado 3.2.3.a. del presente capítulo.

Cuadro III.12. Índices de sinuosidad. Fuente: Morisawa (1985), en Senciales-González, 1998

Tipo de canal	Índice de sinuosidad	Relación ancho/ profundidad	Características
Rectilíneo	< 1.05	< 40	Llevar carga de fondo o de todo tipo, baja actividad de ensanchamiento, alta actividad de incisión
Sinuoso	1.05 – 1.50	< 40	Llevar carga de fondo o de todo tipo, presentan ensanchamiento e incisión
Meandrizante	> 1.50	< 40	Llevar carga en suspensión, ensanchamiento en meandros, incisión del canal
Entrelazado	> 1.80	> 40	Presentan carga de fondo, ensanchamiento de canal
Anastomosado	> 2.00	< 10	Llevar material en suspensión, y generan un lento ensanchamiento en meandros

Cuadro III.13. Relación sustrato tipo de lecho. Fuente: Knighton (1984), en Senciales-González, 1998

Tipo primario	Tipo secundario	Características
Roca cohesiva o coherente	Lecho rocoso	Cobertura no coherente de material inconsolidado; en general, cortos segmentos concentrados en escarpadas cabeceras alargadas
	Lecho limo-arcilloso	Alto contenido de arcilla limosa, con variables grados de cohesión; resistencia controlada por fuerzas interparticulares.
Roca no cohesiva o no coherente	Lecho arenoso	Lecho vivo, compuesto de material arenoso transportado en diversos tipos de descargas.

Lecho de grava	Canales umbral de gruesa grava o guijarros, sólo transportados en altas avenidas.
Lecho de cantos	Compuesto por grandes partículas (> 256 mm) movilizadas infrecuentemente. Cercano al tipo de lecho rocoso.

Cuadro III.14. Criterios generales de la tipología de canales. Fuente: Rosgen (1994), en Naiman *et al.* 2005

Tipo de arroyo	Descripción general	Relación Ancho / Profundidad	Sinuosidad	Pendiente del área ribereña (%)
Aa+	Cursos fluviales con pendiente muy pronunciada, con un valor de encajamiento fuerte, con largos tramos de forma convexa en los que el agua se mueve a gran velocidad, con caudales torrenciales.	<12	1.0–1.1	>10
A	Se encuentra en valles de gran pendiente, y tiene un elevado potencial de transporte de materiales y por tanto una baja sedimentación	<12	1.0–1.2	4–10
B	Presentan pendientes moderadas a ligeramente moderadas, están medianamente encajados, dando lugar a pozas pulidas y rápidos. Las tasas de erosión de las márgenes son normalmente bajas	>12	>1.2	2–3.9
C	Tienen una llanura de inundación bien desarrollada y ligeramente encajada, bajo relieve del canal, las llanuras de inundación bien desarrolladas, pueden ser fácil y rápidamente desestabilizados por inestabilidad de las márgenes o por cambios en los flujos de caudal y/o sedimento	>12	>1.4	<2

D	Corresponden a ríos con un sistema de canales múltiples, se encuentran en relieves y valles relacionados con abanicos deposicionales de elevadas pendientes, Las características de los canales múltiples se despliegan como series de barras e islas sin cobertera vegetal que cambian de posición frecuentemente durante los eventos de escorrentía	>40	N/A	<4
DA	Se componen por un sistema de canales múltiples en los que el agua circula a baja velocidad, Las orillas están constituidas por materiales de tipo granular fino-cohesivo, que tienen una densa vegetación que las hace muy estables	<40	Variable	<0.05
E	Se encuentran ligeramente encajados, se dan en valles aluviales que muestran escasas elevaciones de relieve, se consideran altamente estables ya que poseen llanuras de inundación muy desarrolladas, son sensibles a perturbaciones.	<12	>1.5	<2
F	Pueden presentar elevadas tasas de erosión en sus márgenes, mientras se produce una degradación acelerada de los canales, la erosión proporciona un gran aporte de material	>12	>1.4	<2
G	Las pendientes de canal son generalmente abruptas, se ubican en abanicos aluviales, tienen una elevadísima tasa de erosión de márgenes y por ello un elevado aporte sedimentario	<12	>1.2	2–3.9

A escala de sector de cuenca, los atributos de la geometría del canal fueron comparados para identificar diferencias estadísticamente significativas entre los sectores alto, medio y bajo de la cuenca. Dado que la distribución de datos no correspondió con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se utilizaron pruebas no paramétricas corridas con el paquete

estadístico SPSS®. Se aplicó el ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis, con una prueba de contrastes pareados para n muestras independientes.

Rasgos de la vegetación ribereña del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo

Las características estructurales de la comunidad vegetal ribereña a nivel de cuenca, sector y cuadrante se determinaron con los descriptores indicados en el Cuadro III.15. Para determinar las características generales del corredor ribereño a nivel de cuenca, se computaron los datos de 93 de los 94 porque en uno de ellos no hubo accesibilidad, los cuales revelan condiciones detalladas de la condición ecológica de 7,000 metros lineales de corredor ribereño, con una cobertura en área de 5.8 ha. A nivel de cuenca se consideró la sumatoria de especies presentes en todo el corredor, y los índices de diversidad, así como la densidad promedio considerando el total de ejemplares y la superficie muestreada. Por su parte; los descriptores de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura y área basal se calcularon para el conjunto de ejemplares censados en los 93 cuadrantes, computando los estadísticos descriptivos básicos (promedio, desvío estándar, rango, curtosis y simetría, entre otros).

A nivel de sectores de la cuenca, los cálculos se realizaron con los cuadrantes correspondientes a los sectores alto-El Olvido, medio-Las Juntas; medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria (Anexo C, Mapas xxix, xxx y xxxi). En el sector alto-El Olvido, se procesaron datos de 25 cuadrantes, dado que uno de ellos no pudo ser muestreado por inaccesibilidad. En el sector medio fueron censados 42 cuadrantes, y aunque inicialmente fueron separados entre el sector medio-Las Juntas, la zona de empalme y el sector medio-Santa Rosa (Cuadro III.11), se tomó la decisión de dividir el total de cuadrantes en dos conjuntos de igual magnitud, para así evitar doble conteo de individuos. De manera que, los 21 cuadrantes del norte fueron asignados al sector medio-Las Juntas, y los 21 cuadrantes del sur al sector medio-Santa Rosa. Finalmente, en el sector bajo-La Candelaria, la condición general de la vegetación se describió considerando los 26 cuadrantes muestreados.

La similitud florística entre sectores se determinó con el Coeficiente de similitud de Sørensen-Dice:

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

Donde:

A y B: son el número de especies en las muestras A y B, respectivamente, y

C: es el número de especies compartidas por las dos muestras;

QS: es el cociente de similitud y varía de 0 a 1.

Los datos de los descriptores de la estructura de la comunidad vegetal ribereña por sector, constituyeron la condición de referencia para computar cálculos de *condición relativa* a nivel de cuadrante.

Cuadro III.15. Índices usados para la descripción de la comunidad vegetal ribereña. Fuente: Magurran, 2004

Índice	Fórmula	Descripción
Riqueza de Especies	Número total de especies obtenido por un censo en la comunidad.	Se basa únicamente en el número de especies presentes.
Margalef: D_{Mg}	$D_{Mg} = \frac{(s - 1)}{\ln N}$ s: número de especies presentes N: número total de individuos	Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra.
Menhinick: D_{Mn}	$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ s: número de especies presentes N: número total de individuos	Basado en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumentar al aumentar el tamaño de la muestra.
Índice de diversidad de Simpson	$D = \frac{\sum_{i=1}^S ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$ S: número de especies N: total de organismos presentes n: es el número de ejemplares por especie	Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la presencia de las especies más dominantes.

Índice de diversidad de Shannon-Wiever

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S: número de especies
 p_i : proporción de individuos de una especie i respecto al total de individuos
 n_i : es el número de ejemplares por especie
 N: total de organismos presentes

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección.

Diferencia de Shannon (Dif H')

Dif H' = [H' ref – H' obs]
 H' ref = Log(# de especies)
 H' obs = H' para la unidad muestreada

Para estandarizar el Índice de Shannon con fines comparativos se estableció la diferencia entre el valor de H' de referencia (o máximo) correspondiente a una presencia completamente equitativa de especies, menos el H' observado. A mayor diferencia, menor es la equitatividad de las especies presentes en la unidad de muestreo

Densidad arbórea total (DT) y a diferentes estratos del dosel
 D1=bajo
 D2=medio
 D3=alto y
 D4=muy alto

$D = \frac{\# \text{ de individuos}}{\text{Área muestreada}}$
 D1= # de individuos de 1 a 3 m de altura / área muestreada
 D2= # de individuos de 3.1 a 6 m de altura / área muestreada
 D3= # de individuos de 6.1 a 15 m de altura / área muestreada
 D4= # de individuos >15 m de altura / área muestreada

Grado de ocupación del arbolado de un lugar y tiempo específicos.

Área Basal

$$AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) * DAP^2$$

Este parámetro resulta de expresar en m²/ha, la relación entre las secciones normales de los árboles de un espacio forestal y la superficie de terreno que ocupan

A nivel de cuadrante, se computaron los descriptores indicados en el Cuadro III.15 para cada uno de los 93 censados. Para establecer la *condición ecológica relativa* de cada cuadrante en cada sector de la cuenca, se diseñó un índice de condición ecológica (ICE) integrado por 11 descriptores.

La normalización de los descriptores se logró mediante la expresión del valor de cada descriptor del cuadrante como proporción (razón) del valor del descriptor para el sector completo, de tal modo que:

$$R - \text{indicador } 1 = \frac{\text{valor del indicador en el cuadrante } n}{\text{valor del indicador para el sector}}$$

Así, cada descriptor por cuadrante adquirió un valor de entre 0 y n (pero no mayor a 3), donde los valores:

- cercanos a 0: representaron condiciones del atributo muy por debajo del promedio del sector;
- cercanos a 1: representaron condiciones del cuadrante similares al promedio del sector, y
- mayores a 1: indicaron condiciones del cuadrante por encima del valor promedio del sector

En todos los casos, cuanto mayor es el valor del indicador, mejor es la condición ecológica relativa (*i.e.* en relación con el promedio del sector). En el caso del descriptor de la Diferencia de Shannon (Dif H'), la normalización se realizó igualmente por la razón entre el Dif H' observado y el Dif H' del sector, pero además requirió ser expresada como la diferencia de la unidad (1) para hacer coincidir el sentido del valor (alto/bajo) con el sentido de la condición ecológica (buena/mala). De modo que cuanto mayor es el valor, mejor es la condición ecológica del segmento. Este fue el único indicador que pudo adquirir valores negativos para el caso en que la equitatividad del cuadrante era mucho menor que la equitatividad dando una razón con valor superior a uno, y por lo tanto una diferencia menor a 1 (Cuadro III.16).

Cuadro III.16. Atributos incluidos en el índice de Condición Ecológica medido a nivel de cuadrante

Atributo	Descripción del indicador	Abreviación	Unidad de medida
Riqueza de spp	Riqueza de especies del cuadrante /Riqueza de especies del sector	R-rsp	# de sp
Índice Simpson	Índice de Simpson del cuadrante /Índice de Simpson del sector	R-Sim	adimensional

Diferencia de Shannon normalizada	$\text{Dif } H'n = 1 - (\text{Sh_dif OBS} \text{Dif } H' \text{ del cuadrante} / \text{Dif } H' \text{ del sector})$	R-DifHn	adimensional
Densidad total	Densidad total del cuadrante – densidad total del sector	R-ddtot	Ind ha-1
Densidad 1	Densidad total del estrato bajo del cuadrante/ Densidad del estrato bajo del sector		Ind ha-1
Densidad 2	Densidad del estrato medio del cuadrante/ Densidad del estrato medio del sector	R-db	Ind ha-1
Densidad 3	Densidad del estrato alto del cuadrante/ Densidad del estrato alto del sector	R-dm	Ind ha-1
Densidad 4	Densidad del estrato muy alto del cuadrante/ Densidad del estrato muy alto del sector	R-da	Ind ha-1
Altura	Altura promedio del Sector – Altura promedio del Segmento	Dalt	m
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	DAP promedio del Sector – DAP promedio del Segmento	Ddap	cm
Área basal (AB)	Área basal promedio del Sector – Área basal promedio del Segmento	Dab	m ² ha-1

Los indicadores normalizados de los once descriptores tomaron valores entre -0.50 en (Dif-H'n) y 2, donde los valores bajos indican una condición muy alejada del promedio del sector, y los valores altos reflejan una condición ecológica mejor al promedio del sector. Bajo este criterio, los descriptores fueron clasificados en cuatro condiciones generales:

- Mala: (m) = $X \leq 0.50$
- Regular: (r) = $0.50 < X \leq 0.75$
- Buena: (b) = $0.75 \leq X \leq 1.00$
- Muy buena: (mb) = $X \geq 1.00$

Una vez clasificados se contabilizaron los atributos para cada clase de condición, y se generó el Índice de Condición Ecológica (ICE) del cuadrante X, por el cual:

$$ICE_x = \frac{[(n \text{ atributos } m)(0)] + [(n \text{ atributos } r)(1)] + [(n \text{ atributos } b)(2)] + [(n \text{ atributos } mb)(3)]}{33}$$

La suma de términos ponderados varió entre 0 -cuando los once indicadores mostraron una condición MALA (11 * 0)-, y un máximo de 33 -cuando los once atributos mostraron una condición MUY BUENA (11*3)-. Para normalizar el Índice en un rango de 0 a 1, la suma de términos ponderados fue dividida por un factor de 33.

Los valores de los ICE_x fueron graficados en función de la distancia del cuadrante al centroide de la localidad. Asimismo, la descripción del sector a partir de los ICE_x por cuadrante se realizó clasificándolos como de condición “muy baja” ($ICE_x < 0.20$); “baja” ($0.20 \leq ICE_x < 0.39$), “media” ($0.40 \leq ICE_x < 0.59$), “alta” ($0.60 \leq ICE_x < 0.79$), y “muy alta” ($ICE_x \geq 0.80$).

La hipótesis subyacente es que la condición ecológica será *mala* o *regular* ($ICE_x \leq 0.50$) en los cuadrantes ubicados a la altura del asentamiento humano y sus inmediaciones hasta los 100 m, mientras que las condiciones ecológicas serán *buenas* a *muy buenas* ($ICE_x > 0.50$) en sitios ubicados a más de 200 m desde el asentamiento. Considerando los transectos de 1,000 m aguas arriba y aguas abajo en relación al centroide del asentamiento humano, se espera que los valores del ICE_x se acerquen a una forma de U, o campana invertida.

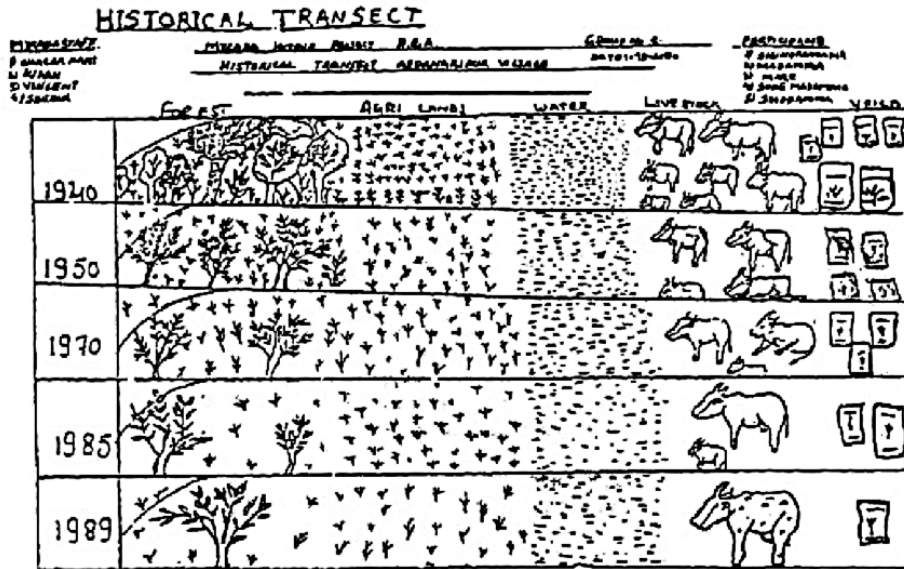
3.2.4. Conocimiento local sobre cambios en la vegetación ribereña (objetivo 3)

a) Generación de datos

El registro de los cambios en los corredores ribereños y las fuerzas que los originaron, se llevó a cabo a partir de la recuperación de la memoria colectiva, realizada con habitantes de cada localidad. Se diseñó una actividad con base en la técnica de Grupo Focal (Merton, 1987), y una adaptación del método de *Transectos Históricos*, desarrollado para la organización india Myrada por Mascarenhas (Mascarenhas, 1991; Figura III.13). Las modificaciones fueron realizadas de acuerdo al contexto de la región, usando como referencia las principales actividades productivas y cubiertas del suelo

(identificadas previamente en el objetivo 1), así como las probables causas de cambio, basado en el conocimiento experto de la Dra. Ana Burgos, generado a partir del desarrollo de proyectos en la región a lo largo de 8 años (Capítulo I, sección 1.5).

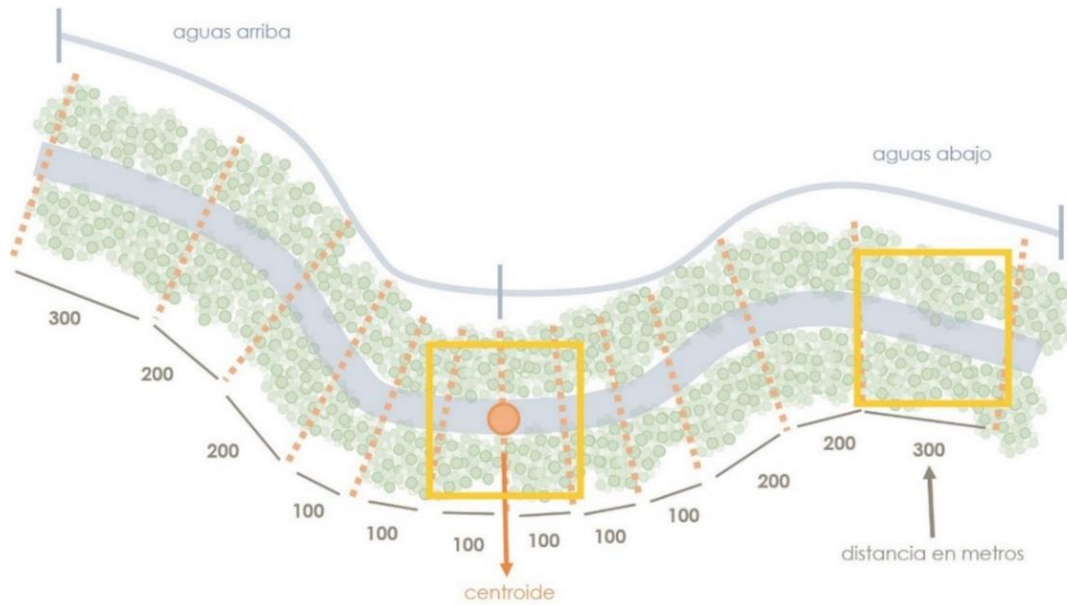
Figura III.13. Transecto histórico para animales, árboles, agua y cultivos, dibujados por pobladores de Ardanarypura y facilitados por miembros de MYRADA. Fuente: Mascarenhas, 1991



Los grupos focales fueron conformados con apoyo de Técnicos Comunitarios, quienes son integrantes del Grupo Balsas y cuentan con un amplio trabajo en la zona. Inicialmente se sugirió una convocatoria que incluyera a tres mujeres y a tres hombres por cada localidad, quienes pertenecieran al rango de edades entre 55 y 65 años, y que además hubiesen vivido en la localidad desde la década de 1970. Sin embargo, por cuestiones de disponibilidad, algunos de los grupos tuvieron distintas proporciones de mujeres y de hombres, y el rango de edad fue de entre 55 y 87 años. En total participaron (i) once mujeres y doce hombres como entrevistados; (ii) cuatro Técnicos Comunitarios y un ayudante externo, quienes colaboraron con la facilitación de las dinámicas aquí descritas; y (iii) la estudiante que escribe la presente tesis, quien diseñó y desarrolló cada uno de los procesos y recorridos. La actividad consistió en un recorrido sobre el margen del segmento de arroyo adyacente a cada localidad, lo que implicó una caminata de ida y vuelta a lo largo de 1 km en cada una de las cuatro localidades (*i.e.* cuatro recorridos). Para favorecer la evocación de momentos pasados, las dinámicas participativas se realizaron *in situ*, aprovechando el valor mnemónico del paisaje físico, en donde la observación del entorno es inmediata y se despliega la relación cotidiana que la gente tiene

con el lugar (Strang, 2010). Así, tomando como referencia el diseño de muestreo para la colecta de datos del segundo objetivo de la tesis, en cada localidad se escogieron dos sitios contrastantes sobre el cauce del arroyo Poturo: (i) el más lejano al centroide del asentamiento; y (ii) el más cercano, con un límite de distancia de 1 km (Figura III.14.).

Figura III.14. Diagrama de sitios considerados en las dinámicas de grupos focales. Elaboración propia.



En compañía de cada grupo focal, los trayectos iniciaron por los sitios más alejados de los asentamientos para terminar en el centroide de cada ventana de análisis. En cada sitio, el grupo focal fue orientado por una dinámica de rescate de la memoria colectiva, estructurada en cuatro pasos:

PARTE I: Presentación de la estudiante (facilitadora), del proyecto y de la actividad, ante el grupo participante. Se pidió permiso para registrar los nombres y edades de los participantes, así como para grabar el audio de sus testimonios orales durante la dinámica (los participantes estuvieron de acuerdo).

PARTE II: Dinámica rompehielos.

PARTE III: Observación *in situ* del CR en dos sitios, en donde se recurrió a imágenes satelitales, fotografías aéreas y digitalizaciones para contextualizar el desarrollo de la investigación, y se registraron recuerdos colectivos a partir de transectos históricos.

PARTE IV: Comida con los participantes.

La dinámica central del registro de la memoria colectiva fue la observación del CR *in situ*. Una vez en el lugar de estudio, se mostraron las fotografías aéreas e imágenes satelitales de las ventanas de cada localidad (impresas a escala 1:8,500) empleadas en el análisis espacial. En ésta actividad, se dio tiempo para que los participantes identificaran la ubicación de sus casas y cómo ha cambiado el entorno de las mismas entre una fecha y otra.

Posteriormente se explicó el concepto de cubiertas de suelo, además de la finalidad y el proceso de digitalización de las mismas. A continuación, las digitalizaciones (impresas en acetatos) fueron sobrepuestas, primero sobre las imágenes obtenidas por percepción remota, y después únicamente entre sí para distinguir los cambios de superficie entre una y otra. Se prestó mayor atención a los cambios de cubierta en los CR. Una vez evocados los recuerdos personales y colectivos en torno a las fechas en cuestión, se desplegaron las láminas de colecta de información, compuestas por imágenes aéreas y satelitales del segmento de arroyo en el que se lleva a cabo la actividad. Dichas imágenes muestran la superficie dentro de un cuadrante de 300 m x 300 m (impresas a una escala 1:1,400), para cada una de las fechas. Así, las imágenes están ordenadas en una columna, yendo de la más antigua (en la parte superior) a la más actual (en la parte inferior), y entre una y otra hay un espacio para el registro de las causas de los cambios de cubierta (Figura III.15).

Las causas del cambio fueron agrupadas en: (i) *naturales*, debido a que los cauces activos y áreas de inundación de los ríos son ambientes extremos para el establecimiento de especies, tanto a escalas espaciales como temporales (Fetherston *et al.*, 1995); (ii) aquellas generadas por *el uso del territorio*, siendo una de las principales categorías de cambio de los CR, ya que influye en el movimiento del agua, nutrientes y sedimentos (Naiman y Turner, 2000); y (iii) por *procesos institucionales*, pues muchos de los valores y percepciones respecto a los CR se reflejan y retroalimentan en la cultura e instituciones (Naiman *et al.*, 1998). Así mismo, se puso especial énfasis en algunos factores específicos, considerando dentro del conjunto de las causas naturales: *especies invasoras, inundaciones, revegetación y sequías*; dentro de las asociadas al uso del territorio: *casas, cercas, cultivos, extracción de leña, ganado, incendios, reforestación*; y (iii) las relacionadas a las institucionales: *programas de gobierno, acuerdos y desacuerdos comunitarios* (Figura III.16). Así, se solicitó a los participantes que observaran las diferencias en las imágenes entre una fecha y otra, recordaran qué procesos pudieron generar los cambios de cubierta de los CR, y colocaran las

estampas de las causas que ellos, por consenso, asocian a la transformación de los mismos. Los detalles de la dinámica se describen en el Anexo D.

Figura III.15. Ejemplo de láminas para la identificación de causas del cambio de cubierta en la dinámica de transectos históricos. Elaboración propia.

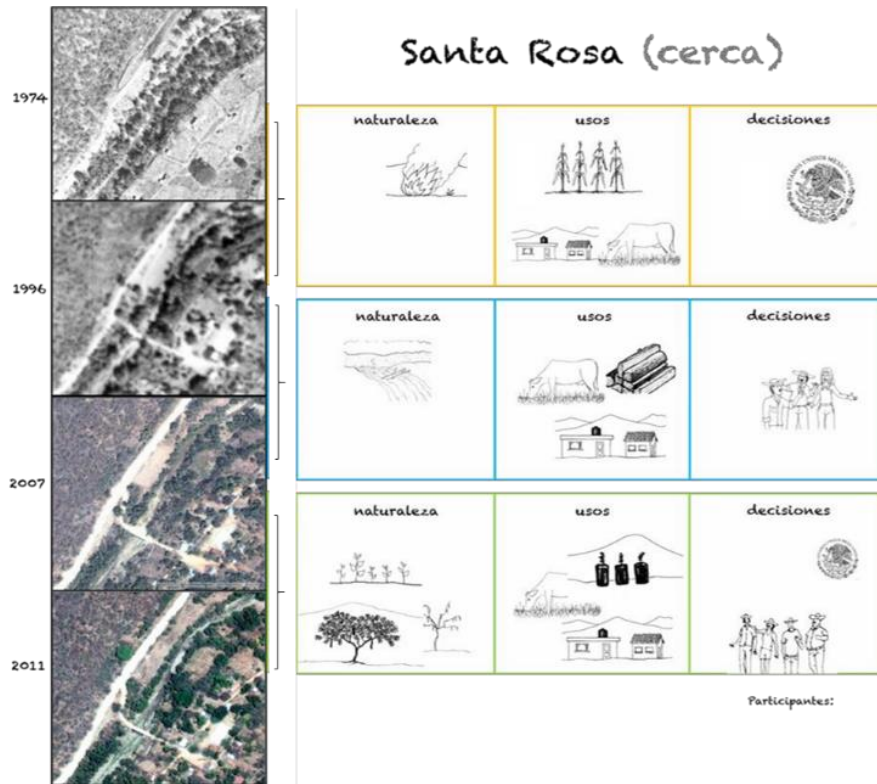


Figura III.16. Imágenes de las estampas con los tipos de causas de cambios en los CR. Elaboración propia, ilustraciones: Carlos Villaseñor

Causas naturales	especies invasoras 	inundación 	revegetación 	sequía
Causas del uso del territorio	casas 	cultivos 	incendios 	reforestar
Causas institucionales	programas del gobierno 	acuerdos 	desacuerdos 	ganado

b) Análisis de datos

Aunque se generaron descripciones para las transiciones entre las fechas 1974-1996, 1996-2007 y 2007-2011, en el análisis de los relatos se consideraron únicamente los cambios entre 1974-1996 y 1996-2011. Esto con la finalidad de correlacionarlos con los resultados del procesamiento espacial previo y debido a la cercanía temporal entre 2007 y 2011. Para explicar contextos, hechos y fenómenos, se categorizó la información obtenida a partir del conjunto de herramientas empleadas - láminas de transectos históricos, grabaciones y notas de campo -. Se organizó la información en: (i) el perfil de los entrevistados; (ii) la narrativa ambiental libre, obtenida durante la dinámica rompehielos; y finalmente en (iii) la narrativa ambiental por transectos históricos. Así mismo, la información de los transectos históricos se agrupó en factores de cambio del corredor ribereño, con las subcategorías: (i) climatológicos y ecológicos; (ii) uso del territorio; (iii) institucionales y decisiones comunitarias. En un apartado diferente, se describieron los usos actuales en el corredor ribereño y se relacionaron con la narrativa registrada durante la dinámica de grupos focales. Finalmente, para responder a los objetivos de la presente investigación se integró la información de la narrativa ambiental con los cambios de cubierta y la condición ecológica de la vegetación con especial énfasis en: (a) el conocimiento local, factores climáticos y aspectos ecológicos; y (b) conocimiento local, cambios de cubierta y uso del territorio.

Capítulo IV. Resultados

La presentación de los resultados se ha organizado en tres apartados de acuerdo a los objetivos particulares de esta tesis. En el primero se delimita y caracteriza cartográficamente a cuatro sectores de la cuenca del Arroyo Poturo, mostrando las superficies obtenidas de la digitalización de cada ventana de estudio, con los respectivos procesos y tasas de cambio entre los periodos considerados (1974-1996 y 1996-2011). En el segundo apartado se presenta el producto de los análisis realizados para determinar la condición ecológica de los 94 cuadrantes caracterizados en campo, para así determinar la relación entre el estado de conservación de los mismos y la distancia a los asentamientos. En el tercero se organiza el conocimiento local capturado para los entretejer los cambios y el estado actual del paisaje ribereño.

4.1. Cambios de cubierta del suelo (Objetivo 1)

4.1.1. Distribución de la vegetación ribereña en la cuenca del Arroyo Poturo

En las ventanas de 900 ha (3 km x 3 km) la superficie de vegetación ribereña (VR) disminuyó considerablemente desde el sector alto-El Olvido hasta la desembocadura en el sector bajo-La Candelaria, donde las geoformas presentaron pendientes menos pronunciadas.

En la ventana del sector alto hubo una mayor superficie de VR asociada a arroyos de primer y segundo orden, que al sumarse con la VR del cauce principal, alcanzaron una superficie de 497.3 ha de VR potencial, equivalente al 55% de la superficie analizada. Sin embargo, en los sectores medio y bajo de la cuenca, la VR potencial se encontró principalmente sobre los bordes del cauce de mayor orden (6°), con una superficie de 224.2 ha (25%) y 219.7 (24%) en las ventanas de las de sector medio-Las Juntas y medio-Santa Rosa respectivamente, y disminuyendo hasta 119 ha (13%) en la ventana del sector-bajo La Candelaria.

Considerando la sobreposición de las fechas 1974 y 1996 como cambio 1 (c1), y la de las fechas de 1996 y 2011 como cambio 2 (c2), el sector alto tuvo un aumento de superficie del 7.4% del área total

de VR en el c1, y un incremento del 1.3% en el c2; en tanto que el sector bajo primero tuvo una revegetación ribereña del 12.2% y luego del 6%.

El sector medio en las ventanas Las Juntas y Santa Rosa, mostró cambios muy menores, indicando una alta estabilidad en la cubierta de la VR. En ambas ventanas se observó una pérdida neta ligera en los 37 años evaluados. Mientras que la ventana Las Juntas tuvo una ligera pérdida de cubierta ribereña en ambos periodos /c1: -0.15%, c2: -2,4%), el sector medio-Santa Rosa mostró primero una revegetación del 0.3% de la superficie ribereña y después una deforestación del -2.3% (Cuadro VI.1). La dinámica de cambio exclusiva del corredor ribereño se explica más adelante, en la sección 4.1.4.

Los sectores medios muestran procesos diferentes. Mientras que el sector medio-alto tuvo dinámicas de pérdida de cubierta ribereña en ambos periodos (c1: - 0.15%, c2: - 2.4%), el sector medio-bajo tuvo primero una revegetación ribereña del 0.3% y después una deforestación ribereña del 2.3% (Cuadro IV.1). Las dinámicas de cambio exclusivas del corredor ribereño se explican más adelante en la sección 4.1.4.

Cuadro IV.1. Superficie de la vegetación ribereña potencial y total en las ventanas de 900 ha en cada sector de la cuenca

Superficie de vegetación ribereña (ha)	Sector alto-El Olvido (ha)	Sector medio-Las Juntas (ha)	Sector medio-Santa Rosa (ha)	Sector bajo-La Candelaria (ha)
potencial	497.30	224.18	219.66	119.67
total 2011	371.29	174.94	139.77	107.9
total 1996	366.34	179.35	143.01	101.78
total 1974	341.14	179.62	142.56	90.71

Respecto al resto de cubiertas, en las digitalizaciones más recientes (2011), la distribución de la *vegetación adyacente* muestra una tendencia opuesta a la de la VR, siendo más extensa en la cuenca conforme la elevación sobre el nivel del mar disminuye. Así, en el sector alto la VR abarca una proporción del 41.2% y la *vegetación adyacente* un 48.8% del total de la ventana (900 ha), en contraste con el bajo, en donde la relación es de 12% de VR y 70.8% de *vegetación adyacente*. La composición de la *vegetación adyacente* responde a variables altitudinales, por lo que el tipo de

vegetación más representativa en el sector alto es el bosque de encino, en los sectores medios lo es el bosque tropical caducifolio y en el sector bajo el bosque espinoso (Figura IV.1). Después de la *vegetación adyacente*, los cultivos de temporal son la clase de cubierta con mayor superficie, representando el 22.9% de la ventana del sector medio-Las Juntas, el 19.3% del sector medio-Santa Rosa, el 10% del sector bajo-La Candelaria, y el 7.5% del sector alto-El Olvido. Mientras que la agregación del resto de clases de carácter antropogénico (asentamientos, huertos y caminos) suman el 1.5% en los sectores medios, el 1.4% en el sector bajo, y el 0.4% en el sector alto (Figura IV.2).

Figura IV.1. Proporción de superficie de clases de cubierta con mayor extensión en 2011.

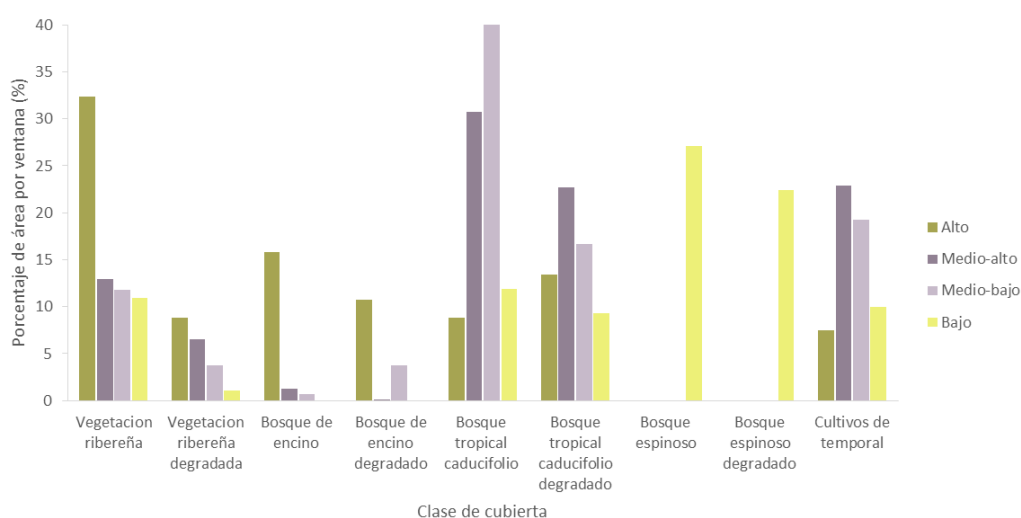
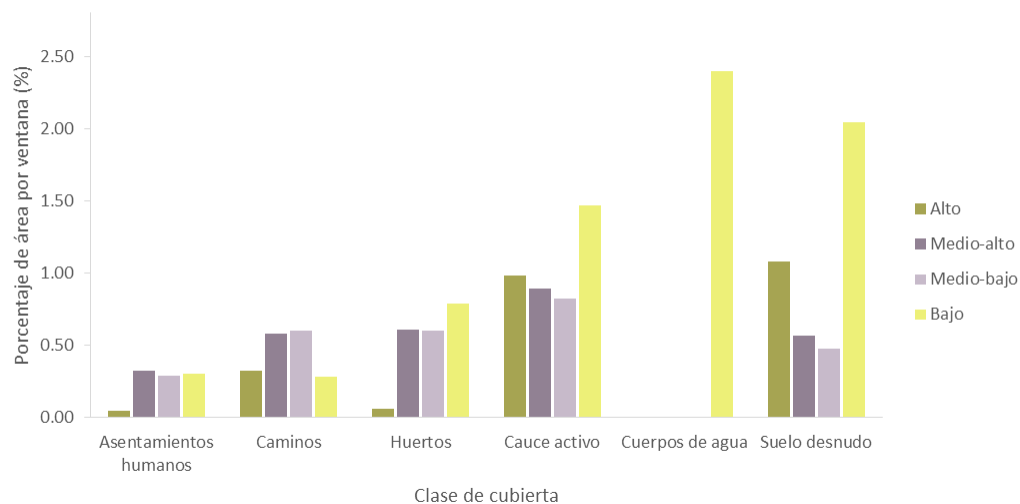


Figura IV.2. Proporción de superficie de clases de cubierta con menor extensión en 2011.



Los factores hidrográficos (cauce activo y cuerpo de agua) tienen una proporción del 3.9% en el sector bajo-La Candelaria, 1% en el sector alto-El Olvido, 0.9% en el sector medio-Las Juntas y 0.8% en el medio-Santa Rosa. Por último, la clase de cubierta *sin vegetación aparente*, representa el 2% del sector bajo-La Candelaria, el 1.1% del sector alto-El Olvido, el 0.6% del sector medio-Las Juntas, y el 0.5% del sector medio-Santa Rosa.

4.1.2. Cambios de cubierta del suelo a escala de ventana

El área correspondiente a cada clase de cubierta para la fecha 2011, presenta una alta proporción de coincidencias espaciales respecto a las cubiertas presentes en los años 1974 y 1996. Así, fue posible observar más del 50% de permanencias en ambos periodos en cada sector de la cuenca. Los procesos de sucesión y revegetación fueron los más frecuentes para todas las ventanas, seguidos del proceso de degradación, que generalmente mostró superficies mayores en el segundo periodo (1996-2011) que en el primero (1974-2011). Por último se ubicó el proceso de deforestación, cuya tendencia fue aumentar o mantenerse en los sectores alto-El Olvido y medio-Las Juntas, y a ocurrir en superficies menores en los sectores medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria (Figura IV.3); Anexo B, Mapas x, xi, xv, xvi, xx, xxi, xxv y xxvi, y apartado xxviii: *Matrices de cambio resumidas*).

4.1.3. Tasas anuales de cambio

La *vegetación ribereña degradada* y los *asentamientos humanos*, fueron las clases de cubierta con transformaciones más aceleradas, mostrando los mayores porcentajes de tasas anuales de cambio (Figura IV.4). Mientras que la primera tuvo procesos de aumento y disminución de superficie, el área de la segunda tendió a aumentar en el tiempo (salvo en el sector alto durante el primer periodo). Por otro lado, los cultivos de temporal decrecieron ambos periodos de manera diferencial en cada sector, excepto en el sector medio-Santa Rosa, que aumentó ligeramente entre 1974 y 1996. Finalmente, la *vegetación ribereña conservada* creció únicamente en las ventanas de los sectores alto-El Olvido y bajo-La Candelaria, y decreció en los sectores medios en ambos periodos.

Figura IV.3. Proporción de tipo de cambio en cada sector de la cuenca para cada periodo de estudio.

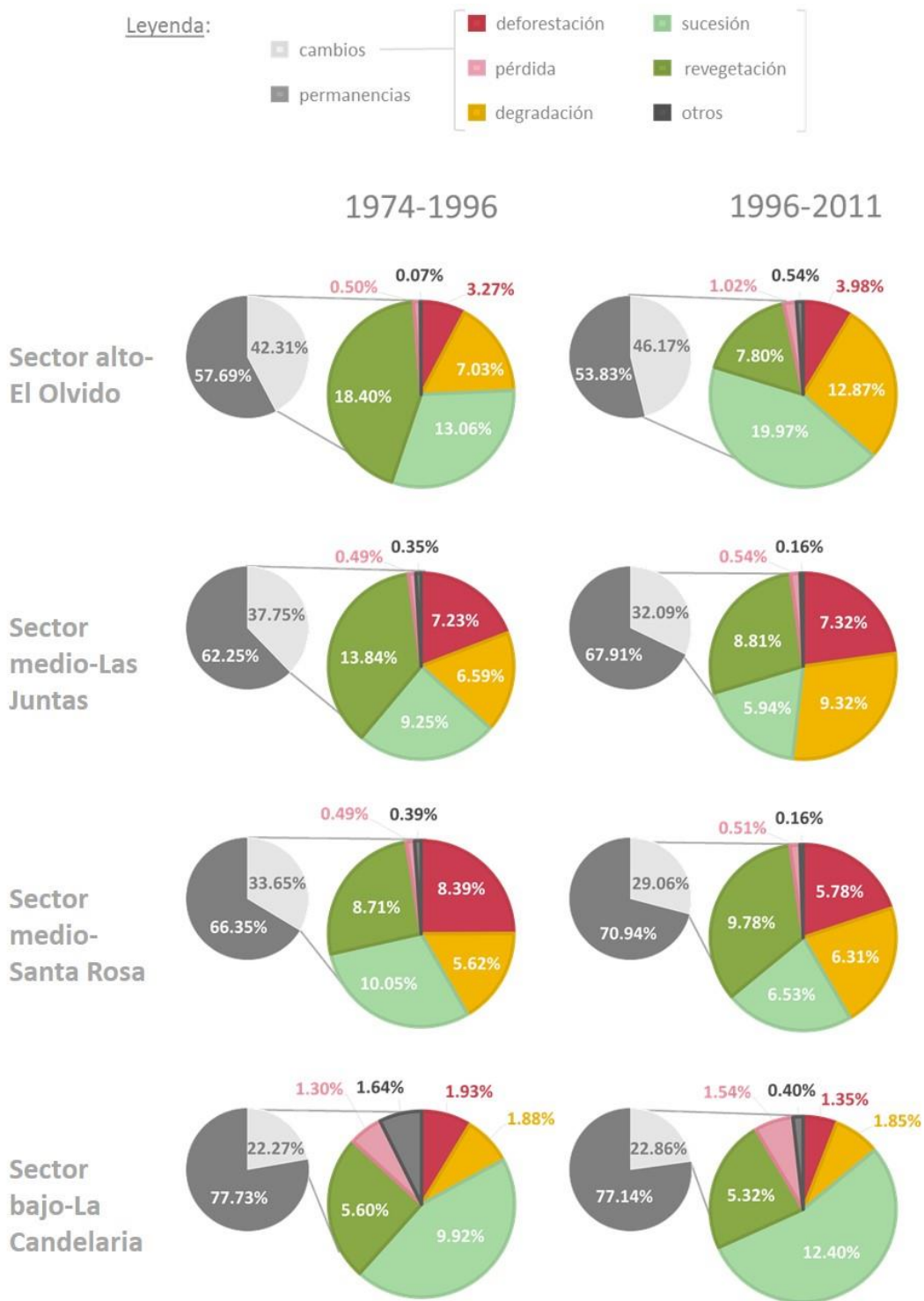
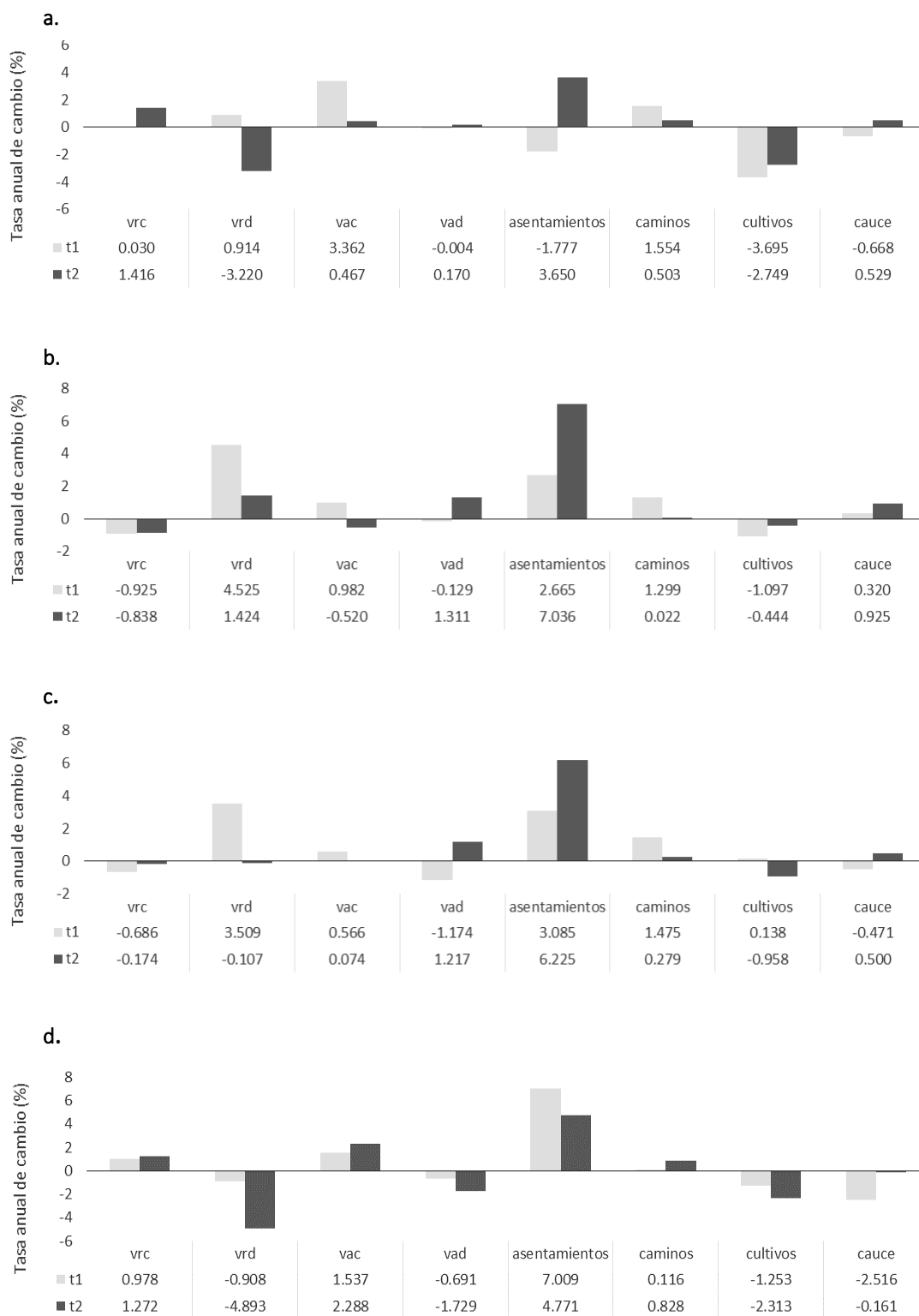


Figura IV.4. Mayores tasas anuales de cambio en cada sector de la cuenca Poturo (a: sector alto-EO, b: sector medio-LJ, c: sector medio-SR, y d: sector bajo-LC) para cada periodo de tiempo (Barras grises: c1:1974-1996, barras negras: c2:1996-2011; vrc: vegetación ribereña conservada, vrd: vegetación ribereña degradada, vac: vegetación adyacente conservada, vad: vegetación ribereña degradada).



4.1.4. Transformaciones de cubierta exclusivas de los corredores ribereños

En todos los sectores de la cuenca, las transiciones entre clases de cubierta más frecuentes ocurrieron entre la vegetación ribereña conservada (vrc) y la degradada (vrd) (Figura IV.5). Respecto a los cambios entre la vegetación ribereña y las agrupaciones de *cubierta antrópica* y *sin vegetación aparente*, los más comunes estuvieron relacionados con los cultivos de temporal y con el cauce activo. A continuación se describen los cambios exclusivos de los corredores ribereños en cada sector de la cuenca.

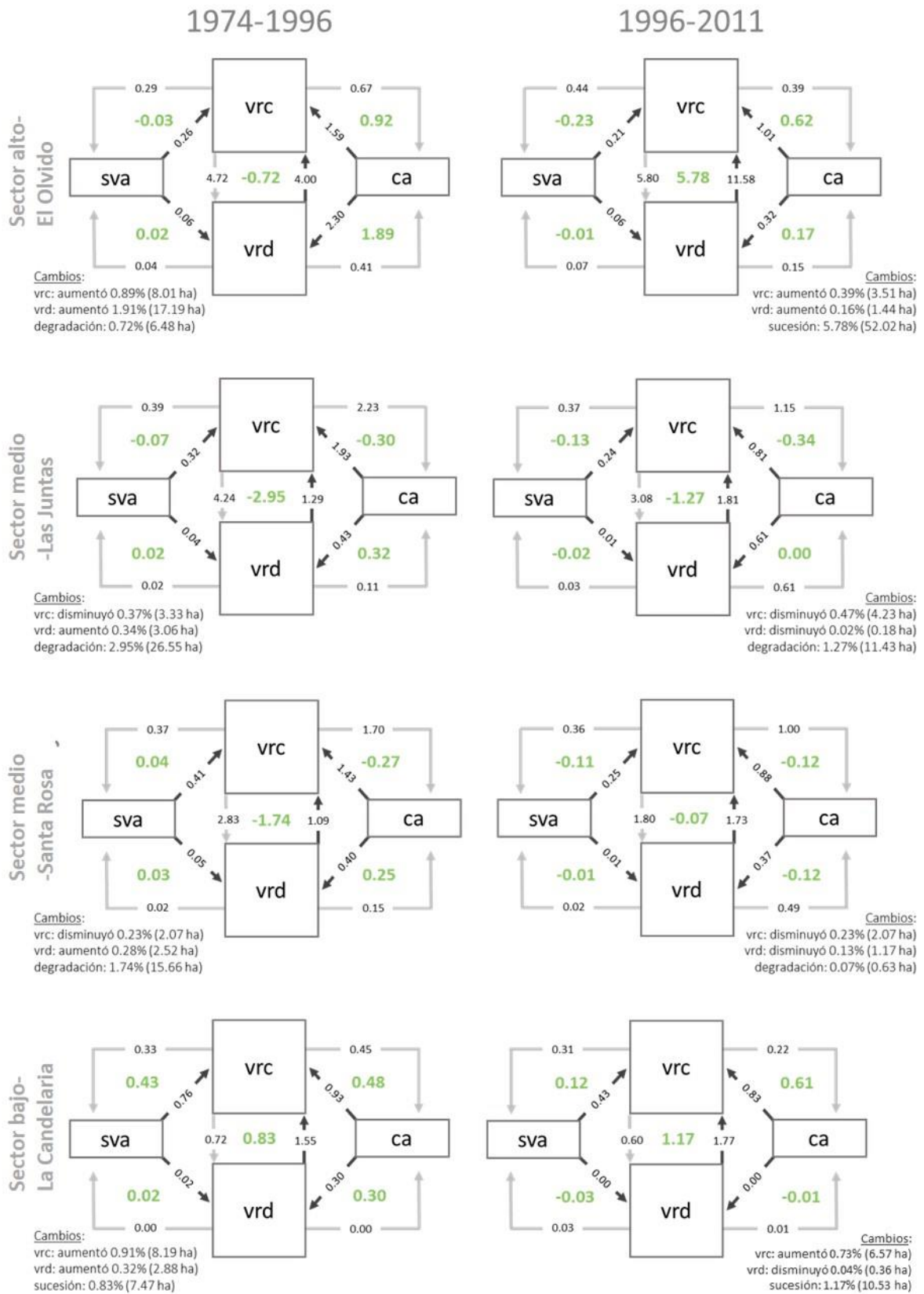
Sector alto-El Olvido

1974-1996: en este periodo se observó un proceso de degradación de los corredores ribereños – tanto del principal, como de aquellos asociados a escorrentías de primer orden-, en el que en el que 6.5 ha de vrc cambiaron a vrd. Sin embargo, también hubo un proceso de revegetación en el que los cultivos de temporal se transformaron vegetación ribereña, obteniendo un aumento neto de 8.5 ha de vrc y 17 ha de vrd. En cuanto a la relación con la superficie *sin vegetación aparente*, la clase de *cauce activo* sustituyó a la vrc en 0.2 ha, mientras que 0.1 ha de vrd se presentaron en lo que había sido cauce.

1996-2011: los corredores ribereños presentaron un proceso significativo de sucesión, en donde 52 ha de vrd se transformaron en vrc. Los cultivos de temporal fueron revegetados en 5.6 ha por vrc y 1.6 ha por vrd. En relación al *cauce activo*, hubo una pérdida neta de 1.1 ha de vrc, y una ganancia neta de 0.1 ha de vrd.

En resumen, el sector alto de la cuenca Poturo muestra desde el siglo pasado un proceso de abandono de las actividades agropecuarias que se habían expandido hacia los corredores ribereños antes de 1974. Si bien en los cambios de cubierta del suelo a escala de ventana (Figura IV.3), se muestra una dinámica de aumento de deforestación tanto de la vegetación ribereña como de la vegetación adyacente, la superficie total de cubierta antrópica disminuye de un 11.7% en el c1 a 7.9% en el c2 (Anexo B, ap. xxviii). Esto se puede explicar por la disminución de área de agrícola por un lado, pero también por la reubicación de viviendas, huertos y cultivos de menor extensión, proceso en el cual la cubierta vegetal fue sustituida. El abandono y proceso sucesional se expresó claramente en la primera década del siglo en curso, donde hubo una franca recuperación de vegetación ribereña desde su condición degradada (dosel abierto) a conservada (dosel cerrado).

Figura IV.5. Proporción de cambio (%) de la superficie total de cada ventana, entre la vegetación ribereña conservada (vrc), vegetación ribereña degradada (vrd), cubierta antrópica (ca) y sin vegetación aparente (sva), para cada periodo de estudio y sector de la cuenca.



Sector medio-Las Juntas

1974-1996: se registró la degradación de 26.5 ha de los corredores ribereños, con el paso de vrc a vrd. Por otro lado, se deforestaron 2.4 ha de vrc para convertir la superficie en cultivos de temporal, y 2.9 ha de cultivos fueron revegetados por vrd. En relación al cauce activo, hubo una pérdida de 0.5 ha de vrc y una ganancia de 0.2 ha de vrd.

1996-2011: en este periodo también se observó un proceso de degradación, donde de 11.4 ha de vrc cambiaron a vrd. También hubo deforestación de vrc, en donde 2.7 ha fueron sustituidas por cultivos de temporal, y nuevamente la vrd ocupó el espacio de cultivos en 0.02 ha. En cuanto al cauce activo, hubo pérdidas netas de 1 ha de vrc y 0.1 ha de vrd.

A modo de síntesis, en el sector medio-Las Juntas, los corredores ribereños mostraron procesos continuos de degradación desde 1974 hasta 2011. Así mismo, aunque los cultivos de temporal de las tierras adyacentes invadieron el área ribereña, también ocurrieron transiciones inversas (de cultivos a vrd). A escala de ventana este proceso muestra que, si bien en el caso de la VR la degradación disminuyó del c1 al c2, pasa justo lo contrario con la vegetación adyacente, la cual tiene dinámicas más intensas tanto de degradación como de deforestación.). En este sector, superficie agrícola es la que menos cambió (Anexo B, ap. xxviii).

Sector medio-Santa Rosa

1974-1996: se registró degradación de los corredores ribereños por 15.7 ha. Así mismo, en relación a los cultivos de temporal, hubo una disminución neta de 2.1 ha de vrc y una ganancia de 2.2 ha de vrd. Por otro lado, el cauce activo fue revegetado por 0.5 ha de vrc y 0.2 ha de vrd.

1996-2011: hubo degradación de vrc en 0.8 ha. Las superficies con cultivos de temporal mostraron procesos de revegetación por vrc en 0.8 ha y por vrd en 1 ha. En cuanto a la agrupación de clases *sin vegetación aparente*, la vrc fue sustituida por cauce activo en 0.8 ha, y la vrd se transformó en 0.06 ha a suelo desnudo.

En el sector medio-Santa Rosa, los corredores ribereños mostraron procesos constantes de disminución de vrc, lo que se explica por la suma de dinámicas de degradación y deforestación. Por otro lado, es posible observar una primera etapa de aumento intenso de la vrd, que disminuye considerablemente durante el c2, lo que se podría explicar, por un lado, con la transición de una

actividad ganadera de mediana a baja escala, pero también puede estar implicando un proceso de sucesión de cultivos a vrd.

Sector bajo La Candelaria

1974-1996: en los corredores ribereños se registró sucesión en 7.5 ha. Respecto a los intercambios de cubierta con los cultivos de temporal, hubo revegetación de 5.6 ha por vrc, y 2.7 ha por vrd. Mientras que el tipo de cubierta que generó la mayor pérdida de vrc fue la presa del Cueramal, con una disminución neta de 1 ha. En cuanto a la relación con el cauce activo, hubo una revegetación de 4.2 ha por vrc, y 0.1 ha por vrd. Por otro lado, la mayor pérdida de vrc fue por suelo desnudo, con una disminución de 0.3 ha.

1996-2011: también en este periodo hubo sucesión, ahora por 10.5 ha. Así mismo, 5.6 ha de cultivos de temporal fueron sustituidos por vrc. Mientras que los asentamientos humanos y huertos sustituyeron 0.6 ha de cada tipo de vr. En relación al suelo desnudo, hubo una ganancia neta de 0.9 ha de vrc y una pérdida neta de 0.3 ha de vrd.

Las dinámicas en relación a los corredores ribereños en este sector contrastan con las de los sectores antes descritos. Se pueden observar dinámicas de revegetación y sucesión entre 1974 y 2011, aunque durante el primer periodo se mostraron de manera más intensa. Durante el segundo periodo, hubo una disminución de la vrd, cuya superficie fue ocupada por la cubiertas antrópicas, aunque en muy pequeña proporción (Anexo B, ap. xxviii).

4.2. Condición ecológica e influencia de los asentamientos humanos en el corredor ribereño de la cuenca Arroyo Poturo (Objetivo 2)

4.2.1. Características del corredor ribereño a escala de cuenca

a) Rasgos morfohidrométricos de la cuenca y geometría del cauce principal

La cuenca Arroyo Poturo tiene 223 km² de superficie y 112 km de perímetro; su régimen hidrológico es transitorio, con escurrimientos ininterrumpidos entre junio y diciembre (Anexo A, Mapa iii). La cuenca presenta una forma alargada, reflejada en un índice de compacidad de Gravellius de 2.1 y un índice de elongación de 0.45 (Cuadro III.2, Capítulo III). Se trata de una cuenca de orden 6, cuyo cauce principal tiene una longitud total de 40 km, con una diferencia altitudinal de 1,623 metros en línea recta entre su desembocadura y el parteaguas situado a mayor distancia topográfica aguas arriba.

El Índice de Sinuosidad (S) del cauce es de 1.53, que en la clasificación de Schumm modificada por Morisawa (1985), se ubica entre el patrón meandrizante, por lo que se asume que lleva carga en suspensión de todo tipo, generando incisión en el canal y ensanchamiento en meandros (ver Capítulo III Métodos).

La pendiente longitudinal promedio, desde el parte aguas hasta la desembocadura, estimada en el modelo digital de elevación fue de 21.7%, que corresponde con una pendiente muy pronunciada. Por su parte, la estimación a partir de observaciones directas entre los 699 m.s.n.m. y los 240 m.s.n.m., en 94 cuadrantes fue de 4.3 % (D.S. ± 3.2), con un valor mínimo de 1% (pendiente muy leve) y un máximo de 19% (pendiente fuerte). El contraste se puede explicar debido a que las mayores pendientes se encuentran en el relieve volcánico con disección severa, el cual abarca el 32.8% de superficie de la cuenca y se encuentra por arriba de la elevación a la que fue la medición en el cuadrante con mayor altura (699 m.s.n.m.). La distribución de frecuencias mostró acumulación de valores menores a la media (asimetría=1.963; Cuadro IV.2), que indica una dominancia de pendientes leves, solamente con pendientes moderadas a fuertes, en tramos aislados. El ancho promedio del cauce es de 21.5 m (± 5.49), con valores extremos de 11 y 35 m, si bien las observaciones de campo mostraron una distribución platicúrtica (curtosis=-0.487), que indica

mayores observaciones en los valores extremos del rango antedicho, con mayor frecuencia de tramos más angostos y más anchos, que aquellos cercanos al valor promedio.

En cuanto a la profundidad, se trata de un cauce relativamente somero, de poco más de un metro (112 cm \pm 47.6) que muestra mayor frecuencia de profundidades por debajo del promedio (asimetría = 0.901). La relación ancho/profundidad es de 19.2, de la cual deriva una estimación de $S= 1.59$, en la clasificación de Schumm. El buen ajuste entre el $S_{\text{observado}}=1.53$ y el $S_{\text{estimado}}=1.59$ indica que la geometría de este cauce se ajusta a los patrones típicos de canales en ríos y arroyos ampliamente estudiados en el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Las márgenes del cauce que constituyen el área ribereña, presentan una pendiente media moderada de 15.4 % (D.S. \pm 8.9). Si bien la variabilidad en torno a este valor es alta, hay una mayor frecuencia de pendientes de la ribera por debajo del valor medio de la muestra (asimetría=0.968; Cuadro IV.2).

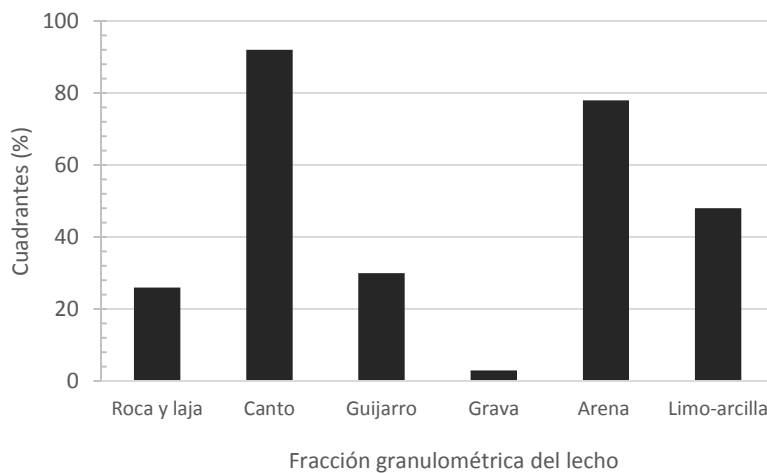
Cuadro IV.2. Parámetros del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo, a partir de mediciones de campo (n = 94).

Parámetros de la geometría del cauce principal				
Estadístico	Pendiente longitudinal (%)	Ancho (m)	Profundidad (cm)	Pendiente del área ribereña (%)
Media	4.25	21.45	111.7	15.4
Desviación estándar	3.206	5.492	47.6	8.9
Error estándar de la media	0.331	0.566	4.9	0.92
Mínimo	1	11	40	2
Máximo	19	35	270	46
Curtosis	5.442	-0.487	0.731	0.713
Asimetría	1.963	0.443	0.901	0.968

La composición granulométrica del lecho del cauce está dominada por canto y arena en todo su recorrido, con presencia de estos materiales en el 93% y 78% de los 94 cuadrantes explorados. Sin embargo, destaca también la proporción considerable de sitios con roca y laja visible, reflejada en el

25% de los cuadrantes observados (Figura IV.6). Los resultados presentados indican que el cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo presenta algunos segmentos más estrechos y profundos con rápidos y pozas pulidas, que se relacionan con mayores velocidades del agua y gran capacidad de arrastre. Sin embargo, el cauce tiene una predominancia de segmentos anchos y someros, donde se propicia la deposición de arenas y limos.

Figura IV.6. Materiales en el lecho del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo, sobre un total de 94 cuadrantes observados.



En resumen, la cuenca parece mostrar un cauce con controles estructurales rocosos junto a planicies aluviales. A lo largo de su recorrido se combinan segmentos de Tipo A de la clasificación de Rosgen (ver Capítulos II y III), con pendientes de moderadas a abruptas donde hay una baja tasa de expansión lateral y domina el sustrato rocoso; junto con la presencia de segmentos de cauce Tipo G, en los que se presenta una elevada tasa de erosión. La diversidad de condiciones geomorfológicas del cauce, sumado al pronunciado gradiente altitudinal de la cuenca, propicia un abanico de condiciones para el establecimiento de una gran diversidad de especies ribereñas con diferentes características morfo-estructurales y requerimientos fisiológicos.

b) Rasgos de la vegetación ribereña del cauce principal de la cuenca Arroyo Poturo

El censo de vegetación realizado en 93 cuadrantes de 25 m por 25 m (625m²) cubrió una superficie total de 58,750 m² (5.8 ha) del corredor ribereño del cauce principal. En esta superficie se registró

un total de 5,050 ejemplares leñosos de 101 especies, correspondientes a 35 familias y 73 géneros (Anexo C, ap. xxxiii). Las familias con mayor número de especies fueron la Fabaceae con 17 géneros y 29 especies, seguida por las familias Rubiáceae con cuatro géneros y seis especies, y Euphorbiaceae con cuatro géneros y cinco especies. Sin embargo, 29 familias (82.8 %) estuvieron presentes solamente a través de uno o dos géneros (Cuadro IV.3).

Cuadro IV.3. Composición florística del corredor ribereño principal de la cuenca Arroyo Poturo.

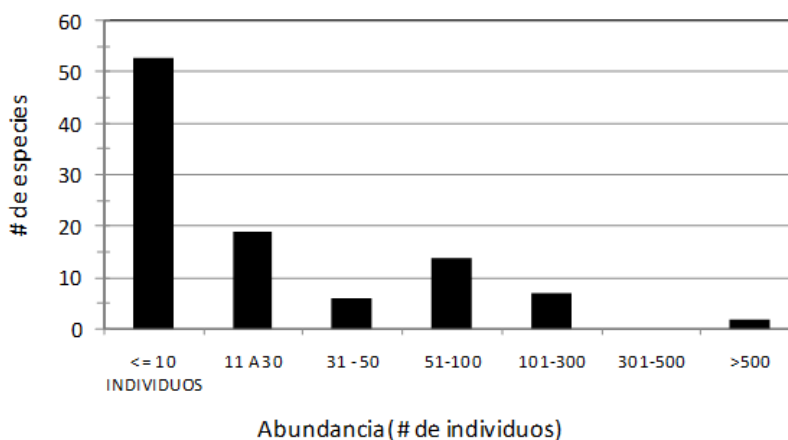
No.	Familia	Géneros (No.)	Géneros (%)	Especies (No.)	Especies (%)	Individuos (No.)	Individuos (%)
1	Fabaceae Lindl.	17	23.3	30	29.7	1,520	30.1
2	Boraginaceae Juss.	2	2.7	4	4.0	1,000	19.8
3	Sapindaceae Juss.	2	2.7	2	2.0	992	19.6
4	Euphorbiaceae Juss.	4	5.5	5	5.0	369	7.3
5	Apocynaceae Juss.	4	5.5	4	4.0	144	2.9
6	Rubiaceae Juss.	4	5.5	6	5.9	131	2.6
7	Meliaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	126	2.5
8	Malvaceae Juss.	3	4.1	4	4.0	86	1.7
9	Convolvulaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	76	1.5
10	Bignoniaceae Juss.	3	4.1	3	3.0	74	1.5
11	Caricaceae Dumort.	1	1.4	1	1.0	65	1.3
12	Urticaceae Juss.	2	2.7	2	2.0	58	1.1
13	Rhamnaceae Juss.	2	2.7	2	2.0	56	1.1
14	Achatocarpaceae Heimerl	1	1.4	1	1.0	52	1.0
15	Erythroxylaceae Kunth	1	1.4	2	2.0	47	0.9
16	Annonaceae Juss.	1	1.4	2	2.0	37	0.7
17	Burseraceae Kunth	1	1.4	3	3.0	37	0.7
18	Malpighiaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	28	0.6
19	Solanaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	24	0.5
20	Moraceae Gaudich.	1	1.4	3	3.0	22	0.4
21	Asteraceae Bercht. & J. Presl	2	2.7	2	2.0	14	0.3
22	Sapotaceae Juss.	2	2.7	2	2.0	14	0.3
23	Verbenaceae J. St.-Hil.	1	1.4	2	2.0	14	0.3
24	Rutaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	12	0.2
25	Salicaceae Mirb.	2	2.7	3	3.0	12	0.2
26	Lamiaceae Martinov	1	1.4	1	1.0	7	0.1
27	Polygonaceae Juss.	2	2.7	2	2.0	7	0.1
28	Primulaceae Batsch ex Borkh.	1	1.4	1	1.0	7	0.1

29	Cannabaceae Martinov	1	1.4	1	1.0	6	0.1
30	Araliaceae Juss.	1	1.4	1	1.0	3	0.1
31	Capparaceae Juss.	2	2.7	3	3.0	3	0.1
32	Hernandiaceae Blume	1	1.4	1	1.0	3	0.1
33	Anacardiaceae R. Br.	1	1.4	1	1.0	2	<0.1
34	Muntingiaceae C. Bayer, M.W. Chase & M.F. Fay	1	1.4	1	1.0	1	<0.1
35	Opiliaceae Valetton	1	1.4	1	1.0	1	<0.1
Total		73	100.0	101	100	5050	100

La riqueza específica de la vegetación ribereña se reflejó en un valor del Índice de Simpson de $\lambda=0.091$, equivalente a 0.909 en el Índice de Diversidad de Simpson ($1-\lambda$), siendo el valor de 1 el máximo en su escala de referencia. El Índice de diversidad de Margalef fue de 11.73 que también corresponde con una muy alta riqueza específica; y el Índice de Menhinick fue de 1.42, que clasifica como biodiversidad moderada.

El análisis de la abundancia por especie mostró que solamente dos de las 101 especies resultaron altamente abundantes y otras dos muy abundantes, mientras que otras 53 especies fueron raras, debido a la presencia de 10 o menos individuos censados en toda la superficie relevada (Figura IV.7).

Figura IV.7. Cantidad de especies de acuerdo con su abundancia en la vegetación ribereña de la cuenca Arroyo Poturo (n = 94 cuadrantes)



Las cuatro especies más abundantes explicaron el 50.4 % del total de 5,050 ejemplares censados (Cuadro IV.4). De estas cuatro, solamente *Cordia eleagnoides* y *Thounidium decandrum* representaron prácticamente el 40 % del total de individuos, mostrando la enorme plasticidad y

capacidad de colonización de estas especies a lo largo de todo el corredor principal de la cuenca. *C. eleagnoides* es localmente conocida como cueramo, y es una especie de muy amplia distribución en los bosques tropicales secos de México. Por su parte, *T. decandrum* es nombrado localmente zorrillo; y es un árbol de hasta 25 m de altura, distribuido principalmente en corredores ribereños del trópico seco. Las otras especies más abundantes fueron *Andira inermis* y *Senna mollissima*; las cuales representaron otro 11% del total de individuos censados. *A. inermis* es conocida como quiringucua y es un árbol de hasta 20 m característico de los bordes de ríos y arroyos en todo el continente americano. *S. mollissima* es conocida como hormiguillo, un árbol de porte modesto y flor amarilla que tiene amplia distribución en el paisaje de las selvas secas. De las 101 especies censadas, solo *Dalbergia congestiflora* se encuentra la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) con la categoría de peligro de extinción, y estuvo presente en el censo con 44 individuos. Localmente es conocida como granadillo, y su madera es muy apreciada por la dureza, color y olor.

Cuadro IV.4. Especies más abundantes en la vegetación ribereña de la cuenca Arroyo Poturo.

Especie	Nombre local	Familia	No. de ejemplares	Abundancia relativa (%)	Abundancia relativa acumulada (%)
<i>Cordia eleagnoides</i> DC	Cueramo	Boraginaceae	996	19.7	19.7
<i>Thouinidiumdecandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	Zorrillo	Sapindaceae	983	19.5	39.2
<i>Andirainermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Quiringucua	Fabaceae	287	5.7	44.9
<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Hormiguillo	Fabaceae	275	5.5	50.4

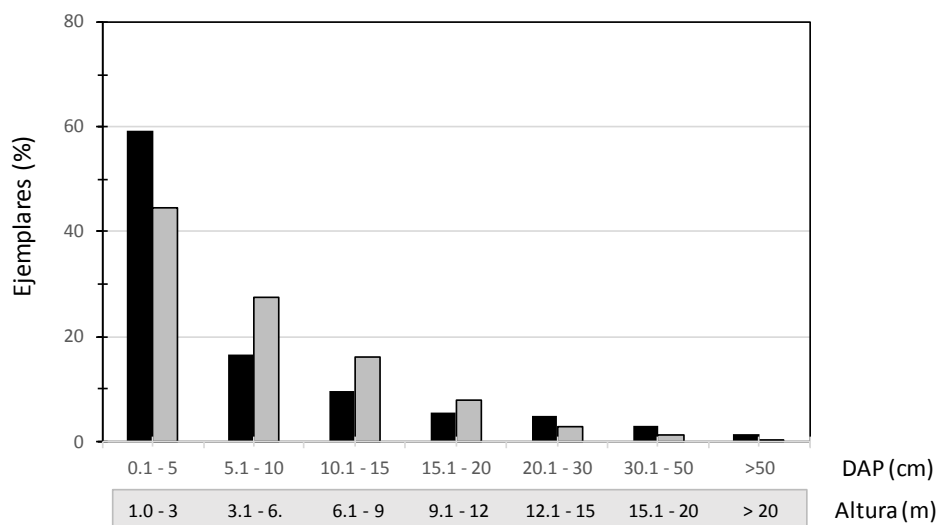
Si bien hubo cuatro especies con fuerte presencia relativa (Cuadro IV.4), otras 97 especies representaron el restante 49.6% de presencia de individuos de la muestra. El tan alto número de especies poco abundantes reduce, en el conjunto, el peso relativo de las especies abundantes. Por ello, el Índice de Diversidad de Shannon-Wiever (H), que mide la uniformidad de valores de importancia entre las especies de una muestra, fue para todo el censo de $H=3.194$, un valor moderadamente alto en relación con su valor de referencia de 4.615, que hubiera adquirido el índice si las 101 especies registradas hubieran tenido un similar valor de importancia en la muestra.

En relación con la estructura de la comunidad vegetal, la densidad arbórea promedio en todo el corredor ribereño fue de 860 individuos ha⁻¹. El diámetro a la altura del pecho (DAP) de la muestra tuvo un valor promedio de 8.00 cm (D.S.=12.0; E.S.= 0.17; CV=150.2 %), con valores extremos de 0.1 y 216.5 cm (Cuadro IV.5). La distribución de ejemplares por clases diamétricas presentó la típica curva de J-invertida en la que los individuos con tallos de hasta 5 cm de diámetro representaron el 59.3 % del total censado (Figura IV.8). En las 5.8 ha de corredor ribereño censadas, los individuos con diámetro mayor a 30 cm, fueron solamente 216 (4.2%). Los individuos de tallas excepcionalmente grandes, con diámetros mayores a 80 cm, fueron solamente 23 (0.5 %), correspondientes a once especies, siendo las más abundantes *Pithecellobium dulce*, conocida como pinzán, *Ficus cotinifolia* conocida como camuchina, y *Prosopis laevigata*, nombrada mezquite; las tres especies son características de los ambientes ribereños del Bajo Balsas y ampliamente apreciadas por la población local (Cuadro VI.6; ver Resultados 4.3.5, Cuadro IV.28).

Cuadro IV.5. Atributos estructurales de la vegetación ribereña en el cauce principal del Arroyo Poturo.

Estadístico	DAP (cm)	Altura (m)
N	5,050	5,050
Media	8.00	5.03
Desviación estándar	12.00	3.6
Mediana	3.70	4.00
Mínimo	0.30	1
Máximo	216.5	45
Curtosis	49.44	5.9
Asimetría	5.15	1.8

Figura IV.8. Distribución por clases diamétricas (barras negras) y altimétricas (barras grises) del total de individuos censados en 94 cuadrantes de 25 x 25 m (n = 5050).



Cuadro IV.6. Desglose por especie de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 80 cm

Nombre común	Nombre científico	No. de individuos (DAP >80 cm)	Talla máxima en DAP (cm)
Pinzán	<i>Pithecellobium dulce</i>	7	191
Camuchina	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	3	216.4
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. &Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	3	89.1
Guande	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.	2	92.3
Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	2	82.8
Camuchinanegra	<i>Ficus pertusa</i> Kunth	1	120.3
Cascalote	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	1	108.2
Casahuate	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose subsp. <i>wolcottiana</i>	1	90.7
Ahuijote	<i>Astianthus viminalis</i> (Kunth) Baill.	1	89.1
Zorillo	<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	1	86.6
Nogal	<i>Aralia humilis</i> Cav.	1	80.9

En cuanto a la altura del cordón ribereño, cabe recordar que su estimación se realizó por observación directa de los técnicos comunitarios y ejidatarios, habituados a establecer “a ojo” los tamaños de los árboles locales. Según esta aproximación, la altura promedio del cordón de

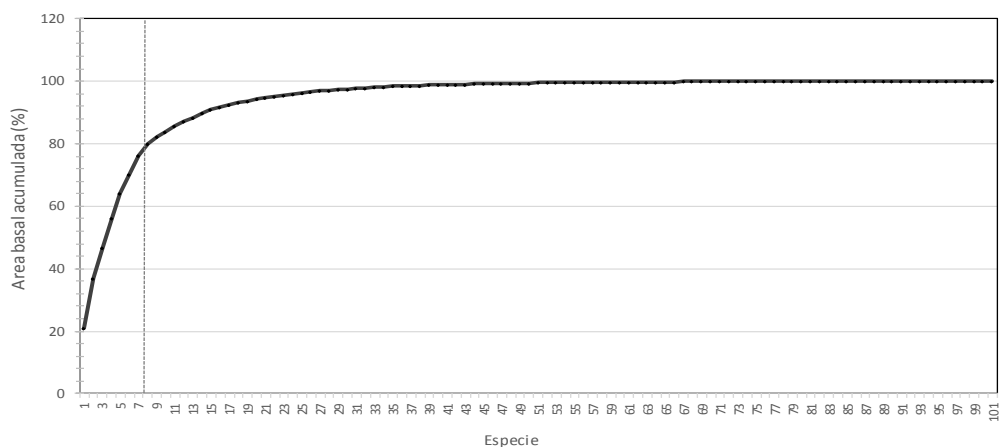
vegetación ribereña fue de 5.0 m (D.S. =3.62, C.V= 72 %; E.S.=0.05). El 44.6 % de los árboles censados se ubicó en el estrato arbóreo más bajo entre 1 y 3 m (Figura IV.8). Otro 43.5 % de árboles se ubicó en el estrato medio entre 3 y 6 (27.5 %), y medio alto entre 6 y 9 m (16.0 %). El restante 12 % de árboles se distribuyó entre los 9 y 45 m. Solamente 12 individuos (0.24%) superaron la altura de 20 m, con una altura máxima de aproximadamente 45 m en un individuo de *C. elaeagnoides* (Cuadro IV.7).

Cuadro IV.7. Desglose por especie de los individuos con altura mayor a 20 m

Nombre común	Nombre científico	No. de individuos con altura >20 m	Altura máxima (m)
Pinzan	<i>Pithecellobium dulce</i>	3	27
Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides DC.</i>	2	45
Camuchinanegra	<i>Ficus pertusa Kunth</i>	1	28
Guande	<i>Bursera grandifolia (Schltdl.) Engl.</i>	1	27
Capire	<i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni</i>	1	25
Huitzicuco	<i>Achatocarpus gracilis H. Walter</i>	1	25
Quiringucua	<i>Andirainermis (W. Wright) Kunth ex DC.</i>	1	25
Zorrillo	<i>Thouinidium decandrum (Bonpl.) Radlk.</i>	1	25
Ahuijote	<i>Astianthus viminalis (Kunth) Baill.</i>	1	22

El área basal (AB) del conjunto de árboles registrados (n= 5,050) para la superficie muestreada (5.8 ha) arrojó un valor de 14.08 m².ha⁻¹, un valor relativamente alto para las comunidades vegetales del trópico seco. Sin embargo, la curva acumulada de AB por especie, mostró su punto de inflexión en la especie número ocho, con un valor acumulado del 80% de AB (Figura IV.9). Las ocho especies que dominan la contribución al AB total destacaron por su abundancia, o por el diámetro y altura de sus individuos (Cuadro VI.8).

Figura VI.9. Área basal (AB) acumulada, de acuerdo con la contribución decreciente de AB de las especies presentes en el corredor ribereño de la cuenca A. Poturo.



Cuadro IV.8. Desglose por especie de los individuos con mayor área basal.

Nombre común	Nombre científico	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	%	% acumulado
Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	2.97	21.1	21.1
Pinzán	<i>Pithecellobium dulce</i>	2.23	15.9	37.0
Quiringucua	<i>Andirainermis</i>	1.34	9.5	46.5
Camuchina	<i>Ficuscotinifolia</i>	1.33	9.5	56.0
Casahuate	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	1.15	8.2	64.2
Ahujote	<i>Astianthusviminalis</i>	0.86	6.1	70.3
Zorrillo	<i>Thouinidiumdecandrum</i>	0.82	5.8	76.1
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	0.57	4.0	80.1

En resumen, el cordón de la vegetación ribereña que se ubica a 25 m a ambos lados del cauce principal del Arroyo Poturo, está conformado por una importante riqueza de familias (35) y especies arbóreas (101), con una densidad de individuos relativamente alta (860 ind.ha⁻¹), que configura una comunidad multiestratificada de árboles hasta 45 m de altura. Cerca del 90 % de individuos tienen tallas de entre 1 y 6 m de altura; y el 10 % corresponde a ejemplares de tallas grandes hasta 45 m. Si bien hay ocho especies que dominan por su abundancia y contribución al área basal total -cuyo valor

promedio es de $14.08 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, hay otras 93 especies presentes raras y poco frecuentes que constituyen un importante reservorio de biodiversidad, y participan en la creación de nichos y refugios diversos.

4.2.2. Características del corredor ribereño a escala de sectores de la cuenca

a) Geometría del cauce principal por sectores

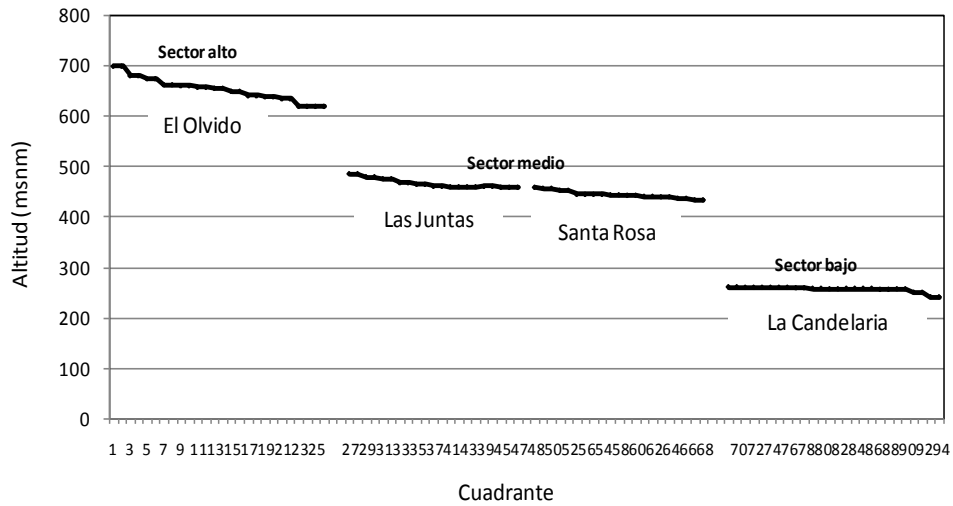
Los sectores alto-El Olvido, medio-Las Juntas, medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria sobre el cauce principal que fueron relevados, se ubicaron a altitudes medias de 653, 466, 444 y 266 msnm, respectivamente (Figura IV.10). En general, las observaciones directas detectaron que la geometría del canal en los diferentes sectores, refleja las características esperables en pequeñas cuencas de montaña. El ancho promedio del cauce en los sectores alto y medio se ubicó en los 20 m, con escasa variación entre el sector alto en la localidad de El Olvido; y el sector medio, en las localidades Juntas de Poturo y Santa Rosa. Sin embargo, el ancho promedio en el sector bajo (localidad La Candelaria) fue de 23 m, un valor que mostró diferencias estadísticamente significativas con los sectores antes mencionados (Cuadro IV.9). Esta configuración del canal indica que los procesos hidrológicos de erosión-deposición, son en promedio, homogéneos en los sectores alto y medio, con el esperable ensanchamiento en el sector bajo de la cuenca.

En cuanto a la profundidad del cauce, este decreció al pasar del sector alto a los sectores medio y bajo, marcando dos condiciones estadísticamente diferenciadas. Similares contrastes geométricos se observaron en la pendiente longitudinal del cauce, y la pendiente lateral del área ribereña, con un decrecimiento gradual entre los sector alto, medio y bajo. Las pruebas pareadas a posteriori de Kruskal-Wallis indicaron que el sector alto ubicado a una altitud promedio de 653 msnm se diferencia significativamente en todos los atributos de la geometría del canal del sector bajo-La Candelaria, ubicado a una altitud promedio de 256 msnm (Cuadro IV.10; Figura IV.11).

Cuadro IV.9. Rasgos de la geometría del cauce principal por sectores de la cuenca A. Poturo.

Sector	Estadístico	Altitud (msnm)	Ancho (m)	Profundidad (cm)	Pendiente longitudinal (%)	Pendiente del área ribereña (%)
Alto (El Olvido)	Media	653	20.5	153.5	7.3	21.1
	N	26	26	26	26	26
	Desviación estándar	22.8	5.008	45.219	4.028	7.973
	Mínimo	619	14	81	2	2
	Máximo	699	34	270	19	38
	Curtosis	-0.355	2.009	0.809	2.200	0.093
	Asimetría	0.297	1.352	0.635	1.195	0.025
Medio (Las Juntas)	Media	466	20.1	107.0	4.2	18.4
	N	21	21	21	21	21
	Desviación estándar	9.389	5.843	32.207	2.026	10.443
	Mínimo	458	11	57	2	6
	Máximo	485	30	166	9	46
	Curtosis	-0.499	-0.772	-0.776	-0.524	0.862
	Asimetría	0.986	0.253	0.317	0.549	1.203
Medio (Santa Rosa)	Media	444	20.9	103.4	3.1	12.3
	N	21	21	21	21	21
	Desviación estándar	7.318	5.862	46.397	1.577	5.414
	Mínimo	433	14	42	2	5
	Máximo	458	35	235	9	22
	Curtosis	-0.374	0.687	2.214	8.355	-1.014
	Asimetría	0.616	1.217	1.261	2.603	0.437
Bajo (La Candelaria)	Media	256	23.9	80.6	2.2	9.9
	N	26	26	26	26	26
	Desviación estándar	5.316	4.804	30.579	1.193	6.356
	Mínimo	240	15	40	1	2
	Máximo	260	30	184	5	33
	Curtosis	4.375	-0.541	4.010	0.215	5.882
	Asimetría	-2.189	-0.607	1.647	0.717	1.982

Figura IV.10. Esquema de la posición altitudinal de los sectores muestreados sobre el cauce principal



Cuadro IV.10. Prueba de Kruskal-Wallis para los atributos de la geometría del canal, entre los sectores alto-El Olvido, medio-Las Juntas, medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria.

Estadístico	Altitud	Ancho	Profundidad	Pendiente longitudinal	Pendiente del área ribereña
Chi-cuadrado	87.016	8.877	33.749	39.131	29.213
gl	3	3	3	3	3
Sig. asintótica	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000

Figura IV.11. Comparaciones pareadas *a posteriori* de la prueba de Kruskal-Wallis, con significancia de $\alpha=0.05$ (en negrita); para los atributos de la geometría del canal, entre los sectores Alto-El Olvido (A-EO), Medio-Las Juntas (M-LJ), Medio-Santa Rosa (M-SR) y Bajo-La Candelaria (B-LC)

Variable: ancho					Variable: profundidad				
Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC	Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC
A-EO		0.971	0.859	0.012	A-EO		0.003	0.001	0.000
M-LJ			0.839	0.016	M-LJ			0.633	0.130
M-SR				0.028	M-SR				0.480
B-LC					B-LC				

Variable: pendiente longitudinal (del cauce)					Variable: pendiente del área ribereña				
Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC	Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC
A-EO		0.016	0.000	0.000	A-EO		0.125	0.000	0.000
M-LJ			0.109	0.001	M-LJ			0.064	0.001
M-SR				0.113	M-SR				0.19
B-LC					B-LC				

Los dos sectores medios de Las Juntas y Santa Rosa, que se ubican contiguos, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre la geometría del canal, si bien la tendencia de todas las variables indica claramente una transición gradual en todos los aspectos geométricos entre los sectores alto y bajo. Se detectó que el sector medio de la localidad de Santa Rosa mostró diferencias significativas con el sector bajo solamente en el ancho del cauce, sin ser la profundidad y pendientes longitudinal y lateral suficientemente diferentes para ser separadas por la prueba estadística realizada (Cuadro IV.11).

Cuadro IV.11. Agrupamiento entre sectores que resulta de las comparaciones pareadas, de acuerdo a la similitud estadística de las variables de la geometría del canal.

Variable	Sector			
	Alto-EO	Medio-LJ	Medio-SR	Bajo-LC
Ancho	a	a	a	b
Profundidad	a	b	b	b
Pendiente longitudinal	a	b	bc	c
Pendiente ribereña	a	ab	bc	c

b) Características de la vegetación ribereña por sectores

La vegetación del corredor ribereño mostró características estructurales similares en los sectores alto y medio, y diferencias marcadas entre estos con el sector bajo, un patrón que se reflejó en la gran parte de los atributos ecológicos (Cuadro IV.12). Como particularidad del sector medio de la cuenca, los datos parecen indicar que el corredor ribereño a la altura de la localidad de Santa Rosa está en proceso de recuperación luego de un disturbio, lo cual explicaría el mayor número de especies, la mayor densidad de árboles en los estratos bajo y medio; y el menor diámetro promedio en relación con el sector medio contiguo, ubicado aguas arriba en la localidad de Las Juntas.

En cuanto a la riqueza de especies, el sector alto-El Olvido mostró una riqueza de especies similar al sector medio-Las Juntas, con 56 y 58 especies inventariadas, respectivamente, pero el sector medio-Santa Rosa, registró el máximo de 73 especies. Estos tres transectos se diferenciaron en la

riqueza del sector bajo-La Candelaria, en el cual se registraron solamente 31 especies. El Índice de Diversidad de Simpson (DS) por sectores, se ubicó entre 0.91 y 0.80, valores relativamente altos para el bosque tropical caducifolio. El Índice de Shannon (H), que combina la riqueza y la abundancia se ubicó entre 2.5 y 3 en los sectores alto y medio, con una reducción notable en el sector bajo-La Candelaria. El valor de H entre 2 y 3 corresponde con una diversidad biológica moderada, que es común en ambientes de bosque tropical caducifolio. Los datos de diversidad biológica del sector-Santa Rosa parecen corroborar que está en curso un proceso sucesional fuertemente controlado *T. decandrum*, que presenta una abundancia relativa extremadamente alta. Similar interpretación surge de la mayor diferencia del Índice de Shannon (DIF_H), que indica la diferencia entre el índice H presente en el sector, y aquel que se expresaría bajo una distribución equitativa del total de especies presentes (REF_H; Cuadro IV.12). En términos de la similitud florística entre sectores, el Índice de Similitud de Sorensen-Dice mostró valores mayores al 65 % de similitud entre el sector alto y ambos sectores medios, mientras que la similitud de estos con el sector bajo se ubicó por debajo del 40 % (Figura IV.12).

Figura IV.12. Similitud florística mediante el Índice de Similitud de Sorensen-Dice (en %), de la vegetación ribereña entre los sectores del cauce principal de la cuenca A. Poturo. sectores Alto-El Olvido (A-EO), Medio-Las Juntas (M-LJ), Medio-Santa Rosa (M-SR) y Bajo-La Candelaria (M-LC)

	Sector A-EO	Sector M--LJ	Sector M-SR	Sector B-LC
Sector A-EO		71.3	65.1	40.0
Sector M-LJ			66.7	36.5
Sector M-SR				34.5
Sector B-LC				

En cuanto a la estructura del cordón arbóreo expresado en la altura promedio y diámetro a la altura del pecho (DAP) (Cuadro IV.13); estos mostraron mayores similitudes en los sectores alto y medio-Las Juntas, si bien la variabilidad de los datos es muy grande en ambos casos. El sector Santa Rosa mostró valores promedio de altura y DAP algo menores al segmento adyacente de Juntas de Poturo presumiblemente por una condición de sucesión siguiendo a un disturbio algunas décadas atrás.

Cuadro IV.12. Atributos de la estructura de las comunidades vegetales por sectores de la cuenca Arroyo Poturo. Para altura y diámetro se indica el promedio y su desvío estándar (entre paréntesis).

Atributo	Sector				Cuenca A. Poturo
	Alto (EO)	Medio (LJ)	Medio (SR)	Bajo (LC)	
No. de cuadrantes	26	21	21	26	94
Superficie muestreada (m ²)	16,250	13,125	13,125	16,250	58,750
Total de ejemplares censados	1,626	1,212	1,472	740	5,050
No. de especies	56	58	73	31	101
Índice de Diversidad Simpson (DS)	0.86	0.91	0.80	0.85	0.91
Índice de Shannon (H)	2.84	2.88	2.61	2.01	3.19
Valor de referencia Shannon (REF_H)	4.03	4.06	4.29	3.43	4.62
Diferencia de Shannon (DIF_H)	1.18	1.18	1.68	1.42	1.43
Especie más abundante	<i>C. elaeagnoides</i>		<i>T. decandrum</i>	<i>C. elaeagnoides</i> y <i>T. decandrum</i>	
Altura (m)	5.17 (3.35)	5.22 (4.08)	4.67 (3.20)	5.14 (4.15)	5.03 (3.62)
Diámetro (cm)	8.45 (10.8)	7.87 (13.1)	6.44 (10.4)	10.29 (15.0)	8.0 (12.0)
Densidad total (ind.ha ⁻¹)	1,001	923	1,122	455	860
Densidad en el estrato bajo, 1-3 m (ind.ha ⁻¹)	414	323	528	225	384
Densidad en el estrato medio, 3-6 m (ind.ha ⁻¹)	270	222	324	100	236
Densidad en el estrato alto 6-12 m (ind.ha ⁻¹)	290	158	228	103	203
Densidad en el estrato muy alto > 12 m (ind.ha ⁻¹)	27	42	43	28	36
Área Basal (m ² ha ⁻¹)	14.75	16.92	13.02	11.84	14.06

Cuadro IV.13. Estadísticos descriptivos de los atributos de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) entre sectores.

N: número de ejemplares de árboles censados.

Sector	Parámetro estadístico	DAP (cm)	Altura (m)
Alto (El Olvido)	Media	8.6	5.2
	N	1626	1626
	Desviación estándar	10.781	3.344
	Mínimo	0.50	1.00
	Máximo	132.10	45.00
	Curtosis	19.560	12.227
	Asimetría	3.416	1.871
Medio (Las Juntas)	Media	7.9	5.2
	N	1211	1211
	Desviación estándar	13.101	4.078
	Mínimo	0.30	1.00
	Máximo	216.50	28.00
	Curtosis	65.079	4.543
	Asimetría	6.029	1.883
Medio (Santa Rosa)	Media	6.4	4.7
	N	1473	1473
	Desviación estándar	10.347	3.199
	Mínimo	0.30	1.00
	Máximo	191.00	25.00
	Curtosis	126.442	2.401
	Asimetría	8.899	1.486
Bajo (La Candelaria)	Media	10.3	5.1
	N	740	740
	Desviación estándar	15.004	4.146
	Mínimo	0.60	1.30
	Máximo	108.20	25.00
	Curtosis	8.764	2.473
	Asimetría	2.674	1.575

En estos casos, la prueba no paramétrica de comparaciones múltiples mostró que estos tres segmentos constituyen un gradiente sin claras diferencias estadísticas entre ellos tres. En cambio, el sector bajo La Candelaria mostró una altura similar a los restantes sectores, pero un mayor DAP promedio, lo que indica la presencia remanente de árboles de mayor porte. En este parámetro, las diferencias fueron estadísticamente significativas con los otros tres sectores. En todos los casos, los parámetros estadísticos de asimetría (sesgo) presentan valores positivos, que indican una mayor frecuencia de datos en los valores bajos del rango. Los altos valores de curtosis de las distribuciones indican que los datos siguen distribuciones de frecuencias fuera de la típica distribución normal, lo cual refuerza la interpretación de sobre-abundancia de los valores bajos de los rangos. Finalmente, la densidad arbórea (ind. ha^{-1}) fue muy similar en los sectores alto y medio, pero se diferenciaron con el sector bajo. En este último, la vegetación ribereña fue 2.2 veces menos densa que los sectores alto y medio, pero con un diámetro promedio 1.5 veces mayor que el sector medio- Santa Rosa (Figura IV.13).

Figura IV.13. Comparaciones pareadas *a posteriori* de la prueba de Kruskal-Wallis, con significancia de $\alpha = 0.05$ (en negrita); para los atributos de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura, entre los sectores Alto-El Olvido (A-EO), Medio-Las Juntas (M-LJ), Medio-Santa Rosa (M-SR) y Bajo-La Candelaria (M-LC).

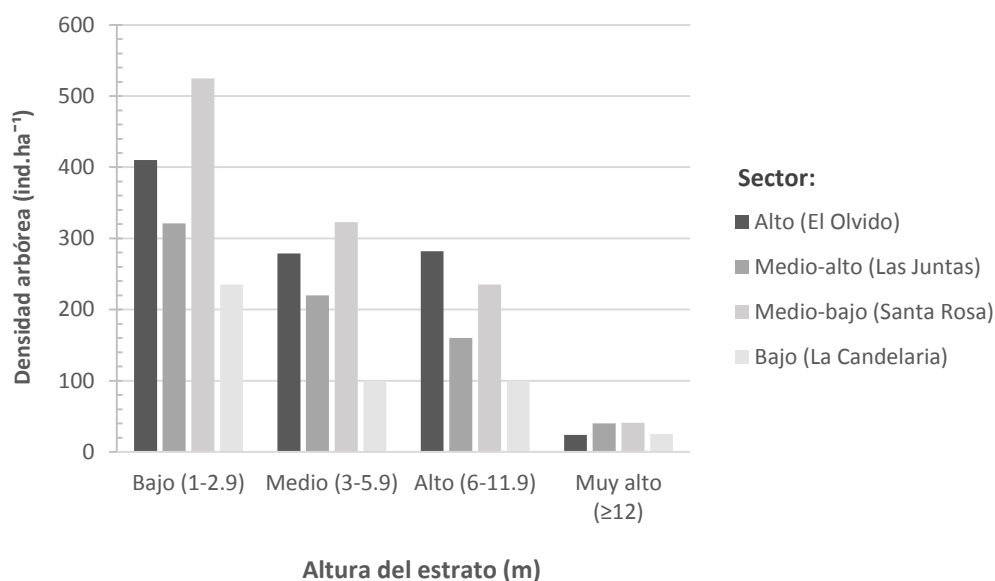
Variable: diámetro a la altura del pecho (DAP)					Variable: altura				
Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC	Sector	A-EO	M-LJ	M-SR	B-LC
A-EO		0.020	0.253	0.015	A-EO		0.904	0.125	0.000
M-LJ			0.188	0.000	M-LJ			0.047	0.000
M-SR				0.000	M-SR				0.010
B-LC					B-LC				

Cuadro IV.14. Agrupamiento entre sectores que resulta de las comparaciones pareadas, de acuerdo a la similitud estadística de los atributos de altura y DAP.

Variable	Sector			
	Alto-EO	Medio-LJ	Medio-SR	Bajo-LC
DAP	a	bc	ac	d
Altura	ab	a	b	c

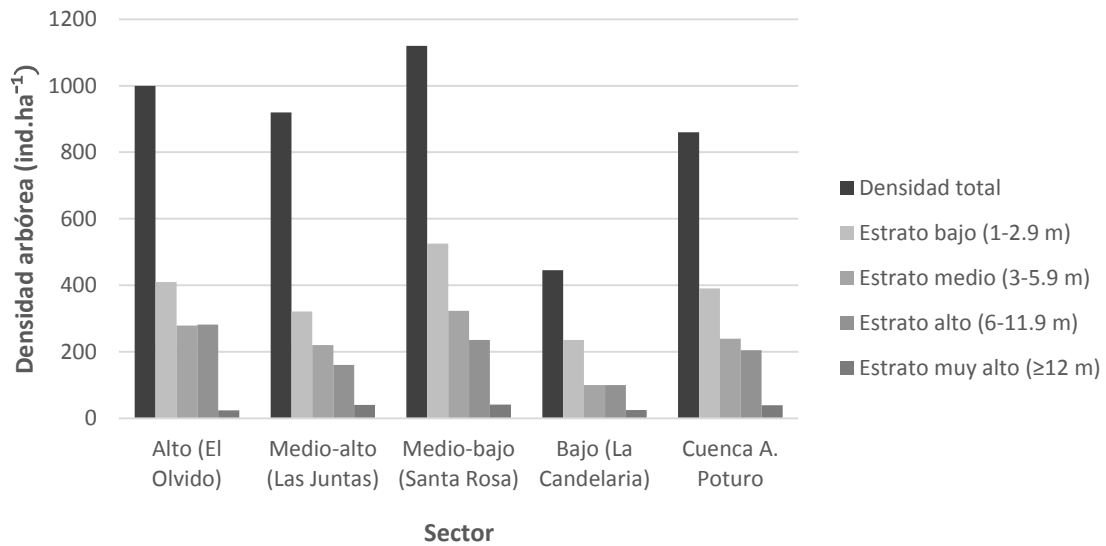
En todos los sitios, se reflejó el patrón tradicional decreciente de densidad para las selvas medianas y bajas, donde se expresan cuatro estratos arbóreos entre el piso y más de 12 metros, con densidades decrecientes. La inspección de la densidad por estrato en la Figura IV.14, resalta algunos aspectos de interés.

Figura IV.14. Densidad arbórea de la vegetación ribereña por estrato en todos los sectores del cauce principal



Finalmente, la densidad arbórea mostró un valor máximo de 1,122 ind.ha⁻¹ en el sector Santa Rosa, y un mínimo de 455 ind.ha⁻¹ en el sector bajo-La Candelaria (Figura IV.15). La densidad del estrato bajo (0-3 m) varió entre los valores de 528 y 225 ind.ha⁻¹ entre el sector medio-Santa Rosa y bajo-La Candelaria, mostrando una relación entre ambos valores de 2.35 veces. En el estrato medio (3 - 6 m) estos sectores también mostraron los valores extremos, con una relación entre ambos de 3.24. Esto muestra la condición de gran reclutamiento de individuos arbóreos en el sector Santa Rosa. Sin embargo, en los estratos alto y muy alto, la relación entre densidades por estrato cambia llamativamente. En el estrato alto, es el sector alto-El Olvido el que presentó mayor densidad de árboles, con 290 ind.ha⁻¹, que representa 2.8 veces la densidad en este estrato que el sector bajo-La Candelaria, con 103 ind.ha⁻¹. Finalmente, el estrato muy alto, con los ejemplares arbóreos de mayor porte tuvo mejor representación en el sector medio Las Juntas y Santa Rosa, en contraste con los sectores alto-El Olvido, y bajo-La Candelaria.

Figura IV.15. Densidad arbórea de la vegetación ribereña por sectores en el cauce principal de la cuenca A. Poturo.



En resumen, el corredor ribereño del cauce principal de la cuenca del Arroyo Poturo presenta rasgos similares en el sector alto y medio, los cuales se diferencian del sector bajo tanto en la geometría del canal, como en los atributos ecológicos de la vegetación ribereña. En el sector alto y medio, el cauce es más profundo y menos ancho que en el sector bajo. Las márgenes de las riberas tienen una inclinación moderada mayor al 21 % en el sector alto, que se reduce drásticamente hasta un 10% en el sector bajo. En este último, el cauce se ensancha y se hace menos profundo, con una profundidad promedio de 80 cm. La vegetación ribereña también muestra diferencias entre los sectores alto- medio y bajo, siendo esta de menor riqueza de especies y menor densidad en todos los estratos. Sin embargo, es en el sector bajo donde se han conservado individuos de gran porte, que inciden en el área basal total de la cuenca.

4.2.3. Condición ecológica del corredor ribereño a nivel de segmento de arroyo en las adyacencias de los asentamientos humanos

En esta sección se presentan los resultados de los atributos ecológicos a nivel de cuadrante, en los segmentos de arroyo ubicados aguas arriba y abajo de las cuatro localidades rurales de la cuenca Arroyo Poturo analizadas en este estudio. Cada segmento de arroyo abarcó una longitud de 2000 m, ubicando en su punto medio la localidad de cada sector: (i) El Olvido (sector alto), (ii) Las Juntas de Poturo (sector medio), (iii) Santa Rosa (sector medio) y (iv) La Candelaria (sector bajo).

Los muestreos se realizaron en cuadrantes de 25 m x 25 m ubicados en ambas márgenes a 1000 m, 700 m, 500 m, 300 m, 200 m y 100 m arriba y abajo del asentamiento, incluyendo dos cuadrantes en el centroide del área ocupada por las viviendas (Ver Métodos, Capítulo III). En la localidad de El Olvido, el cuadrante correspondiente a la distancia de 1000 m aguas abajo en la margen izquierda no pudo ser censado por inaccesibilidad del terreno, de modo que en este segmento, el número de cuadrantes analizados fue de 25. En el caso de las localidades de Las Juntas de Poturo y Santa Rosa, la cercanía entre ambas localidades produjo un solapamiento de diez cuadrantes. Para evitar el uso redundante de los datos, se asignaron cinco cuadrantes al transecto aguas abajo de Juntas de Poturo, y otros cinco cuadrantes al transecto aguas arriba de Santa Rosa. Finalmente, en la localidad de La Candelaria, la totalidad de cuadrantes arriba, centro y abajo de la localidad fueron analizados (n= 26). En total, se analizaron 93 cuadrantes que revelan condiciones detalladas de la condición ecológica de 7000 metros lineales de corredor ribereño, con una cobertura en área de 5.8 ha. A fines de este estudio, solamente se reportan resultados que muestran la variabilidad en la condición ecológica al interior de cada segmento de arroyo, así como su relación con la distancia al asentamiento. La hipótesis subyacente es que la condición ecológica general del corredor ribereño presentará condiciones ecológicas por debajo del promedio del segmento en las áreas del asentamiento humano y sus inmediaciones hasta los 100 m, mientras que las condiciones ecológicas estarán por encima del promedio en sitios ubicados a más de 200 m desde el asentamiento. Se espera que los resultados se acerquen a una forma de U, o campana invertida.

a) Condición ecológica del corredor ribereño en el sector alto-El Olvido

Como ya fue presentado, el segmento alto del corredor ribereño mostró una vegetación con una riqueza de especies moderada, con 56 especies reconocidas de las 101 presentes en toda la cuenca (Cuadro IV.12). La estructura promedio de la vegetación correspondió con un cordón verde de 5.2 m de altura promedio, un DAP promedio de 8.6 cm, y una densidad total de 1001 ind.ha (Cuadro IV.15); con el estrato alto (6 a 12 m) más denso de toda la cuenca (Figura IV.14).

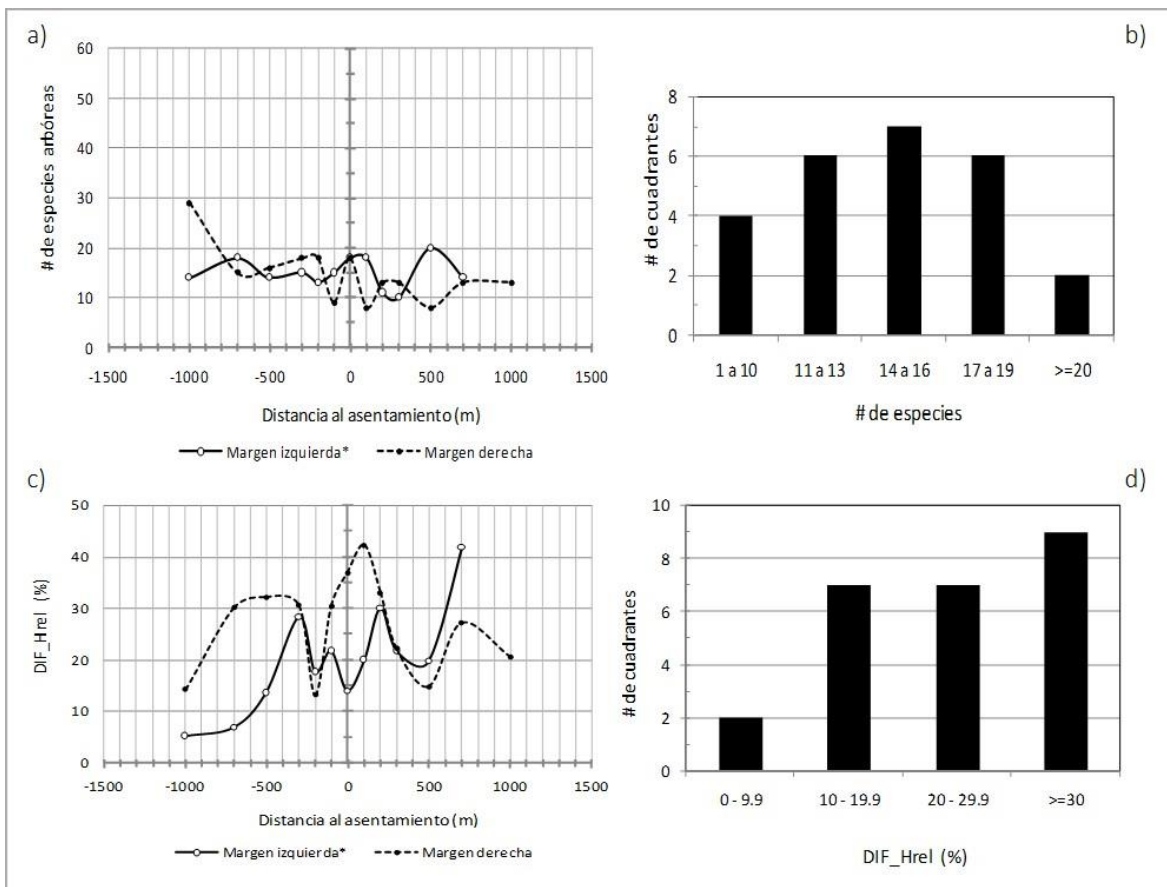
Cuadro IV.15. Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (26) con una superficie total de 16,250 m² (1.6 ha), en el corredor ribereño en el sector alto-El Olvido.

Sector alto – El Olvido	
Atributo	Valor de referencia
Riqueza de especies (# spp)	56
Índice de Diversidad de Simpson (adimensional)	0.860
Diferencia de Shannon normalizada (DIF_Hrel) (%)	29.53
Densidad total (ind.ha ⁻¹)	1,001
Densidad del estrato bajo (ind.ha-1)	414
Densidad del estrato medio (ind.ha-1)	270
Densidad del estrato alto (ind.ha-1)	290
Densidad del estrato muy alto (ind.ha-1)	27
Altura promedio (m)	5.2
DAP promedio (cm)	8.6
Área Basal (m ² ha ⁻¹)	14.75

A nivel de cuadrante, la riqueza de especies fue mucho menor al total de especies reveladas en el sector completo (n=56), siendo el valor promedio de 14.8 spp por cuadrante (D.S= 4.4), con un rango amplio de entre 8 y 29 spp. (Figura IV.16). La mayor frecuencia de cuadrantes se ubicó en la clase de 14-16 spp, aunque las clases contiguas de 11 a 13, y 17 a 19 mostraron solamente una frecuencia ligeramente menor, indicando un balance de cuadrantes con mayor y menor biodiversidad (Figura IV.16.b). Los cuadrantes correspondientes al centroide del asentamiento (distancia 0) mostraron un mayor número de especies en ambas márgenes, que aquellos ubicados a 100 m aguas arriba y abajo. No se detectó un patrón consistente de diferencia en la riqueza de especies entre la margen

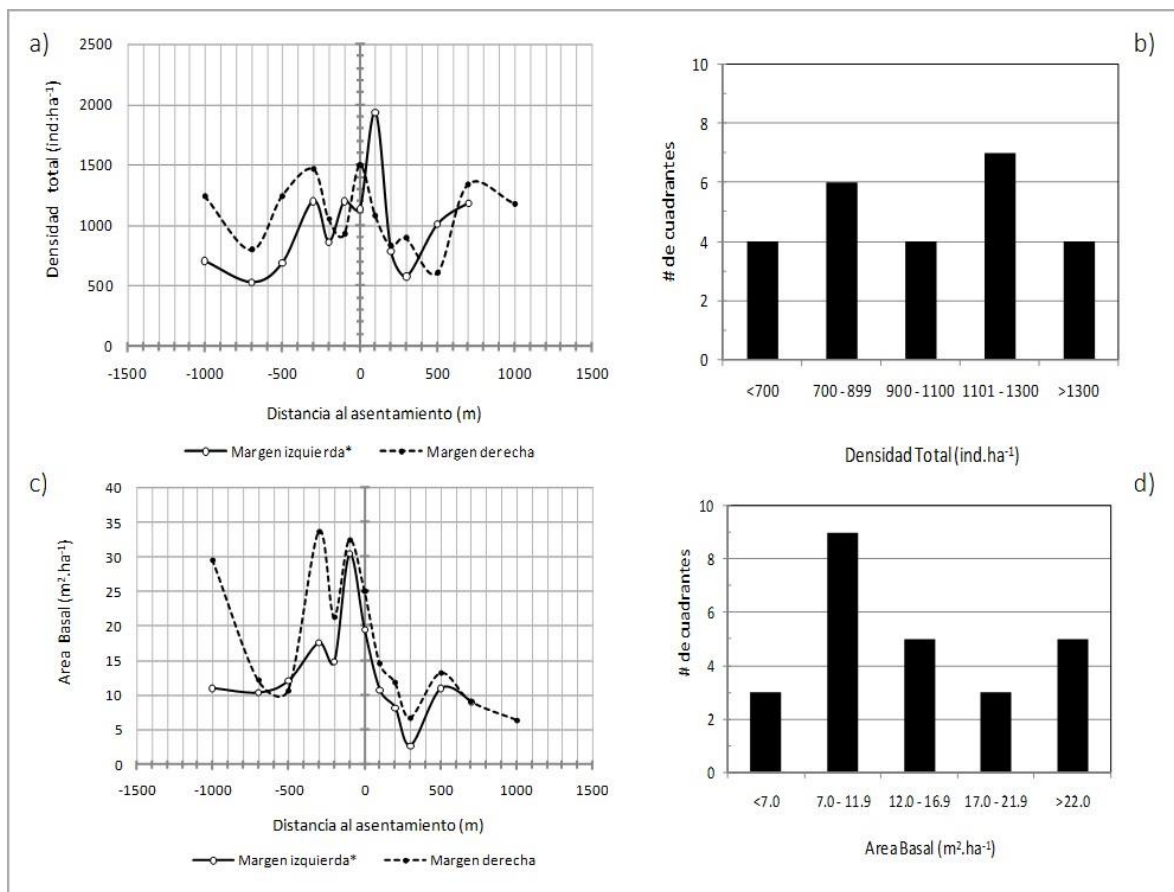
izquierda y derecha (en el sentido de la desembocadura), si bien sobre la primera se ubican las viviendas de la localidad. Los cuadrantes con mayor riqueza de especies se ubicaron a 1000 m aguas arriba del asentamiento en la margen derecha, y 500 m aguas abajo en la margen izquierda (Figura IV.16.a). El valor de la Diferencia de Shannon normalizada (DIF_Hrel), que indica la magnitud en la que el cuadrante se aparta de una distribución de especies absolutamente equitativa considerando el número de especies presentes en este, se ubicó entre un máximo de 41.8 % y un mínimo de 5.2 % (Figura IV.16.c), siendo el cuadrante con una mejor relación de especies el ubicado a 1000 m aguas arriba del asentamiento. Otros valores bajos de DIF_Hrel se presentaron en el cuadrante de la margen izquierda donde se ubican las viviendas, y 200 m arriba de estas. La clase modal, con mayor frecuencia de cuadrantes en la DIF_Hrel fue la de > 30% (Figura IV.16.d), lo que indica que en general, la representación de especies esta desbalanceada hacia pocas especies por cuadrante (Figura IV.16.d). La variación espacial reflejada en los atributos de riqueza de especies no mostró un patrón específico en relación con la distancia al asentamiento humano.

Figura IV.16. Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de El Olvido, en el sector alto de la cuenca.



En cuanto a la estructura de la comunidad arbórea, la mayor densidad total, por encima del promedio del sector, se presentó en el sitio del asentamiento de El Olvido (Figura IV.17.a). Muy notable fue la presencia de 1,500 ind.ha⁻¹ en ambas márgenes del arroyo a la altura de las viviendas. Por su parte, las menores densidades arbóreas se ubicaron más arriba de los 500 m desde el asentamiento, y aguas abajo hasta los 500 m, donde se encontraron los cuadrantes con densidades menores a los 700 ind.ha⁻¹. La densidad más frecuente en los 25 cuadrantes fue la del rango 1,101 y 1,300 ind.ha⁻¹, cuyos valores son mayores al promedio para todo el sector. El área basal, por su parte, mostró los mayores valores a una distancia de 100 m y en el sitio de las viviendas, para decrecer consistentemente hasta los menores valores aguas abajo, hasta los 1,000 m desde el asentamiento (Figura IV.17.c). La mayor cantidad de cuadrantes mostraron valores bajos de área basal, en el rango de 7.0 a 8.9 m².ha⁻¹ (Figura IV.17.d). Estos resultados sugieren que la vegetación ribereña en el sector alto-El Olvido se encuentra en proceso de reclutamiento de nuevos individuos, con alta densidad pero baja área basal.

Figura IV.17. Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de El Olvido



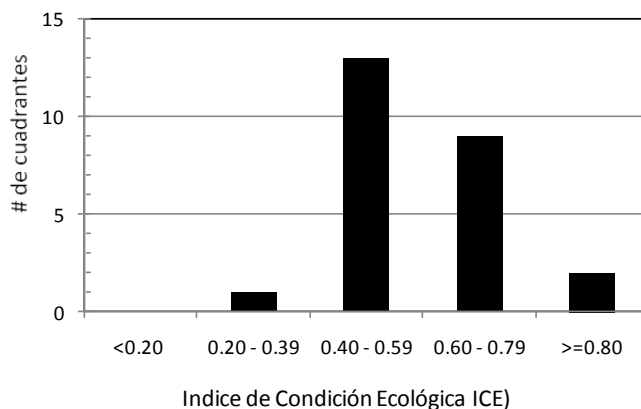
Finalmente, el Cuadro IV.16 presenta los resultados del Índice de Condición Ecológica (ICE), calculado con base en 11 atributos ecológicos de cada cuadrante. El ICE hace una comparación entre los atributos de cada cuadrante y los valores promedio obtenidos para todo el segmento del sector alto de la cuenca; y se mueve con un rango de variación entre 0 y 1 (ver Métodos). El valor promedio del ICE para todo el sector fue de 0.60 (D.S.=0.144), mostrando una condición ecológica general de moderada a buena.

Cuadro IV.16. Condición ecológica de los cuadrantes en el sector alto-El Olvido de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados. El ICE varía entre 0 y 1.

Distancia (m) y margen	# de atributos por condición ecológica				Suma ponderada	Índice de Condición Ecológica (ICE)
	Mala	Regular	Buena	Muy Buena		
(-1000) I	2	4	3	2	16	0.48
(-1000) D	0	2	0	9	29	0.88
(-700) I	2	4	1	4	18	0.55
(-700) D	2	1	4	4	21	0.64
(-500) I	2	2	4	3	19	0.58
(-500) D	3	1	4	3	18	0.55
(-300) I	2	0	1	8	26	0.79
(-300) D	2	0	1	8	26	0.79
(-200) I	2	2	5	2	18	0.55
(-200) D	1	1	1	8	27	0.82
(-100) I	2	0	2	7	25	0.76
(-100) D	2	1	4	4	21	0.64
0	1	3	1	6	23	0.70
0	2	0	2	7	25	0.76
(100) I	3	2	1	5	19	0.58
(100) D	3	2	2	4	18	0.55
(200) I	3	2	6	0	14	0.42
(200) D	3	1	5	2	17	0.52
(300) I	4	5	2	0	9	0.27
(300) D	4	1	5	1	14	0.42
(500) I	2	2	3	4	20	0.61
(500) D	3	3	3	2	15	0.45
(700) I	2	2	2	5	21	0.64
(700) D	3	2	2	4	18	0.55
(1000) I				no medido		
(1000) D	3	3	2	3	16	0.48

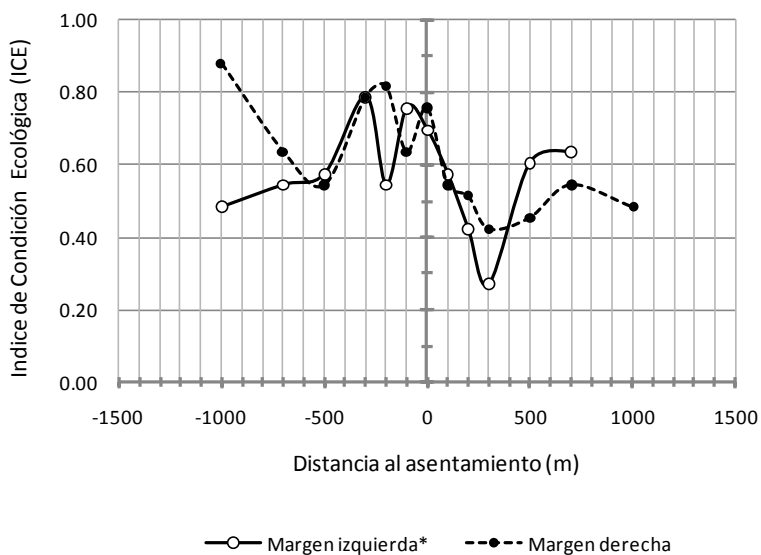
De los 25 cuadrantes censados, el 52 % (13 cuadrantes) presentó una condición ecológica media, con valores de ICE entre 0.40 y 0.59, mientras que otro 44 % presentó una condición alta y excelente (Figura IV.18).

Figura IV.18. Distribución de frecuencias de cuadrantes en el sector alto-El Olvido de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE).



Los cuadrantes con peor condición ecológica se ubicaron entre los 200 y 500 m aguas abajo de la localidad. De acuerdo a esta valoración, la condición ecológica general de la vegetación ribereña a lo largo de los 2000 m en las adyacencias de El Olvido presentó en general un patrón de mejor condición a mayores distancias aguas arriba, y peor condición a distancias medias aguas abajo (Figura IV.19). El sitio donde se ubican las viviendas destacó por valores altos en todos los atributos analizados. Los habitantes parecen haber conservado la vegetación del sitio habitado, y más bien utilizado los recursos ubicados a distancias medias aguas abajo de la localidad.

Figura IV.19. Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de El Olvido (sector alto).



b) Condición ecológica del corredor ribereño en el sector medio-Las Juntas de Poturo

El segmento medio del corredor ribereño en torno a la localidad de Las Juntas de Poturo mostró fuertes similitudes con el sector alto. La riqueza de especies para los 21 cuadrantes fue de 58 especies, de las 101 presentes en toda la cuenca. La estructura promedio de la vegetación correspondió con un cordón verde de 5.2 m de altura promedio sin diferencias significativas con el sector alto; y un DAP promedio de 7.8 con diferencias estadísticamente significativas ubicadas por debajo de dicho sector. En este sector la densidad total calculada en los 13,125 m² que representan los 21 cuadrante conjuntamente, fue de 923 ind.ha⁻¹ (Cuadro IV.17); y la densidad por estratos fue menor a aquellas registrada en los sectores alto-El Olvido y medio-Santa Rosa (Figura IV.14).

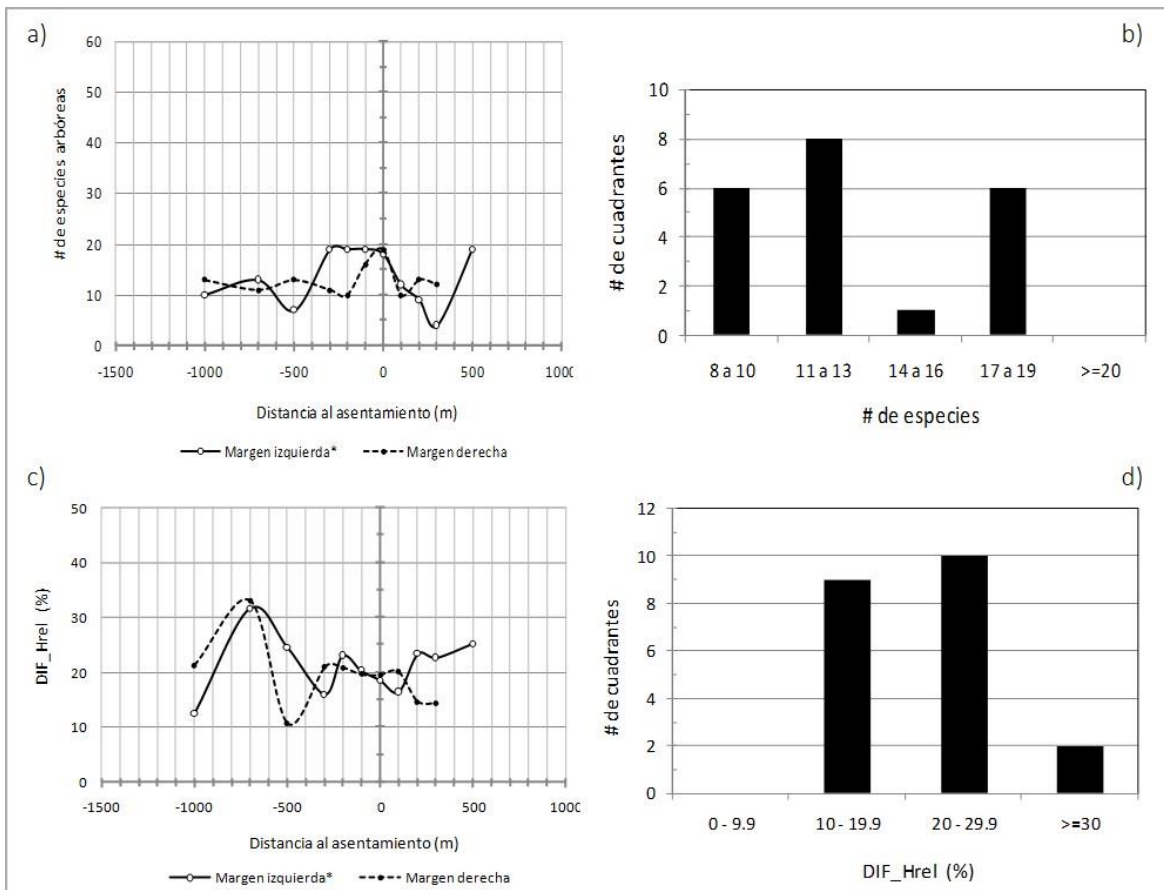
Cuadro IV.17. Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (21) con una superficie total de 13,125 m² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector medio-Las Juntas de Poturo

Sector medio - Las Juntas de Poturo	
Atributo	Valor de referencia
Riqueza de especies (# spp)	58
Índice de Diversidad de Simpson (adimensional)	0.91
Diferencia de Shannon normalizada (DIF_Hrel) (%)	29.1
Densidad total (ind.ha ⁻¹)	923
Densidad del estrato bajo (ind.ha-1)	440
Densidad del estrato medio (ind.ha-1)	170
Densidad del estrato alto (ind.ha-1)	148
Densidad del estrato muy alto (ind.ha-1)	165
Altura promedio (m)	5.22
DAP promedio (cm)	7.87
Área Basal (m ² ha ⁻¹)	16.92

A nivel de cuadrante, el número promedio de especies presentes fue de 13.2 (DS=4.38), un valor mucho menor que el registrado en todo el sector (n=58). La riqueza de especies promedio por cuadrante fue de 13.2 spp, con un máximo de 20 especies y un mínimo de 4. En este sector, el número de especies aguas en los cuadrantes arriba del poblado se ubicó alrededor de 10, pero la riqueza de especies incrementó a distancias menores al asentamiento (Figura IV.20.a). El poblado de

las Juntas de Poturo está disperso a ambos lados del cauce del Arroyo, si bien el mayor número de viviendas se ubica en la margen derecha. Sin embargo, el incremento de riqueza de especies se observó sobre ambas márgenes. En cuanto a la DIF_Hrel, esta mostró predominantemente valores menores al 30 % a lo largo de todo el segmento de arroyo de Las Juntas, lo cual indica un desbalance moderado en la abundancia relativa de especies dentro de un mismo cuadrante. El sitio con presencia mejor balanceada de especies se ubicó en los cuadrantes a 500 y 200 m aguas arriba (Figura IV.20.c), si bien en estos el número de especies fue bajo (Figura IV.20.a).

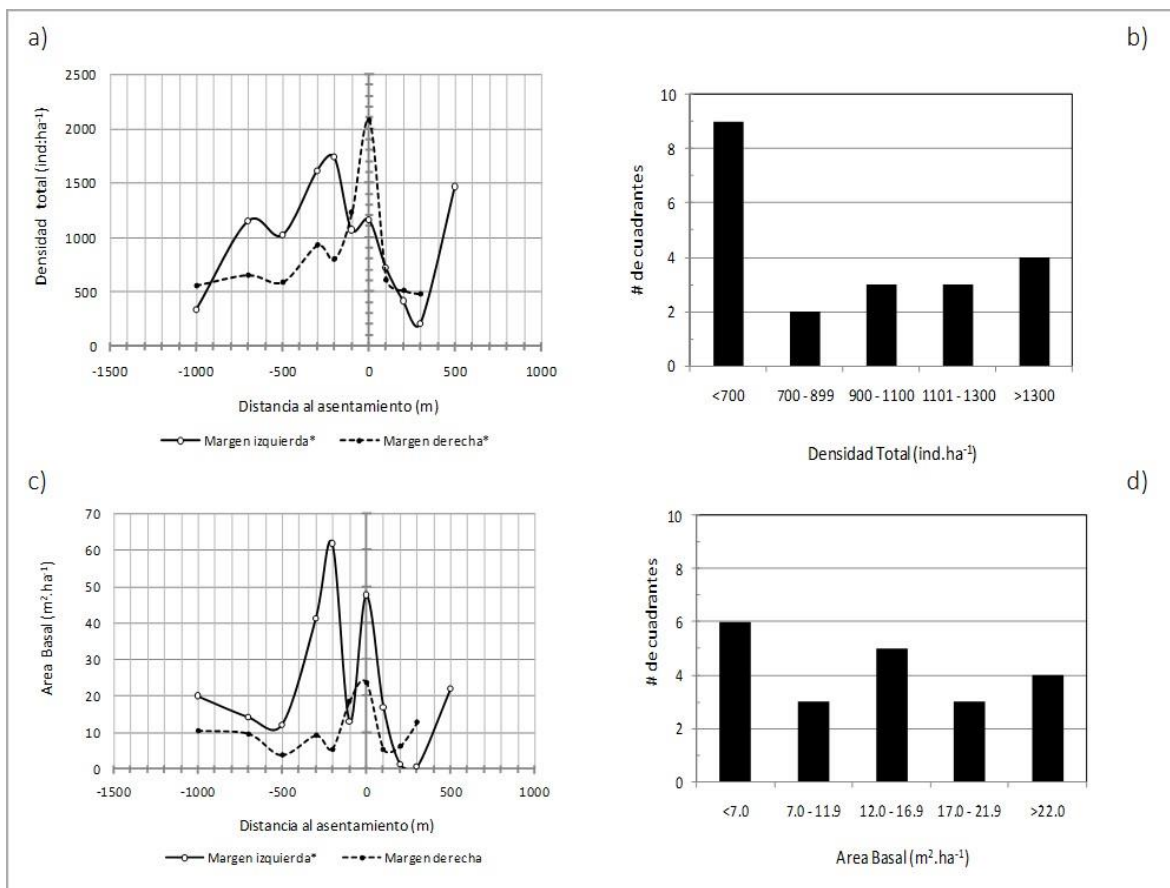
Figura IV.20. Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de Juntas de Poturo, en el sector medio de la cuenca.



En relación con los atributos de la estructura leñosa, la densidad de árboles mostró en todo el segmento una forma acampanada, con valores máximos de densidad en el sitio del asentamiento humano y su área adyacente aguas arriba de hasta 2,080 ind.ha⁻¹, con decrecimiento de la densidad a distancias de hasta 300 y 500 m, llegando a valores mínimos de 208 ind.ha⁻¹ en el transecto aguas

abajo (Figura IV.21.a). Del total de 21 cuadrantes, el 36 % mostró densidades menores a 700 indha⁻¹, y un 28 % de cuadrantes mostraron densidades superiores a los 900, el valor promedio para todo el segmento (Cuadro IV.17). Por su parte, los valores de área basal también mostraron contrastes marcados entre sitios contiguos, si bien destacaron valores muy altos de hasta 61.7 m².ha⁻¹ en el área del asentamiento y otras adyacentes, un valor extremadamente alto en relación con el promedio del segmento (Figura IV.21.c). Sin embargo riquezas menores (8 a 10) y mucho mayores (17 a 19), también mostraron alta presencia, en el 28.6 % de cuadrantes cada clase, de modo que el segmento de arroyo mostró una combinación balanceada de sitios con diferente riqueza de especies (Figura IV.21.b). El cuadrante con menor diversidad (n=4) se ubicó a 300 m aguas abajo. El número de especies por cuadrante más frecuente fue el rango 11-13 spp, una condición que se presentó en el 38.1% de los cuadrantes. Los valores altos indican la presencia de individuos de gran porte que han permanecido como relictos dentro de la comunidad vegetal. Las fluctuaciones en el área basal del segmento de Las Juntas se reflejan muy bien en la distribución de frecuencias de cuadrantes en función del área basal, que muestra una frecuencia muy homogénea entre todas las clases representadas (Figura IV.21.d).

Figura IV.21. Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de Las Juntas de Poturo.



Finalmente, el ICE para los cuadrantes de este sector mostró un valor promedio de 0.50, sobre un valor máximo de 1.0 que puede adquirir el indicador. Ello señala que en general la condición ecológica del sector en su conjunto es moderada tendiendo a baja, en relación con el valor de los atributos potenciales que el mismo sector podría reflejar (Cuadro IV.18). Los valores máximos de ICE se ubicaron entre 0.70 y 0.73 y se ubicaron principalmente en el sitio del asentamiento, y un cuadrante 300 m aguas arriba.

Cuadro IV.18. Condición ecológica de los cuadrantes en el sector medio-Las Juntas de Poturo, acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados. El ICE varía entre 0 y 1.

Distancia (m) y margen	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Suma ponderada	Índice de Condición Ecológica (ICE)
(-1000) I	4	2	2	3	15	0.45
(-1000) D	4	3	2	2	13	0.39
(-700) I	3	1	2	5	20	0.61
(-700) D	3	2	4	2	16	0.48
(-500) I	3	1	2	5	20	0.61
(-500) D	5	3	2	1	10	0.30
(-300) I	2	0	3	6	24	0.73
(-300) D	3	2	2	4	18	0.55
(-200) I	3	2	2	4	18	0.55
(-200) D	4	2	3	2	14	0.42
(-100) I	3	0	5	3	19	0.58
(-100) D	2	1	2	6	23	0.70
0	2	1	2	6	23	0.70
0	3	1	2	5	20	0.61
(100) I	2	2	3	4	20	0.61
(100) D	5	1	2	3	14	0.42
(200) I	8	1	2	0	5	0.15
(200) D	5	1	2	3	14	0.42
(300) I	7	2	2	0	6	0.18
(300) D	3	3	2	3	16	0.48
(500) I	3	0	3	5	21	0.64

Del total de 21 cuadrantes, solamente 8 (32%) mostraron valores de ICE en un rango algo mayor (0.60-0.79), sin encontrarse representada la condición excelente (Figura IV.22). La visualización de la distribución espacial de este índice muestra que, similar que en el sector alto, la condición ecológica

del corredor ribereño parece reflejar una tendencia de mejor condición en el segmento del arroyo aguas arriba del asentamiento que en el segmento aguas abajo (Figura IV.23).

Figura IV.22. Distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE) en el sector medio-Las Juntas de Poturo

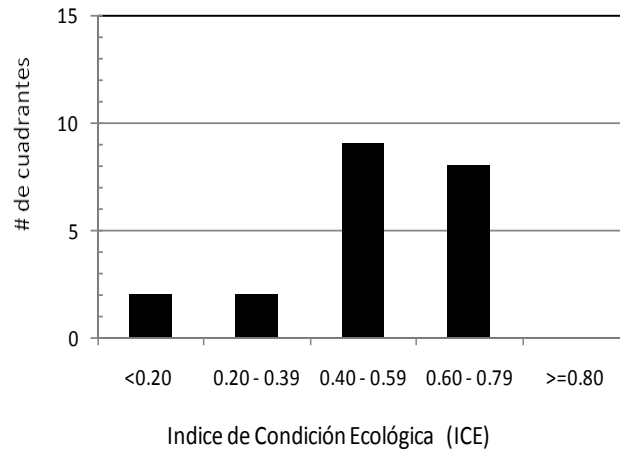
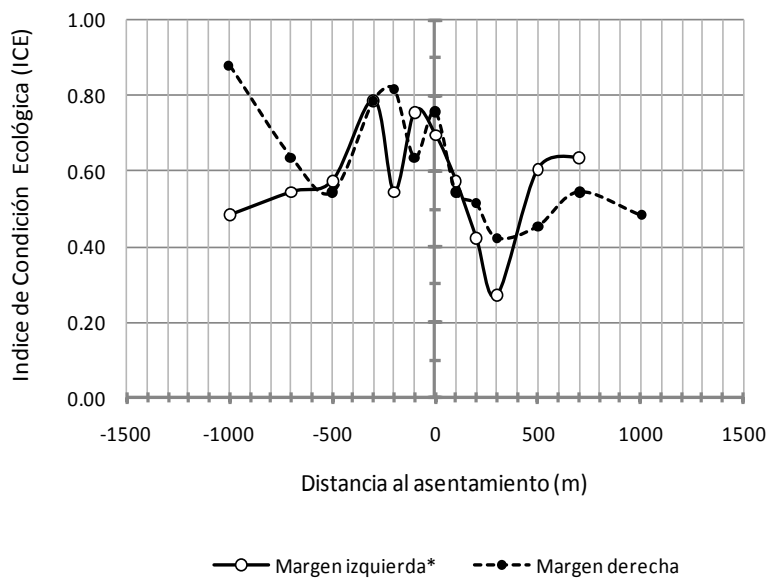


Figura IV.23. Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de Las Juntas de Poturo (sector medio).



c) Condición ecológica del corredor ribereño en el sector medio-Santa Rosa

El sector medio-Santa Rosa mostró características ecológicas que remiten a la ocurrencia de un proceso sucesional siguiendo a un disturbio de varias décadas atrás, debido al mayor número de especies, mayor densidad total de tallos, muy alta densidad de los estratos bajo y medio, y los valores más bajos en el DAP promedio y altura promedio de toda la cuenca (Cuadro IV.19). La exploración de los datos a nivel de cuadrante permitió identificar a mayor detalle la condición ecológica particular al interior de este segmento en relación con la distancia aguas arriba y abajo al lugar del asentamiento.

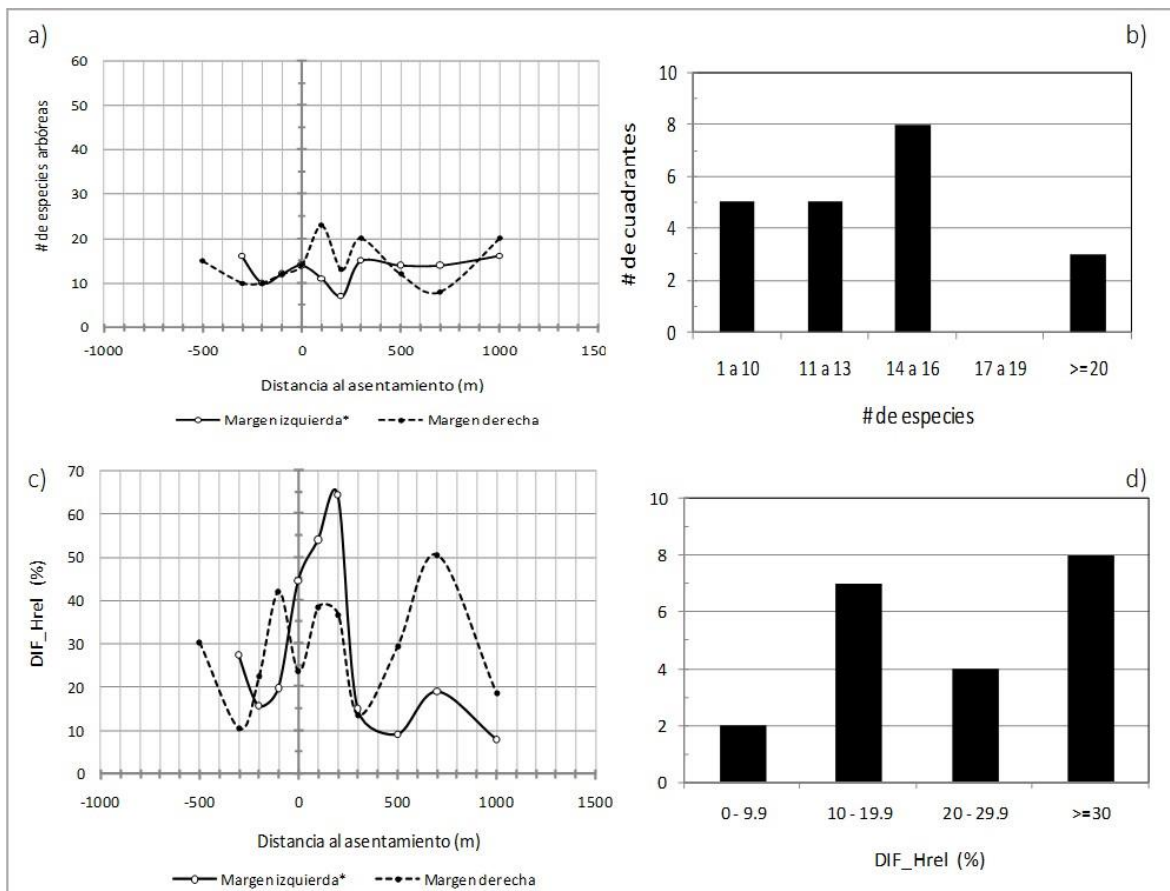
Cuadro IV.19. Valores de referencia de atributos los ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (21) con una superficie total de 13,125 m² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector medio-Santa Rosa.

Sector medio - Santa Rosa	
Atributo	Valor para el sector
Riqueza de especies (# spp)	73
Índice de Diversidad de Simpson (adimensional)	0.80
Diferencia de Shannon normalizada (DIF_Hrel) (%)	39.16
Densidad total (ind.ha ⁻¹)	1122
Densidad del estrato bajo (ind.ha-1)	528
Densidad del estrato medio (ind.ha-1)	324
Densidad del estrato alto (ind.ha-1)	228
Densidad del estrato muy alto (ind.ha-1)	43
Altura (m)	4.67
DAP (cm)	6.44
Área Basal (m ² ha ⁻¹)	13.08

En relación con la riqueza de especies, el número promedio de especies por cuadrante fue de 13.6 especies, un valor muy similar al del sector medio-Las Juntas (13.2); pero muy alejado del total de especies en todo el segmento (n=73). El mayor número de especies fue 23, en un cuadrante localizado a 100 m aguas abajo del asentamiento sobre la margen derecha, mientras que el menor número de especies se ubicó a 200 m aguas abajo, sobre la misma margen donde se asientan las viviendas (Figura IV.24.a). En los cuadrantes aguas arriba, la riqueza de especies se mantuvo muy

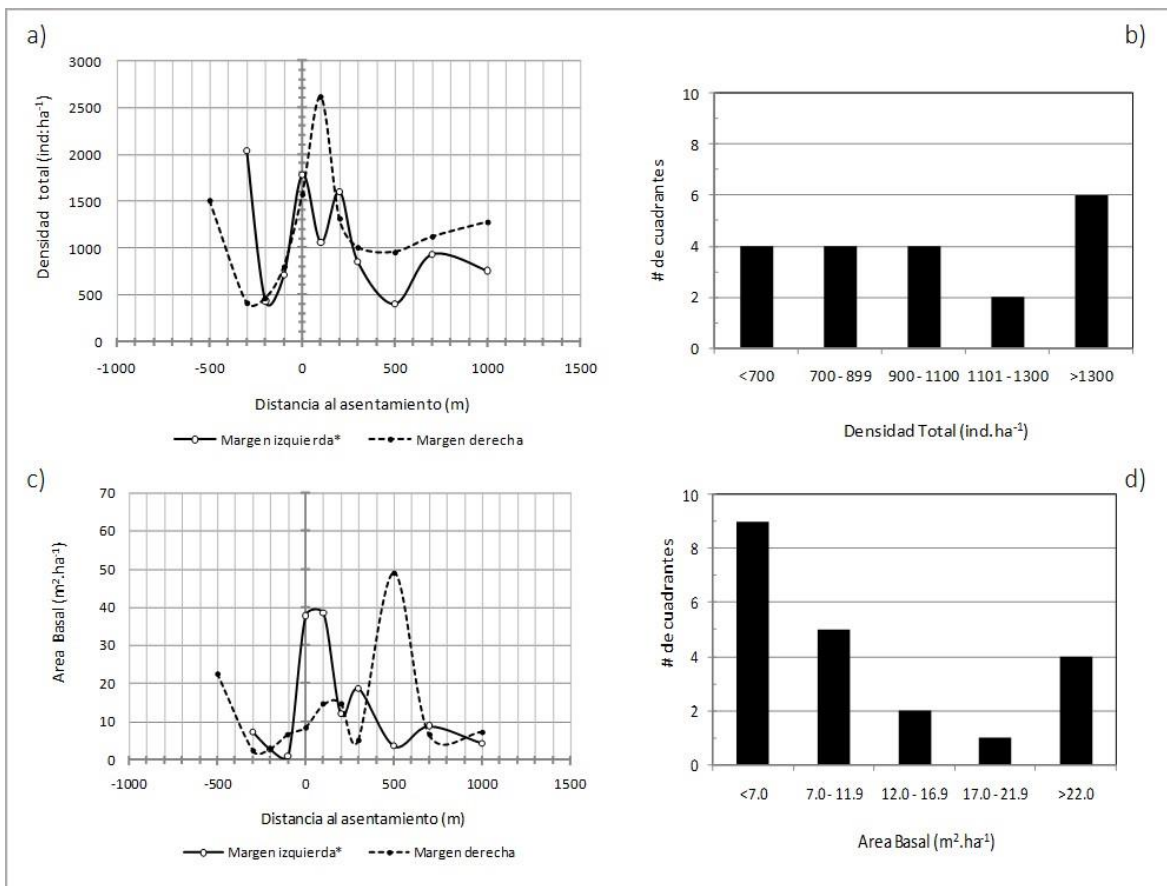
constante, con una variación entre 10 y 16 especies. La distribución de frecuencias de cuadrantes por especies, mostró predominancia de cuadrantes con baja cantidad de especies, con una presencia de apenas el 14.3 % de cuadrantes (3 de 21) con más de 20 especies. El indicador DIF_Hrel mostró un valor promedio de 28.2 %, indicando que en general en los cuadrantes hay un desbalance acentuado de la abundancia relativa de especies dentro de cada uno. El comportamiento de este indicador fue muy fluctuante en el segmento de Santa Rosa, mostrando valores extremadamente altos en el tramo aguas abajo del asentamiento, tanto en la margen izquierda como derecha. Los cuadrantes con una distribución más balanceada de especies (DIF_Hrel menor al promedio) se ubicaron aguas arriba (Figura IV.24.c). La distribución de frecuencias de cuadrantes con respecto al indicador DIF_Hrel reflejó también la alta presencia de cuadrantes con un marcado desbalance de las especies presentes, i.e. $DIF_Hrel \geq 30$ (Figura IV.24.d).

Figura IV.24. Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de Santa Rosa, en el sector medio de la cuenca



Con respecto a los atributos de la estructura leñosa, destacó el comportamiento contrastante de los valores de densidad total y área basal entre cuadrantes. Ciertamente, la densidad total es extremadamente alta en los cuadrantes donde se asientan las viviendas, y en los primeros 100 m aguas abajo (Figura IV.25.a); ello se refleja en una distribución de frecuencias de cuadrantes con una ligera superioridad de la clase de altas densidades (Figura IV.25.b). Sin embargo, la densidad cae por debajo del promedio en las distancias más allá del asentamiento, hasta los 300 m aguas arriba, y hasta 500 m aguas abajo. En cuanto al área basal, destacan valores llamativamente altos en tres cuadrantes, dos de los cuales se ubican en el área del asentamiento humano (Figura IV.25.c). Es probable, que estos valores correspondan con la presencia de ejemplares de gran porte, que son relictos de comunidades vegetales de muchas décadas atrás. El carácter excepcional de individuos de gran porte se refleja en la distribución de frecuencias de cuadrantes en función del área basal, en la que predominan los cuadrantes en la clase más baja del rango de valores ($<7.0 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Figura IV.25. Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de Santa Rosa



Finalmente, el ICE promedio para los 21 cuadrantes del sector medio Santa Rosa arrojó un valor de 0.53 (D.E.= 0.158). Este valor se ubicó entre los valores promedio del ICE de El Olvido (0.60; D.E.=0.144) y Las Junta de Poturo (0.50; D.E.=0.157).

Cuadro IV.20. Condición ecológica de los cuadrantes en el sector medio-Santa Rosa, de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos de la vegetación analizados.

Distancia (m) y margen	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Suma ponderada	Índice de Condición Ecológica (ICE)
(-500) D	2	0	2	7	25	0.76
(-300) I	2	1	2	6	23	0.70
(-300) D	5	3	1	2	11	0.33
(-200) I	7	1	2	1	8	0.24
(-200) D	7	1	1	2	9	0.27
(-100) I	6	3	0	2	9	0.27
(-100) D	3	3	1	4	17	0.52
0	2	1	0	8	25	0.76
0	3	1	3	4	19	0.58
(100) I	3	2	4	2	16	0.48
(100) D	2	1	2	6	23	0.70
(200) I	4	3	1	3	14	0.42
(200) D	3	0	4	4	20	0.61
(300) I	3	1	2	5	20	0.61
(300) D	3	2	4	2	16	0.48
(500) I	6	1	1	3	12	0.36
(500) D	2	2	5	2	18	0.55
(700) I	1	5	1	4	19	0.58
(700) D	3	1	2	5	20	0.61
(1000) I	3	3	3	2	15	0.45
(1000) D	1	3	3	4	21	0.64

Sin embargo, la distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al ICE mostró una dominancia de cuadrantes en el rango por encima del valor promedio (Figura IV.26). La distribución espacial muestra que la margen derecha en el sentido de la desembocadura muestra una mejor condición que la margen izquierda donde se asientan las viviendas (Figura IV.27). Pero en ambas márgenes la condición es mejor en el centroide o cerca del área del asentamiento de Santa Rosa.

Figura IV.26. Distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE), en el sector medio - Santa Rosa

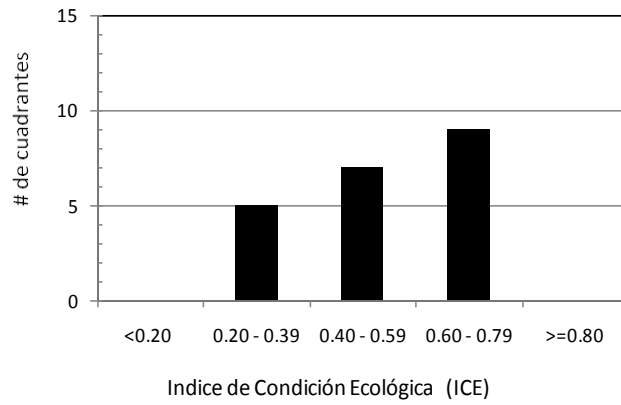
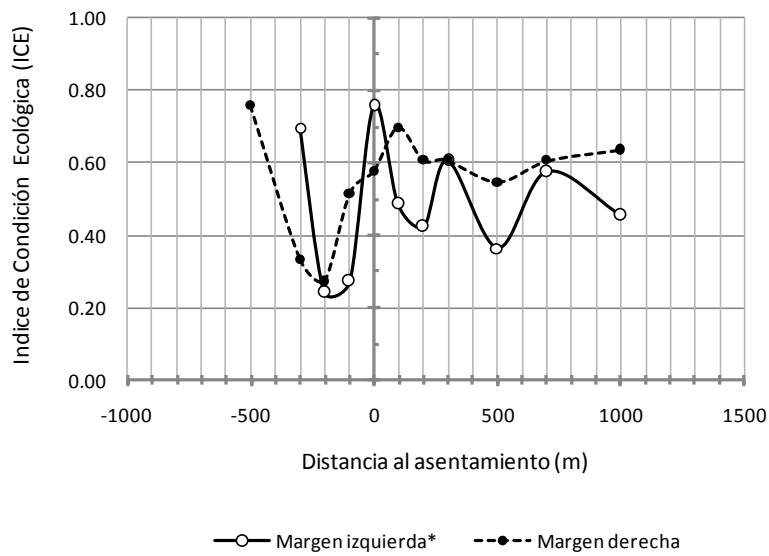


Figura IV.27. Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de Santa Rosa (sector medio).



d) Condición ecológica del corredor ribereño en el sector bajo-La Candelaria

El corredor ribereño del sector bajo de la cuenca Arroyo Poturo mostró diferencias estadísticamente significativas con los sectores alto y medio, en muchos de los atributos geomorfológicos y ecológicos analizados. Se trata de un sector ubicado a una altitud promedio de 256 msnm, con una geometría del canal más ancho y menos profundo que los segmentos aguas arriba, y con márgenes ribereños menos inclinados, y mayor deposición de canto y arena. La diferencia altitudinal entre el sector alto -El Olvido y bajo-La Candelaria es de 397 m, una diferencia significativa para la composición y estructura de las comunidades vegetales ribereñas. Se trata de una comunidad de mucha menor riqueza biológica, con 31 spp registradas, y una densidad arbórea en los estratos bajo y medio mucho menor que aquella de los segmentos altos.

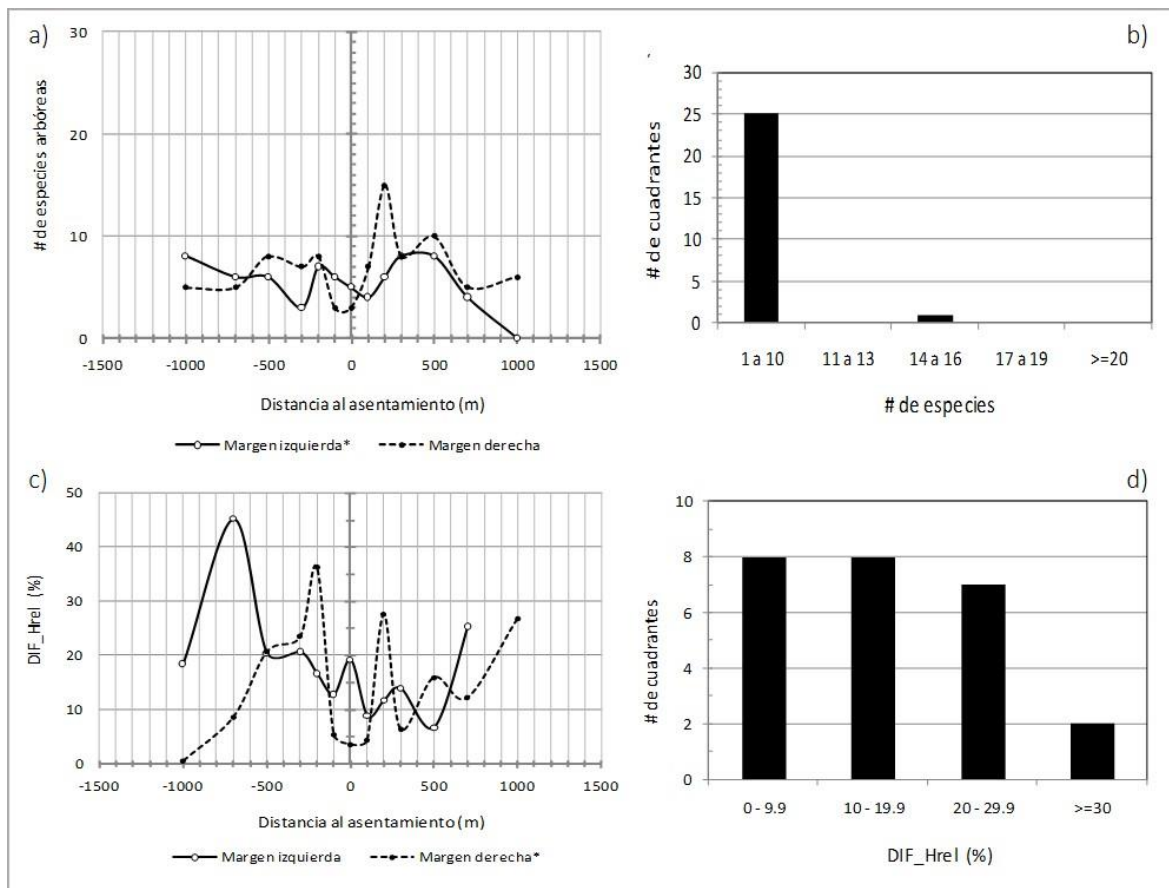
Cuadro IV.21. Valores de referencia de atributos ecológicos calculados para el conjunto de cuadrantes (26) con una superficie total de 16,125 m² (1.3 ha), en el corredor ribereño en el sector bajo-La Candelaria.

Atributo	Sector Bajo - La Candelaria	Valor para el sector
Riqueza de especies (# spp)		31
Índice de Diversidad de Simpson (adimensional)		0.85
Diferencia de Shannon normalizada (DIF_Hrel) (%)		29.1
Densidad total (ind.ha ⁻¹)		455
Densidad del estrato bajo (ind.ha ⁻¹)		225
Densidad del estrato medio (ind.ha ⁻¹)		100
Densidad del estrato alto (ind.ha ⁻¹)		103
Densidad del estrato muy alto (ind.ha ⁻¹)		28
Altura (m)		5.14
DAP (cm)		10.29
Área Basal (m ² ha ⁻¹)		11.84

En términos de la condición ecológica a nivel de cuadrante, la riqueza de especies promedio fue de 6.2 (DS=2.81), un valor muy alejado de las 31 especies presentes en la longitud total de los 2000 m de segmento. La distribución espacial de riqueza muestra que el número de especies fue muy homogéneo a lo largo de todo el segmento (Figura IV.28.a), donde casi la totalidad de cuadrantes presentó un número de especies menor a 10 (Figura IV.28.b). Los datos mostraron una ligero

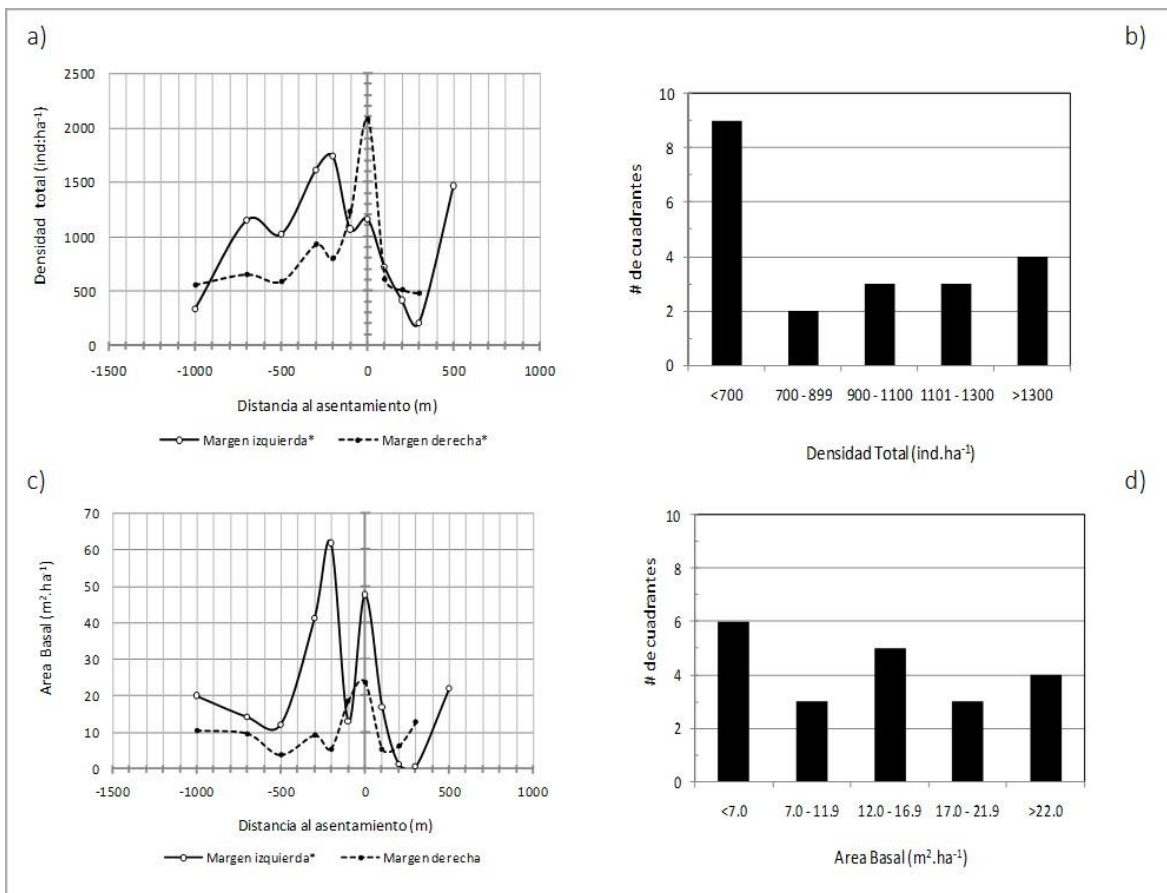
incremento en la riqueza en el tramo de ribera aguas abajo del asentamiento, donde a 500 m se ubicó el único cuadrante con 15 spp. En cuanto a la equitatividad de especies dentro de cada cuadrante, el indicador de la DIF_Hrel mostró un valor promedio de 16.5 % (DS=10.66), que resulta relativamente bajo en relación con los observados en los sectores alto y medio. Sin embargo, en la Figura IV.28.c se aprecia que este indicador es altamente fluctuante porque presenta valores muy altos seguidos de valores bajos, como se observa en la distribución homogénea de cuadrantes en las diferentes clases de DIF_Hrel (Figura IV.28.d). Estos resultados reflejan que el segmento del sector bajo es un mosaico de parches combinados de una distribución más equitativa de especies y parches con alta dominancia de pocas especies sobre las restantes. Destaca el bajo valor de este indicador en el sitio correspondiente al asentamiento humano sobre la margen derecha y sus sitios adyacentes a los 100 m arriba y abajo. Esto indica que las especies arbóreas presentes en el área de las vivienda (entre 5 y 7 por cuadrante), tienen abundancias relativas bastante equilibradas.

Figura IV.28. Distribución espacial de los atributos de diversidad de especies arriba y abajo de la localidad de La Candelaria, en el sector bajo de la cuenca.



En relación con la estructura leñosa, la densidad total a nivel de cuadrante fue altamente variable entre cuadrantes contiguos, con un punto de alta densidad de más de 1300 ind.ha⁻¹, seguido de sitios muy ralos con menos de 200 ind.ha⁻¹ (Figura IV.29.a). Esta alternancia de densidades es indicativa de un alto nivel de fragmentación del cordón ribereño (Figura IV.29.b). Similar comportamiento se observó en el área basal donde se alternaron sitios con valores llamativamente altos, mayores a 28 m² ha⁻¹, con sitios con área basal menores a 5 (Figura IV.29.c), con predominancia de cuadrantes con bajos valores (Figura IV.29.d).

Figura IV.29. Distribución espacial de los atributos estructurales de la vegetación arbórea, arriba y abajo de la localidad de La Candelaria.



Finalmente, el valor promedio del ICE para los 26 cuadrantes fue de 0.49 (DS=0.192), el menor de todos los sectores de la cuenca.

Cuadro IV.22. Condición ecológica de los cuadrantes en el sector bajo-La Candelaria, de acuerdo a la clasificación de los 11 atributos analizados de la vegetación.

Distancia (m) y margen	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Suma ponderada	Índice de Condición Ecológica (ICE)
(-1000) I	2	2	4	3	19	0.58
(-1000) D	2	4	4	1	15	0.45
(-700) I	2	2	1	6	22	0.67
(-700) D	2	1	5	3	20	0.61
(-500) I	2	1	4	4	21	0.64
(-500) D	3	1	2	5	20	0.61
(-300) I	7	2	2	0	6	0.18
(-300) D	2	0	3	6	24	0.73
(-200) I	3	0	5	3	19	0.58
(-200) D	2	2	2	5	21	0.64
(-100) I	1	1	2	7	26	0.79
(-100) D	6	2	1	2	10	0.30
0	3	2	2	4	18	0.55
0	4	3	4	0	11	0.33
(100) I	2	4	1	4	18	0.55
(100) D	7	1	3	0	7	0.21
(200) I	4	2	1	4	16	0.48
(200) D	5	2	1	3	13	0.39
(300) I	2	2	2	5	21	0.64
(300) D	3	0	3	5	21	0.64
(500) I	4	3	4	0	11	0.33
(500) D	5	2	1	3	13	0.39
(700) I	5	3	3	0	9.0	0.27
(700) D	5	2	1	3	13	0.39
(1000) I	11	0	0	0	0	0
(1000) D	2.0	2.0	0.0	7.0	23	0.70

Solamente diez cuadrantes mostraron valores de ICE entre 0.60 y 0.70, mientras que siete de ellos mostraron valores por debajo de 0.40, con el sitio ubicado a 1000 aguas abajo sin presencia alguna de vegetación (Figura IV.31). A lo largo del segmento, el sitio del asentamiento La Candelaria mostro valores del ICE bajos, particularmente en la margen derecha donde se ubican las casas. Otros valores muy bajos se presentaron en el segmento aguas abajo de la localidad, sobre la margen opuesta a las viviendas.

Figura IV.30. Distribución de frecuencias de cuadrantes de acuerdo al Índice de Condición Ecológica (ICE), en el sector bajo - La Candelaria

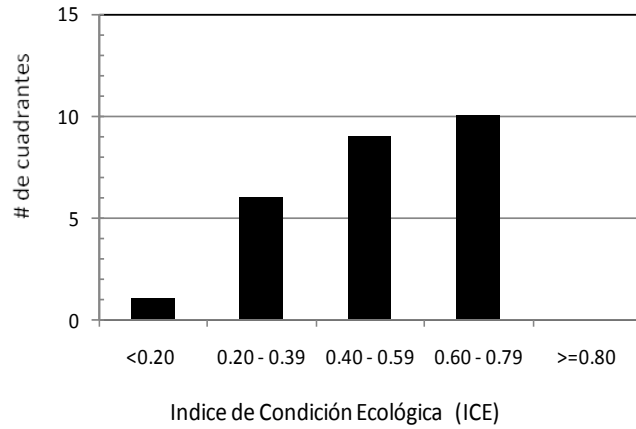
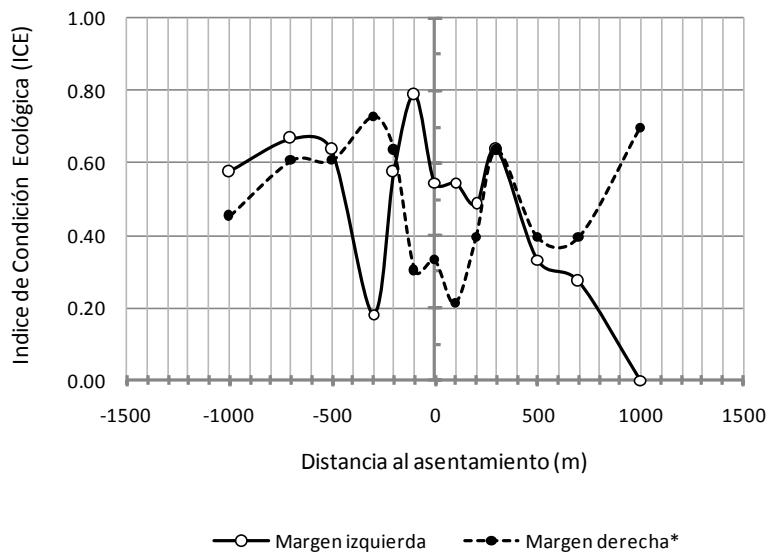


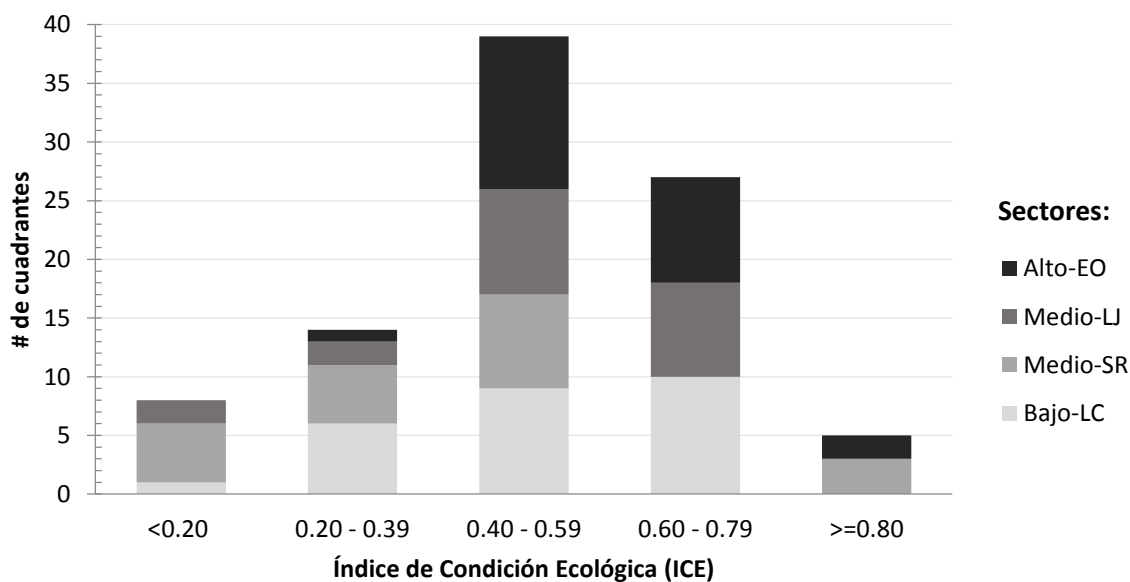
Figura IV.31. Distribución espacial del Índice de Condición Ecológica (ICE) por cuadrantes ubicados aguas arriba (valores negativos) y aguas abajo (valores positivos) de la localidad de La Candelaria (sector bajo).



4.2.4. Influencia de los asentamientos humanos en la condición ecológica del corredor ribereño

La cuenca del Arroyo Poturo presentó un corredor ribereño con una condición ecológica moderada en relación con los estándares ecológicos de cada sector, y evaluado a partir de once atributos ecológicos en los sectores alto, medio y bajo. Del total de 93 cuadrantes distribuidos entre los 650 y los 250 msnm, el 41.2% de los cuadrantes mostró condición moderada, con valores de ICE entre 0.40 y 0.60, mientras que otro 29% de cuadrantes mostro una condición superior al promedio. Sin embargo, la condición ecológica mostro diferencias en su constitución entre sector. Mientras que el sector alto-El Olvido mostró mayor cantidad de cuadrantes con condición moderada a muy buena, incluso con ICE >0.80; en el sector bajo La Candelaria, los cuadrantes se apilaron en las condiciones ecológicas de moderadas a bajas, incluso en el rango <0.20.

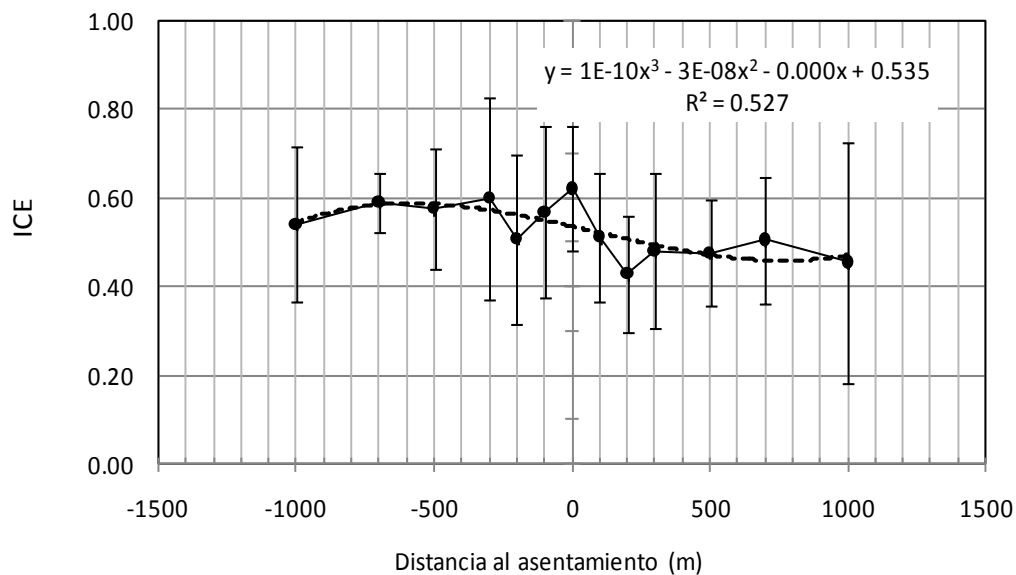
Figura IV.32. Distribución de los cuadrantes (n=93) de acuerdo a los valores del Indicador de Condición Ecológica (ICE) para todo el corredor ribereño.



En cuanto al patrón esperado, que anticipaba una forma en U de la condición ecológica en función de la distancia al asentamiento, los resultados no respaldaron esa hipótesis. Por el contrario, los cuadrantes correspondientes al centroide de los cuatro asentamientos y su adyacencias hasta los 100 m arriba y abajo sobre el cauce mostraron más bien condiciones buenas en relación a los sitios

más distantes, especialmente aquellos aguas abajo. El promedio de valores del ICE para los cuatro sitios en función de la distancia al asentamiento mostró ciertamente una alta variabilidad, pero también reflejó una tendencia a presentar valores más altos en el asentamiento y el segmento de arroyo aguas arriba, que el segmento aguas abajo. El patrón de deterioro en el corredor ribereño en torno a asentamientos humanos podría estar siguiendo una función polinómica de tercer orden, como lo muestra la Figura IV.33. Ello señalaría la incidencia de conductas y acciones de conservación de las comunidades, sean estas explícitas o implícitas, para mantener la presencia del corredor ribereño en el área habitada. Esta se propone, entonces como una hipótesis para futura indagación.

Figura IV.33. Distribución espacial del indicador de condicione ecológica promedio (ICEm) para los cuatro sectores. La línea punteada es la línea de tendencia polinómica de tercer orden que mostro el mejor ajuste a los datos.



4.3. Conocimiento local sobre los cambios ocurridos en el CR desde 1974 a la actualidad (Objetivo 3)

4.3.1. Perfil de los entrevistados

El grupo focal de la comunidad de El Olvido, ubicada en el sector alto de la cuenca Poturo, estuvo formado por tres mujeres de alrededor de 60 años, y tres hombres de aproximadamente 62 años (Cuadro IV.23). Las tres mujeres tienen lazos familiares estrechos, mientras que los hombres aparentemente no presentan parentesco entre sí. Todos los participantes eran vecinos y se conocían desde hace varias décadas. En este grupo resultó particularmente difícil incluir a participantes que tuvieran más de 60 años debido a que una gran proporción de adultos mayores han migrado o ya fallecieron. En comparación con las otras localidades de la cuenca, El Olvido presentó la menor densidad poblacional. El número de habitantes empezó a reducirse desde la década de 1970, con una tasa de crecimiento porcentual del -2.06% entre los censos de 1970 y 2005, yendo de 212 a 59 habitantes, y posteriormente un crecimiento del 5.42% entre los años 2005 y 2010, alcanzando los 75 individuos (INEGI, Figura III.4, Capítulo III).

En el sector medio de la cuenca, el grupo focal de la comunidad de Las Juntas de Poturo se conformó por tres mujeres y tres hombres mayores de 70 años (Cuadro IV.23), siendo el grupo de mayor edad promedio de los cuatro conformados. También en este caso, los participantes mostraron relaciones estrechas de parentesco, tales como una tercia de hermanos, una pareja de hermanos y una prima de los últimos. Todos los participantes se conocían desde hace varias décadas, vivieron su infancia juntos y han sido vecinos casi toda la vida. La dinámica poblacional presentó un crecimiento entre las décadas de 1970 y 1990 a una tasa del 5.08%, pasando de 182 a 367 habitantes, y posteriormente un decrecimiento desde la década de 1990 hasta el año 2010, con una tasa porcentual del -2.99%, llegando a 147 habitantes.

En el sector medio-Santa Rosa, el grupo estuvo constituido por tres mujeres y tres hombres de entre 65 y 70 años (Cuadro IV.23). Cuando se les pidió que se presentaran, el grupo decidió llevar un orden cronológico, dando la palabra a las personas de mayor edad primero. La población de la localidad tuvo un periodo de decrecimiento entre los censos de 1990 y 2005 a una tasa del -3.31%, cambiando de 183 a 92 individuos, y posteriormente un crecimiento a una tasa del 5% entre el año

2005 y el 2010, sumando 115 habitantes.

Finalmente, en el sector bajo-La Candelaria, el grupo estuvo integrado por dos mujeres y tres hombres, siendo las primeras de alrededor de 53 años, y los hombres mayores de 70. En esta localidad el grupo focal se conformó minutos antes de llevar a cabo la actividad (Cuadro IV.23). En el grupo hay dos matrimonios y dos hermanos, todos son vecinos y se conocen desde hace décadas. La población de La Candelaria presentó el mayor valor de crecimiento, a una tasa porcentual del 7.12% entre las décadas de 1970 y 1990, cambiando de 179 a 434 habitantes, y posteriormente tuvo un decrecimiento a una tasa del 2.99% entre 1990 y 2010, llegando a 242 individuos.

Los grupos focales fueron convocados por técnicos comunitarios pertenecientes al Grupo Balsas, quienes conocen a los participantes de hace tiempo, o en algunos casos, son familiares de algunos integrantes. Su apoyo fue de gran utilidad, pues al facilitar el proceso de reclutamiento, fue posible invertir más tiempo en la dinámica de registro de experiencias y conocimiento local.

Cuadro IV.23. Integrantes de los grupos focales para la recuperación de conocimiento local sobre cambios en corredores ribereños de la cuenca Arroyo Poturo.

Sector/Localidad/Ejido	Cargo	Nombre	Sexo	Año de nacimiento
	Técnico Comunitario	Ramiro	♂	
Alto El Olvido Ejido Poturo	Ejidataria	Carmen Arreola Valdivas	♀	1955
	Ejidatario	Elías Gallegos Martínez	♂	1950
	Ejidataria	Petra Arreola Valdivas	♀	1958
	Ejidatario	Rosalío Cruz Murillo	♂	1961
	Ejidataria	Roselia Arreola Valdivas	♀	1954
	Avecindado	Trinidad Solorio Solorio	♂	1951
	Técnico Comunitario	Cipriano Irocio Cantú	♂	
Medio Las Juntas de Poturo Ejido Juntas de Poturo	Ejidataria	Crifaldina Cantú al Monte	♀	1947
	Ejidatario	Felipe Camacho Yrocio	♂	1944
	Ejidataria	Justina Irocio Solís	♀	1929
	Ejidatario	Porfirio Camacho Irocio	♂	1939
	Ejidataria	Taidé Cantú al Monte	♀	1941
	Ejidatario	Vladimiro Cantú al Monte	♂	1943
	Técnico Comunitario	Diego Villafañá Quevedo	♂	
Medio Santa Rosa Ejido Santa Rosa	Ejidataria	Crisanta Villafañá Banderas	♀	1957
	Ejidatario	Esteban Ramírez	♂	1946
	Ejidatario	Isabel Álvarez	♂	1938
	Ejidataria	Josefina Borja Rangel	♀	1931
	Ejidataria	María Cleofas Quevedo Herrera	♀	1955
	Ejidatario	Simón Ramírez Doval	♂	1953
	Técnico Comunitario	Simón Ramírez Doval	♂	1953
Bajo La Candelaria Ejido La Candelaria	Ejidatario	Groelan Camacho Arreola	♂	1948
	Ejidatario	José Chilo Delgado	♂	1930
	Avecindado	Leonel Camacho	♂	1953
	Avecindada	María Luisa Murillo Ledesma	♀	1963
	Avecindada	Regina Delgado	♀	X

4.3.2. Narrativa ambiental libre

Al inicio de la dinámica, se fomentó la verbalización libre de memorias y recuerdos sobre el corredor ribereño, para que los participantes estimularan la transmisión de sus conocimientos. Así, cada grupo focal enfatizó diferentes aspectos de los cambios observados en los sectores de la cuenca habitados por cada uno, y sobre sus impactos en la vida cotidiana de su comunidad.

En el sector alto-El Olvido, cada participante se presentó y de manera colectiva coincidieron en la creciente incertidumbre asociada a los patrones de precipitaciones, y en la reducción del agua de escurrimiento del arroyo Poturo. Algunos participantes externaron recuerdos específicos sobre la presencia de especies de árboles útiles y valoradas, como el pinzán (*P. dulce*) y la parota (*E. cyclocarpum*), y manifestaron conocimiento preciso sobre la reducción de ejemplares de dichas especies. Uno de los entrevistados desarrolló una larga explicación de relaciones causales sobre los cambios en la vegetación ribereña (Caja IV.1).

En el sector medio-Las Juntas la evocación de memorias se desarrolló a modo de conversación, durante la cual todos los participantes se retroalimentaron mutuamente. El tema al que dedicaron más tiempo fue al de la presencia de la minera ubicada en el sector alto de la cuenca. Señalaron la reducción del agua en el arroyo ocasionada por apropiación del manantial de Zapoturo, cuyo uso es destinado a la extracción y el lavado de minerales. Entre todos mencionaron que antes el área ribereña, o el arroyo, estaba más bonito, llevaba mucha más agua y hasta sacaban mojarras con frecuencia (Caja IV.2).

En el sector medio-Santa Rosa, a diferencia de los otros grupos entrevistados, el relato inicial sobre los cambios ribereños (Caja IV.3) se entrelazó con memorias de la lucha por las tierras, sobre cómo se establecieron y defendieron el territorio a partir del año 1979, para posteriormente conformar el Ejido de Santa Rosa, constituido en 1996 (Caja IV.4). Narraron los cambios ribereños entre su llegada al lugar y la actualidad, señalando la disminución tanto de la cantidad de agua como de la diversidad de vida silvestre del corredor ribereño. Este grupo señaló que el entubado del manantial del Ojo de Agua de Poturo para abastecer, primero a la localidad de Churumuco y posteriormente a la localidad de Poturo, ha sido un factor importante de la reducción del escurrimiento superficial. Respecto al territorio, cabe señalar que en la década de 1940, las tierras ubicadas en la Cuenca Arroyo Poturo pertenecían en una gran proporción a la antigua Hacienda de Poturo, una propiedad dedicada a la ganadería y el manejo de huertos de tamarindo, mango y limón; y una menor superficie a pequeños

propietarios.

Finalmente, la narrativa ambiental del grupo focal del sector bajo-La Candelaria, destacó la reducción progresiva del manto acuífero, así como cambios en la condición de la vegetación entre los “*tiempos pasados*” y el presente. Así mismo, los participantes mostraron una gran claridad y consciencia en las relaciones arriba-abajo dentro de la cuenca, y se identificaron como los más perjudicados por los cambios ocurridos en los sectores alto y medio (Caja IV.5).

CAJA IV.1. Testimonios libres del grupo focal El Olvido sobre los cambios ribereños.

“Antes sí lavábamos en el arroyo, íbamos a fregar, y a todo, a lavar trastes... pero había mucha agua y no se nos acababa... y ahorita está seco, una cosa triste... esos tanques de allá nunca se habían secado y ahora este año (2016) se secaron” (Mujer, 61 años).

“El agua empezó a escasear a partir de 1987...y de 2011, 2012 y 2013 llovió bien... pero ahora otra vez se volvió a acabar” (Hombre, 66 años).

“Hace tres años (2013) que llovió 8 días seguidos en febrero, como que eran tiempos de aguas, y había agua en el cerro, en las barrancas y aquí en el arroyo” (Hombre, 65 años).

“Antes había muchos pinzanes y colectábamos sus semillas para hacer atole” (Mujer, 62 años).

“... y era una ayuda grande para quedar satisfechos, y ya no...” (Mujer, 58 años).

“Yo pienso que uno de los motivos de que se ha estado agotando el agua, no nada más aquí, sino en todo el mundo, es el cambio climático... la deforestación que hacemos, lo que hacemos con los montes, no nada más aquí... porque lo que hacen en otros lados repercute por aquí, por ejemplo más arriba, en las partes más altas, de pinos, encinos y todo eso... cómo los han quitado para sembrar aguacate, por ejemplo en Ario de Rosales... aquí también la gente tuvo mucha culpa ¿en qué año fue cuando cortaron todas las parotas más o menos? ¿los 90?... había enormes parotas por las barrancas, pero dejaron entrar a gente que no es ni de aquí de la zona a hacer todo eso, por \$300 o \$500 pesos que le daban a alguien, todo eso repercute... porque son árboles que retienen el agua, los veneros de agua... donde no hay árboles no hay agua, y todo eso hicieron en ese tiempo y ahora vienen las consecuencias... es un crimen eso, de verdad, y más en estas áreas: lo que es el arroyo, no debemos dejar que corten... posiblemente la tercera guerra mundial venga a causa del agua, de verdad... nosotros como quiera vamos de salida, y hay que hacer consciencia... a nuestros hijos, nietos, bisnietos ¿qué les vamos a dejar? Se van a acordar de nosotros y van a decir: mira nomás cómo nos dejaron... Y las instituciones, como la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente), no hacen nada...” (Hombre, 55 años).

CAJA IV.2. Testimonios libres del grupo focal Las Juntas de Poturo, sobre los cambios ribereños.

“Mi papá se venía a cuidar tejones, porque se comían los elotes... el arroyo venía por acá, y luego se cambió por allá, y él tenía que pasarse por el arroyo crecido, y lo agarraba en medio el agua... en ese entonces bajaba muchísima agua... También veníamos a sacar las mojarritas de los charcos, porque no se secaban totalmente... mi mamá nos hacía tortas con las mojarritas” (Mujer, 87 años).

“Se hacía un retranque ahí, y todo mundo venía, de Poturo, hasta ahí al tanque ese, y nosotros también, llevábamos galletas y sacábamos mojarras para pasar el día, y ahora está seco, pura arena... Ha cambiado mucho” (Hombre, 73 años).

“Pero la minera nos está acabando... chupa el agua... Me imagino que bajo de la tierra salen las venas que son las que tienen el agüita, entonces cómo sabemos de dónde depende, de dónde y para dónde... vamos a decir Zapoturo, Ojo de Agua, Cuimbo, de todo eso lugares han agarrado esa agua para esa mina, y se ha ido chupando más el agua...” (Mujer, 69 años).

“Hace poquito nos platicó una señora que ahí por donde ella vive, había un manantialito de agua, y pos unos individuos vendieron ese manantial... Dice la señora que ya no le llega agua casi ni pa tomar, los señores ya secaron ese manantial, ya no sale agua, se llama Zapoturo” (Hombre, 77 años).

CAJA IV.3. Testimonios libres del grupo focal Santa Rosa, sobre los cambios ribereños.

“Aquí más antes estaba bonito, en este arroyo había hartos peces, camarones... aquí en cualquier lugarcito en el que nos poníamos a pescar encontrábamos pececitos, y ya ahora, no hay agua siquiera, todo eso ya se fue, no sé a qué se... había mucha agua en el arroyo” (Hombre, 78 años).

“Por donde quiera había harta agua en todos los ríos y en la sierra... Yo nací en Palmillas, pero me vine a vivir acá porque allá está muy marginado y un enfermo no tiene acceso a automóviles, y aquí sí” (Hombre, 70 años).

“Caímos aquí, a Santa Rosa, hace 45 años... cuando llegamos siempre había agua en el arroyo, aunque fuera poca, pero año con año el agua se fue acabando, y a veces ya no hay ni para tomar... Mi marido, su hermano, mi cuñada y yo fuimos los primeros habitantes de Santa Rosa... cuando llegamos no había árboles más que en las barrancas, por el arroyo... había puro sembradío, se veían las rayas de los surcos largas, bien marcadas... tocaba rebanar los surcos para emparejar” (Mujer, 61 años).

CAJA IV.4. Testimonios libres del grupo focal Santa Rosa sobre la lucha por las tierras.

“De que yo me acuerdo, acá no había carretera y caminábamos a pie, pero cuando la levantaron empezó a haber más tráfico de carros” (Mujer, 85 años).

“Esto que vemos aquí, en 1945 era propiedad de Alfonso Cabrera... Él y su familia eran los ricos, y tenían un caporal... terreno que después, en 1954, se lo vendió a José Luis Barriga... por lo que en 1979 fuimos con él y dijo que sí nos vendía... pero antes de eso él voluntariamente nos había cedido tres hectáreas para asentamientos humanos... logramos que sí nos vendiera, entonces para ir poco a poco quitándonos el problema por disputas del territorio, formamos una Sociedad de Producción Rural que se llamó Sierra de Zicuindio... y en 1981 - por tercera ocasión-, decidimos llevar los papeles a la Ciudad de México para hacer la incorporación al régimen ejidal... salió todo aprobado, así que la Sociedad de Producción Rural se diluyó y en 1996 recibimos los documentos bien... En cuanto al asunto del arroyo... entre los años 1983 y 1984 tuvimos una sequía muy intensa y a partir de ahí que empezamos a robarle el agua a los de Churumuco... porque el agua de Ojo de Agua de Poturo se iba directamente a Churumuco a través de una tubería que instalaron, por lo que empezamos como los cuiniques -una especie de ardilla-, a agujerarles el tubo y el tubo se rompía, hasta que decidieron dejárnosla... y posteriormente, hace como 12 años, cuando Tico estuvo de presidente, metieron tubería para el suministro de agua” (Hombre, 63 años).

“Entre 1972 y 1973 llegamos como paracaidistas, solos, no había nadie... para nosotros era bien difícil... hubo un tiempo en el que nos tocaba no dormir en la casa, nos seguían, el gobierno pues... para nosotros nos costó lágrimas este Ejido, sustos, cárcel... Mi papá cayó en la cárcel... Pero a la vez fueron lindos recuerdos como quiera, había mucha leña, íbamos a lavar al arroyo, había mucha agua... veníamos al arroyo a bañarnos en las noches de luna, como que éramos niños... hacíamos pocitos a la orilla con tepetate, nos divertíamos mucho... entre nosotros había mucha armonía” (Mujer, 59 años).

CAJA IV.5. Testimonios libres del grupo focal La Candelaria, sobre los cambios ribereños

“Aquí nació y aquí me crié, pero no era como está ahora... el arroyo siempre estaba corriendo... Ahorita ¿cuál?, ahí teníamos árboles bonitos... por lo menos teníamos charcos de agua... ahora los animales tienen que ir a las casas para que les bombeen agua, ahorita ya no tienen dónde beber...éstos potreros – señala atrás de donde estamos sentados - tenían cascabelos, mezquiteras... pero luego para cultivar sandías las quitaron todas, y para acá empezó a mermar a llover... Yo soy de los primeros que se anda fijando en esas cosas, los demás lo ignoran... allá había una pinzanera cerrada, pero ahora que se hizo de ese pedazo, tumbó todos los pinzanes... cuando yo estaba chiquillo, el arroyo aquí, el agua estaba bajita oiga... pero entubaron el agua de Ojo de Agua, dejó de correr tanta agua... allá en el arroyo habían muchos tanques pero ya no... y luego que no llueve... pues imagínese” (Hombre, 86 años).

“Yo no nací aquí, pero llegué de niña... Y sí, los más afectados somos nosotros... arriba está el agua de Ojo de Agua, y abajo está la presa, pero nosotros en medio no tenemos nada... la tala de árboles que hacen también afecta mucho al arroyo, a lo que es el agua, los mantos acuíferos se secan pues... desde que era niña si miraba que allá había más agua, mi mamá hacía un pozo allá, y ya no hay... y no hay agua porque no ha llovido” (Mujer, 53 años).

“Antes se escarbaba tantito y ahí salía agua, ahora ya no” (Mujer, edad no especificada).

“Lo mismo que dicen ellas es lo que todos sabemos... y pues sabemos por qué(está seco), porque no llueve y sabemos que pues la gente mocha muchos árboles cerca del arroyo...pero como dice ella, para allá no han mochado muchos árboles pero no hay agua... antes mero eran tanques, ahora son charquitos” (Hombre, 63 años).

“¿Sabes lo que no se me olvida? Cuando yo estaba chiquito cómo sacaba de pescados, había mucha mojarra aquí” (Hombre, 68 años).

En conclusión, el conocimiento local de los cuatro grupos refirió que en los últimos 40 a 50 años, la cuenca Arroyo Poturo sufrió cambios evidentes en el régimen hidrológico y en la integridad ecológica de la fauna y flora ribereña. El cambio hidrológico más destacado fue la reducción de los escurrimientos superficiales, la disminución de la ya baja temporalidad del agua en segmentos de arroyo con lecho de roca y laja, y la alta acumulación de arena en donde antes había pozas y retranques naturales. Afirman que los factores implicados en los cambios hidrológicos son la reducción de las lluvias, como una causa natural, y señalaron como causas del uso del territorio el establecimiento de la actividad minera -que implicó la apropiación del agua de manantiales y la

transformación de la calidad de aguas vertidas-, así como el uso de mangueras y el entubado de veneros para el abasto de los asentamientos humanos. Los cambios hidrológicos impactaron en la vida acuática de la cuenca, la cual mostraba una mayor biodiversidad, con alta presencia de peces, camarones, y probablemente anfibios. Además, la vegetación ribereña -en todos los sectores de la cuenca-, parece haber sufrido un deterioro y pérdida de ejemplares de especies que desarrollan alta biomasa, tales como la parota (*E. cyclocarpum*) y el pinzán (*P. dulce*), y otras especies de valor cultural como el ahujote (*A. viminalis*).

4.3.3. Narrativa ambiental por transectos históricos

Los grupos comunitarios mostraron un conocimiento detallado de los eventos y factores relacionados con los cambios espacio-temporales en el corredor ribereño, distinguiendo los dos periodos analizados: i) 1974 a 1996 y ii) 1996 a 2011. Los periodos abarcan 22 y 15 años, de modo que los cambios indicados deben interpretarse a la luz de la diferencia en la duración de cada uno. Los resultados se presentan para cada sector de cuenca y periodo.

1. Sector alto- El Olvido

De acuerdo al grupo focal de El Olvido, las últimas tres décadas del siglo pasado (1970-2000) y la primera década del actual (2000-2010), mostraron importantes cambios en el corredor ribereño del sector alto de la cuenca (Cuadro IV.24). Estos cambios tuvieron origen climático, y también respondieron a las actividades humanas desarrolladas en el territorio a lo largo del tiempo; con una menor presencia de cambios derivados de factores institucionales relevantes (Cajas IV.6, IV.7, IV.8 y VI.9).

Respecto al intervalo de tiempo comprendido entre **1974 y 1996**, los entrevistados destacaron los años 1974 y 1981 como memorables por la ocurrencia de eventos extraordinarios de lluvias y crecidas del caudal del Arroyo. En este periodo, también se identificaron los primeros eventos de sequía aguda y sus efectos en los ciclos de floración de los árboles, tales como ahujote (*A. viminalis*) y pinzán (*P. dulce*), así como la temporalidad de sus frutos (Caja IV.6).

Además durante esta época, el sector presentó un alto dinamismo de actividades antrópicas, reflejado en la mayor cantidad de viviendas que ha tenido la localidad, un elevado número de

cabezas de ganado (aunque concentrado en pocas personas), y superficies de tierras de cultivo más extensas -especialmente entre las décadas de 1970 y 1980- (Cuadro IV.24; Caja IV.7). También hubo una mayor frecuencia de incendios derivados de la práctica de quemas de parcelas previas a la temporada de siembra, principalmente en lo que ellos llaman “*el monte*”. En el área ribereña se empezó a extender la tala de árboles maderables de mayor porte, como las parotas.

Entre los cambios relacionados a las decisiones locales, las personas de El Olvido destacaron que había un mayor interés comunitario en el control de incendios, y también señalaron las primeras manifestaciones de emigración como un fenómeno local relevante (Caja IV.8).

Para el periodo **1997-2011**, las tendencias hidrometeorológicas del periodo anterior se exacerbaron. La vegetación ribereña sufrió la creciente desaparición de árboles de mayor porte (altura y área basal), particularmente de pinzán (*P. dulce*), bonete (*J. mexicana*) y quiringucua (*A. inermis*); así como de renovales (estrato bajo). Los entrevistados enfatizaron acerca de las repercusiones de los eventos de sequía sobre la reducción de la actividad agrícola y ganadera (Cuadro IV.24). El correlato de ello fue la reducción de los incendios, la disminución de tala de árboles derivada del agotamiento de ejemplares maderables, y la proliferación de huizache (*A. farnesiana*), un especie invasora que ocupa rápidamente las tierras de cultivo abandonadas y que es dispersada por el ganado. La proliferación de mangueras utilizadas para conducir agua desde pequeños hoyos en los cauces hasta las viviendas, se reflejó en la disminución de agua en el Arroyo y la consiguiente escasez de agua para uso doméstico, que a su vez motivó el abandono de huertos. La emigración fue en aumento con la drástica reducción de la población residente de El Olvido. Así mismo, la cantidad y la calidad del agua se han visto cada vez más afectadas a causa de la presencia minera en el sector alto de la cuenca. Las personas reportan que las empresas mineras no cuentan con las medidas de seguridad necesarias y han vertido desechos con arsénico en el Arroyo (Caja IV.9).

Cuadro IV.24. Cambios en el sector alto-El Olvido identificados por los entrevistados.

Periodo	Factores de cambio del corredor ribereño		
	Climáticos y ecológicos	Uso del territorio	Institucionales y decisiones comunitarias
1974 a 1996	<p>Lluvias abundantes y crecidas anómalas (1974 y 1981)</p> <p>Inicio de eventos de sequía.</p> <p>Reducción de vida acuática</p> <p>Primeras manifestaciones de disminución de árboles</p> <p>Propagación de huizache (<i>A. farnesiana</i>) (a partir de 1980)</p>	<p>Mayor cantidad de pobladores y viviendas</p> <p>Grandes superficies de tierras de cultivo.</p> <p>Mayor cantidad de cabezas de ganado de libre pastoreo</p> <p>Incendios más frecuentes, asociados al manejo de cultivos y ganado.</p> <p>Tala acelerada, especialmente de parotas (<i>E. cyclocarpum</i>).</p> <p>Entubado del manantial de Ojo de Agua de Poturo (1980).</p> <p>Instalación de mangueras que conectan al Arroyo con las casas (1980-1985).</p>	<p>Interés comunitario en el control de incendios.</p> <p>Inicio de emigración a Estados Unidos.</p>
1996 a 2011	<p>Aumento de intensidad y frecuencia de eventos de sequía</p> <p>Proliferación de huizache en parcelas</p> <p>Evento extraordinario de lluvias y crecida anómala (2005).</p> <p>Reducción de la presencia de renovales particularmente de pinzán (<i>P. dulce</i>) y bonete (<i>J. mexicana</i>)</p>	<p>Disminución de la cantidad de cabezas de ganado.</p> <p>Disminución de incendios.</p> <p>Aumento del uso de mangueras para obtener agua desde el arroyo.</p> <p>Disminución de tala.</p> <p>Disminución de huertos por falta de agua</p>	<p>Aumento de la emigración, principalmente hacia Estados Unidos.</p> <p>Aplicación en la región del Programa de apoyo a la vivienda (2003).</p> <p>Inquietud y debate comunitario por los efectos de la actividad minera en la localidad</p> <p>Realización de un programa de reforestación</p>

CAJA IV.6. Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector alto (grupo focal El Olvido).

“La falta de lluvia influye... yo me fui en 76, y en ese tiempo llovía pero bieeen... bonito llovía... tronaba el cielo, y el arroyo bien lleno de agua... los periodos eran normales... (pero) las sequías han aumentado drásticamente, constantemente, año con año... Hubo un año que se compuso, que escuchábamos bien harta agua en el arroyo, pero otra vez volvió (la sequía)... empezaron poquitas y fueron aumentando gradualmente...”

“Y pues aquí más antes habían muchas quiringucuas, había mucha sombra, ahora ni eso hay... aquí a veces se cansaba uno y se iba a la sombrita, pero ahora ya ni tienen hojas, y antes nunca se les acababan las hojas, pero ahorita están muy resecos...”

“Había también ahujotes graaandes, boniitos...Y los ahujotes, generalmente en este tiempo estaban veerdes y floreaban amarillo, y ahora mira cómo está... no hubo ni para cortar para las tumbas... ese árbol se usa para adornar las cruces de nuestros panteones, y ahora no hubo... y mira, está todo rabonado por el mismo arroyo... sólo hay uno que otro con algunas flores... pero bonitos que se ven, frondosos, amarillos... antes estaban lleeeenos...”

“Faltan pinzanes, bonetes... aunque se tenían que dar en semana santa y ahora se han ido retrasando... la ciruelas en estos tiempos tendrían que estarse acabando, y apenas andan madurando... todo se ha ido retrasando... de forma que no hay beneficio para los árboles... (además) antes se iban acabando pero iban naciendo, pero ahora como que todo se va acabando, como que ya no nacen...”

“Como desde el 87, pero de todos modos hace como hace 4 o 5 años había más ahujote...” (en respuesta al momento de disminución de árboles)

“Ahí por el 81, sí... pasó el agua por el patio de la casa... pero le pedí a Dios que nos cuidara... a la siguiente creciente echó una piedra grandota, y la puso a medio arroyo, el agua se volteó... cambió su cauce... (en respuesta a la ocurrencia de crecidas o inundaciones)

Luego en el 2005 ¿sí se acuerdan? Cuando cayeron los chorreones, la barranca del tigre cómo estaba, la descompuso... que nos tocó ver que en Ojo de Agua se llevó una casa... que fue cuando se aterró la presa de Chande... también hubo deslaves pues, aquí le dicen chorreones, son deslaves...”

CAJA IV.7. Testimonios cronológicos sobre cambios en el uso del territorio en el sector alto, de acuerdo al grupo focal de El Olvido.

“En los 70 había muchísima colecta de leña, porque más antes trabajaban (en cultivos)... todo ejidatario hacía tumbas (de tumbar árboles)... de poquito en poquito se fueron acabando... ahora sacamos la leña de árboles muertos, aunque para la postería sí los talamos...”

“También más o menos desde los 80 cómo mochaban de pinzanes, a otros les pegó la plaga y de poquito en poquito se fueron acabando... Igual mochaban parotas, pero eso se incrementó por ahí del 90, unos las daban hasta en \$300 pesos...” (Hicieron notar que quienes talaban pinzanes y parotas eran ajenos a la localidad)

“Antes llevábamos el agua en la cabeza, en botes de alcohol, yo le echaba 10 viajes de agua a un naranjo... por ahí del 80 – 85 años pusieron las (primeras) mangueras y ya de ahí se fueron poniendo todos... me acuerdo que mi tío se trajo 18 rollos... allá arriba las puso, y se fue subiendo... Después cada quién fue a comprar la suya... Se fue contagiando... ahora casi todos tenemos mangueras al arroyo, toodos...”

“Otra cosa que tiene mucho que ver: las mangueras... y habemos unos que no cerramos las mangueras y septiembre y octubre se ve la tirazón del agua...”

“Antes había poquito ganado, ese ganado era de pocas personas o a veces de una... nosotros para tomar un poco de leche teníamos que rogarles, pero no nos querían vender, pero lo que se dice rogaarles, decirles 8 o 19 veces... dos o tres personas tenían muuuucho ganado...”

“Pues los incendios también son causa de la ignorancia ¿no?, ignorancia que como quien dice “me vale, no tenemos cuidado, no sabemos lo que hacemos...” y también lo hacían para sembrar la mota... Antes se usaba más el tumba, roza y quema... había más trabajadores... Cada año se quemaban todos los cerros... pero también nos la rifábamos apagándolos, y ahora no queremos salir a apagarlos tampoco... A mí cómo me gustaba cuando decían: vamos a apagar la lumbre, yo andaba chiquitillo... Se juntaban pa ir a apagarlo... lo apagábamos así rústico, con tecatas de panicua y casahuate... Después hubo más o menos como 10 años que no hubo incendios... como entre el 2000 y el 2010, y ahora otra vez, ya se incendió para allá, para acá, otra vez para acá... y pues ahora ya no los controlan... Antes se unían los campesinos para apagar la lumbre... La gente tenía más consciencia que ahora”

CAJA IV.8. Testimonios cronológicos sobre cambios institucionales y decisiones comunitarias del sector alto.

“Aquí más antes era un ranchito suficiente, veías harta gente... pero de buenas a primeras cuando había esas cositas de la motita la gente se emborrachaba (y dejaba de trabajar)... El rancho se está haciendo viejo, ya casi jóvenes hay pocos y es por la migración... antes la escuelita llegaba a tener hasta 80 alumnos, ahora hay 4 o 5... no sí, una cosa pesada...”

“Y más antes, la migración empezó desde el 70, fue cuando la bandada se fue a Estados Unidos... pues en vez de que se regrese la gente, se está yendo más... así los traten bien o los traten mal, ellos se siguen yendo...”

“Luego, en el 81, el banco nos dio el crédito de ganado a varias personas, por grupo... se hicieron grupos para ordeñar... Ahora tenemos mucho pero entre muchos, ahora a lo mejor aumentó un 30 O 40% a comparación de lo que había antes... Antes llegaban a tener hasta 100, 200, 300 cabezas de ganado, ahora el que tiene más ha de tener 50 a lo mucho, la mayoría de las familias tiene una o dos...”

“Aquí el gobierno ha dado apoyo para las láminas... del 2000 para acá... 2001... 2003... de parte del programa “Apoyo a la Vivienda”... Cada año lo sacan, le dan a los pobres, yo no soy rica y a mí no me han dado... Causa que también te desilusionas, porque los apoyos que llegan ya llegan bien exprimidos o se los dan a los que no lo necesita, también... Pues estamos olvidados, mire nada más, estamos en El Olvido... somos los olvidados... (respuesta a la pregunta sobre otros apoyos gubernamentales)

“Pero pues en esta comunidad yo siento que las casas más bien han disminuido... Antes había más casas y ahora hay menos...pero casi no son visibles (en las fotos), porque estaban hechas de palma y adobe, y otras las sacaban con vara, otate... ahora son de material y lámina y se ven más... yo de cualquier forma tengo casa de palapa y tejaban de palapa...”

“Aquí lo que ha ido disminuyendo mucho son las casas y la población, que se ha ido haciendo vieja... ya ahora los jóvenes ya no quieren vivir en el rancho, cuando se casan, la mujer les dice “si me quieres, vámonos a Poturo, o vámonos a La Huacana”... y pues, el que quiere azul celeste, que le cueste... jajaja...”

“No, pero pues tampoco las construimos, nooo, si llega a bajar así como contamos, adiós mi gabán con todo y casa...” (sobre la existencia de acuerdos para evitar la construcción de casas cerca del área ribereña)

“No pues no... lo único que nos recomiendan es que no hagamos deforestaciones, que cuidemos el río, pero hasta ahí... los de la CONAMP no salen del escritorio y casi los de la forestal igual... yo estaba muy cercano a la CONAMP, pero pues me alejé porque no... Cuando vamos a las reuniones los ataco bien, pero no dicen ni pío ni nada... “Es que ustedes prometieron que vendrían a ver lo del humedal de Poturo ...”

CAJA IV.9. Continuación de testimonios cronológicos sobre cambios institucionales y decisiones comunitarias del sector alto.

...y lo del basurero que es un foco de contaminación ahí mero, ahí está el arroyo y ahí avientan animales muertos, y cosas pues... ahí está como a 10 metros el arroyo...” Sólo mandó a su colaborador para que me tomaran el nombre, y el ejido, pero no ha habido una respuesta... Ese basurero ya tiene más de 10 años... antes del 2000... se instaló el del Gavilán, dijeron que era por mientras y ahí se quedó... Por lo que he escuchado en las asambleas fue una decisión que se tomó de urgencia, pero se habló de ponerlo en otro lugar y pues no lo han hecho... En las asambleas tratamos, de hecho, lo que es la basura... Lo que es los drenajes y todo eso, es asunto del ayuntamiento, pero pues de hecho no se hace cargo, nomás le pagan a una persona por que recoja la basura y nomás la colecta y la tira ahí...” (Sobre acuerdos para regular el cambio de cubierta en su localidad)

“A veces no aceptan que uno les de recomendaciones, les decía yo que dándole el apoyo a una persona, el apoyo de la policía y de la gente, que ese basurero acondicionándolo bien podría funcionar mientras que se busca otro lugar... pero ahí tiran la basura los que sea, tiran hasta escombros... hacen caso omiso, les vale queso...”

“Aquí lo que nos podría convenir sería ponernos de acuerdo para poner un depósito y usarlo para agua de tomar... una sola manguera podría ser... pero necesitaríamos un billete... enorme... la rehabilitación de este salió en \$30,000 pesos... más a parte los 30 km de manguera y gracias al grupo Balsas y a un servidor...”

“Normalmente nos la llevamos tranquila... y del territorio no, porque es ejidal, las decisiones las toma la asamblea, pero no han modificado la manera en la que se usa la vegetación...” (Sobre la ocurrencia de desacuerdos respecto al uso del territorio).

“Lo que ha generado inconformidades y problemas ha sido la minera... Se echaron el compromiso de que iban a contratar gente de la región, y no fue cierto... contaminaban y decían que no... Para separar los materiales se dice que se usa arsénico, y ellos dicen que no es cierto... Al ganadero se le murieron algunos animales... La presa de Jales se les desfundó como dos veces, no había seguridad con ellos...y eso afecta.... No hay vuelta de hoja... Una vez no era tiempo de lluvias, iba corriendo el agua ahí por la presa que se les tronó, no tenían las medidas de seguridad necesarias, y todo eso va a llegar a las partes de abajo... Ahora dicen los de Santa Rosa, los de Las Juntas, que ellos no podían bañarse ahí porque les salía roña... Bajan los camiones por aquel lado... dicen que la clausuraron pero la siguen trabajando, en Inguarán... son dos mineras diferentes: la planta, ahí molían... una le compraba el material a la otra... una es la minera y la otra lo limpia, pues es una sola... vino la PGR para clausurarlos, porque ellos ignoraron todo el tiempo a los ejidos y a la gente... ¿cuándo fue? En el 2013... yo me fui a tomar fotos a los pozos, y un día amanecieron varios amenazados...” (sobre la ocurrencia de desacuerdos respecto al uso del territorio)

2. Sector medio- Las Juntas de Poturo

El grupo focal del sector medio-Las Juntas, reportó procesos muy similares a los reconocidos por el grupo focal del sector alto-El Olvido, aunque especificó cambios particulares ocurridos en su territorio.

Para el periodo **1974 – 1996**, los entrevistados reconocieron las primeras alteraciones en el patrón de precipitaciones, pues a partir de la década de 1980, las lluvias regulares y predecibles fueron reemplazadas por lluvias torrenciales y eventos de sequía cada vez más frecuentes (Cuadro IV.25; Caja IV.10). Señalaron que estos “*chorreones de lluvia*” o lluvias muy intensas, provocaron que el arroyo cambiara de curso, lo que produjo el desecamiento de un pequeño pantano que se encontraba en las adyacencias de asentamiento de Las Juntas de Poturo. En dicho periodo también se presentaron años secos en los que se redujo el escurrimiento de las barrancas, con mayor mortalidad de árboles del corredor ribereño así como cambios en sus ritmos de floración.

En cuanto a los usos del territorio, mencionaron que algunos pobladores pudieron incrementar sus hatos ganaderos, si bien ello no fue norma para la mayoría de habitantes. Reconocieron que el ganado siempre ha andado por el arroyo, pero en la década de 1970 había muchas más cabezas – principalmente de reses y burros, éstos últimos se usaban mucho-, y pertenecían a pocas personas. Así mismo, denotaron que a partir de la construcción de la escuela primaria -ubicada cuenca arriba-, el agua del Arroyo se empezó a contaminar debido a la ausencia de un drenaje adecuadamente instalado, por lo que a partir de la década de 1980 les fue imposible continuar bebiendo su agua. Respecto a la vegetación ribereña, las personas señalaron la abundancia de parota (*E. cyclocarpum*) y otros árboles de gran tamaño que proveían de sombra y promovían la retención del agua en el Arroyo hasta antes de la década de 1980. Se mencionó que la tala clandestina fue en aumento y que los taladores comenzaron a ofrecer dinero por árboles de parota, por lo que muchos vecinos permitían la corta de ejemplares en sus propiedades.

Respecto a los acuerdos comunes entre ejidatarios y habitantes, en la década de 1970 los sistemas de potreros tenían cierto tipo de propiedad. Entre los dueños se organizaban para el manejo del ganado de manera ordenada, alternando la presencia de las reses entre un potrero y otro para permitir que creciera de nuevo el pasto de una especie que ya no se encuentra más, a la que llaman “*polole*”. Se señaló que en este periodo había más respeto por la propiedad ajena que ahora, así como un mayor impacto de los acuerdos ejidales, por ejemplo, para el control de incendios. Si bien

se hizo referencia a acuerdos para evitar la tala de árboles en el arroyo o en donde hayan nacimientos de agua, el momento de dichos acuerdos es un dato difuso.

En el periodo de **1996 al 2011**, las sequías se presentaron con mayor frecuencia e intensidad, pero también empezaron las crecidas más devastadoras. En relación a la vegetación ribereña, la mayor frecuencia de años secos fue asociada a la reducción del número de renovales (Cuadro IV.25). Los entrevistados recordaron con tristeza una crecida en la década de 1990 que se llevó a un burro y arrastró a su dueño, y otra en 2011 que se llevó a una mujer y a su hijo. En cuanto a los usos del territorio, la comunidad adoptó la aplicación de herbicidas para el manejo agrícola, y un mayor número de habitantes pudo adquirir pequeños hatos de ganado bovino. Aunque la población de la localidad se redujo de manera continua desde la década de 1990, el asentamiento de Juntas de Poturo creció, por lo que se abrieron brechas y caminos. A esto último atribuyeron el aumento de la tala y la cacería furtivas. Reportaron que en el año 2000, a un lado del Arroyo construyeron una escuela secundaria cuyo drenaje se conectó al cauce, y de manera simultánea inició la actividad minera en la parte alta de la cuenca, lo que implicó la apropiación del agua de manantiales y fuentes subterráneas. Aunado a ello, denunciaron que el programa social Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) promovió la construcción de porquerizas que se ubicaron cerca del área ribereña, sin extender recomendaciones de buenas prácticas para evitar el deterioro de la vegetación y el cauce. Aunado a ello se incrementó el abandono de tierras, la violación de normas de tala y cacería, y en términos generales la suma de estos factores suscitó una menor cohesión social capaz de establecer acuerdos para el uso del territorio y el área ribereña (Cuadro IV.25, Caja IV.12). Todos estos hechos han potencializado la contaminación y la reducción del recurso hídrico.

A modo de síntesis, el grupo focal enfatizó la importancia de recordar y observar lo que sucede en el arroyo, pues las dinámicas naturales, los usos del territorio y tanto los programas gubernamentales, como las decisiones institucionales y locales, han repercutido en el deterioro del corredor ribereño y en la vida de todos. Los participantes se interesaron en hablar en su asamblea ejidal respecto a los temas conversados en la sesión tales como la ubicación de los chiqueros – especificando que deben estar lejos del arroyo, el uso equitativo de áreas de uso común, y la apropiación de fuentes de agua comunitarias.

Cuadro IV.25. Cambios en el sector medio-Las Juntas de Poturo, identificados por los entrevistados.

Periodo	Factores de cambio del corredor ribereño		
	Climáticos y ecológicos	Uso del territorio	Institucionales y decisiones comunitarias
1974 a 1996	<p>Cambio en el patrón de precipitaciones. Mayor frecuencia de eventos extremos (lluvias y sequías; Crecida anómala: década de 1990 y menor escorrentía en barrancas)</p> <p>Alta mortalidad de árboles.</p>	<p>Alta carga ganadera en potreros de pocos dueños (década de 1970)</p> <p>Tala y venta descontrolada de parotas</p> <p>Construcción de escuela primaria sobre el área ribereña, con baños al aire libre (década de 1980)</p>	<p>Interés comunitario por el control de incendios (1970)</p> <p>Apoyos de Banrural para el cultivo (hasta 1977)</p> <p>Inicio de Programa Procampo pero no beneficiaba a todos (en 1990)</p>
1996 a 2011	<p>Incremento de sequías</p> <p>Disminución de renovales</p> <p>Reducción de la vegetación ribereña</p> <p>Evento extraordinario de lluvia con crecida extrema en el caudal del Arroyo Poturo (2011)</p>	<p>Adopción del uso de herbicidas y extinción local de una especie de pasto nativo</p> <p>Menor cantidad de ganado por persona, pero aumentó el número de personas con ganado</p> <p>Construcción de brechas favoreciendo la tala y caza furtivas (década de 1990)</p> <p>Tala y venta de parotas y otras especies de árboles grandes</p> <p>Construcción de la secundaria a un lado del arroyo, con drenaje al cauce (2000)</p> <p>Mayor apropiación de agua por la actividad minera, en total siete pozos y un manantial, desechando el agua contaminada por metales (2000)</p> <p>Abandono de tierras y cambio de propietarios en los terrenos</p> <p>Pavimentación de la carretera: Aumento de tala y caza furtivas (2007)</p>	<p>Implementación del Programa PESA que fomentó la instalación de corrales para puercos cerca del área ribereña, sin orientar buenas prácticas.</p> <p>Falta de respeto por áreas de uso común</p> <p>Doble beneficio para dueños de potreros (propiedad privada y áreas comunes)</p> <p>Mayor interés comunitario en evitar la tala de árboles ribereños</p> <p>Menor respeto por los recursos de uso común y privados</p>

CAJA IV.10. Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).

“En los 70 llovía más, no había sequías... el sol pegaba menos que ahora... sabíamos cuándo iba a llover, los ciclos de lluvia se adecuaban para los cultivos... había tiempo de barbechar, ahora ya no da tiempo...”

“Ya no llueve casi... antes había mucho jazmín... también había un pantano, ahí cantaban las ranas... salían hartas tortugas y en el arroyo había mojarras... ahora ya casi no se ven... de los árboles ya casi no hay pinzanes, huamuches, capires, anonos, bonetes - que son las frutas de nosotros los pobres-changunga, atuto... de los medicinales- desde que ya no llueve, ya no hay- todo se acabó”

“Algunos de los árboles sólo se dan aquí en el arroyo, como el ahujote... pero ya se acabó, y antes usábamos las flores para la Santa Cruz, pero ahora casi no alcanzan a florear... antes se hacían enramadas para los novios que se acababan de casar, pero también eran útiles para la panza y eliminar parásitos”

“Yo pienso que no, sabemos que los árboles son los que guardan la humedad... aquí antes estaba lleno de parcelas de cultivo, antes ahora hay árboles... hemos reforestado con árboles frutales, ahora hay más que antes... una casa pelona, sin una planta, no se ve bien... además los frutales son bien importantes, dan sombra y dan fruta...”

CAJA IV.11. Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).

“Desde que se hizo la brecha ha habido más cambios, la gente se lleva la madera, la leña... bajaron los burros, los vendieron... y aunque cerca de los asentamientos es un poco más difícil que mochen árboles por miedo a que les llamen la atención, conforme pasa el tiempo hay menos respeto... ahora es más fácil mocharlos, antes usaban hachas, ahora motosierras... ahora que está pavimentada la carretera pasan por más árboles e iguanas... llegan las camionetas para llevarse la leña”

“De vez en cuando todos sacamos leña, cuando necesitamos hacer una fogatita o cocer algo grande... a veces pa frijoles, tamales, tortillas... antes se colectaba más, ahora que usamos gas ya menos... pero la leña que sacamos es de palo muerto... cuando es cambio de potrero sacan madera gruesa del monte para tenerla ahí... aunque ahora hay algunos que sacan leña para vender... antes era por necesidad, ahora por negocio”

“Algunos abandonaron sus casas, tuvieron problemas y les tocó migrar... Los ajenos cortan los medicinales y los raros, o los escasos, como palogolpe, quina, margarito, aralenes... pero así como llega gente ajena que tala, hay gente ajena que siembra”.

“Ahora casi todos tenemos dos o tres vaquitas, a veces seis”

“Mire, ahora son chiqueros y chiqueros, y antes no era así -chiquero y potrero son lo mismo-... en el aparcado se echan todos los animales juntos, y el que no tiene aparcado se jode... los que somos libres dejamos el ganado en lo común para que coman... pero los que tienen potrero comen del común y de su propio potrero... eso no es justo... no es de una unión como ejidatarios o compañeros”

CAJA IV.12. Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal Las Juntas de Poturo).

“Banrural apoyaba al que tenía dinero, les pedían comisión, y al jodido lo fregaban porque no podíamos pagar... en el 77 se acabó el apoyo para sembrar... después, por los 90, llegó Procampo, pero no tomaba en cuenta a todas las personas, nunca daba completo, no consideraban que no lloviera y esperaban que se les rindiera cuentas aun cuando habíamos perdido las cosechas... la forestal por otro lado dice: nomás no corte, pero no apoyan en nada... No hay apoyo del gobierno para plantar... luego los de PESA no dan recomendaciones de cómo poner los chiqueros, y pues la gente que se beneficia de ellos dice: este es mi lote y yo puedo hacer lo que quiera... el gobierno mete proyectos o programas como la escuela, que ponen drenajes conectados al arroyo... prometen plantas de tratamiento que nunca llegan”

“Se habla de eso... vienen personas como ustedes, y le dicen a uno: hay que cuidar la vegetación, y uno se va fijando en eso... en las asambleas ejidales se pide permiso para un poste, pero les piden que lo hagan lejos del arroyo... Hasta un sacerdote nos dio esa explicación, en la misa, ahí nos explicó los árboles que conservan la humedad, dan sombra, dan fruta... Muchas personas nos hablan de eso... Se sabe desde antes, pero ahora, eso se ha hecho más frecuente...Uno ahora cuida mucho eso de las quemazones, de no mochar algún palo...”

“Agarran el material, y a los animales... siempre ha pasado, pero ahora pasa más... a veces hay confianza, a veces no hay respeto... y también andan cuidando que no esté uno... se acaba la ciruela, se acaba la parientela, jaja... Yo esta temporada tuve de papayas uuuu, hartas papayas, pero si acaso me comí dos... En la noche vinieron a mochar un cueramo para sacar la colmena y la miel, y las abejas se enojaron...” (En relación con la falta de respeto por recursos privados y comunes)

“Es bueno recordar para dar a conocer lo que uno tiene, lo que no tiene, lo que le falta, y todo eso... a lo mejor los hijos ven lo que sufrimos, lo que nos pasa, los errores del gobierno... pero lo que sucede aquí es importante que se sepa... lo más urgente ahora es hacer algo respecto al drenaje, el basurero y la mina... nos están contaminando muy feo el agua, se la están acabando... además, podemos hacer mucho nosotros, como por ejemplo proteger a los árboles tiernitos... nos podrían dar para plantar quiringucas, frijolillos, cóbanos, parotas, camuchinas, pinzanes”

3. Sector medio- Santa Rosa

El grupo focal del sector medio-Santa Rosa, señaló que los cambios de cubierta más significativos se deben a causas naturales, siendo la sequía la más relevante (Caja IV.13). Es importante tener en cuenta que los primeros pobladores llegaron al territorio entre 1972 y 1973, y fue hasta la década de 1980 que sus asentamientos se empezaron a establecer de manera permanente (Caja IV.4). Por lo cual, los cambios reconocidos deben analizarse en correspondencia al contexto de apropiación territorial.

Para el periodo **1974 – 1996**, las personas rememorarón una crecida anómala en el año 1980, y una sequía muy intensa entre los años 1984 y 1985, reconociéndolas como los eventos hidrometeorológicos más severos en dicho lapso de tiempo (Cuadro IV.26). Indicaron que desde entonces la irregularidad de las lluvias ha reducido la disponibilidad del agua de manera progresiva, presentando varios periodos de sequía aunque no tan agudos como el anteriormente señalado. Expresaron conocimiento detallado respecto a procesos ecohidrológicos que acompañan a las crecidas (Cuadro IV.3.a), tales como las dinámicas asociadas a la vegetación ribereña en cuanto a la remoción de renovales y de adultos; y geomorfológicas, sobre el transporte y la acumulación del material del cauce. Señalan que desde la década de 1990 la mayoría de las precipitaciones no llegan a infiltrarse, hay una mayor evapotranspiración, y cuando se llega a formar una escorrentía esta presenta un menor tiempo de residencia. Asociaron la acumulación de la escasez hídrica con cambios fenológicos en los árboles de mayor envergadura, desde la disminución de la floración y producción de semillas, hasta el punto de marchitez permanente, concretamente en el caso de las especies: parota (*E.cyclocarpum*), ahujote (*A. viminalis*), hormiguillo (*S. mollissima*), bricho (*S. alata*), y jazmín (*C. occidentalis*). Además, reconocen que la desaparición de árboles redujo en gran medida la superficie de sombra y con ello se empezó a calentar más rápido el suelo, limitando la retención de agua en el cauce.

En cuanto a los usos del territorio (Caja IV.14), comentan que en la década de 1970 había una mayor proporción de ganado libre, conformado por reses, puercos y chivos. A su presencia la relacionan con el ramoneo de renovales y de algunas especies de árboles y arbustos, aunque no especifican cuáles. Mencionan que en la década de 1980 perdieron muchas cosechas por la falta de lluvias, lo que motivó la emigración de la población joven hacia Estados Unidos. Además, señalan que en el año 1983 se

entubó el agua proveniente de la localidad Ojo de Agua de Poturo, lo que redujo el caudal del Arroyo. En esa misma década el asentamiento creció, empezaron a usar agroquímicos -principalmente fertilizantes y herbicidas-, y se aceleró la venta de parotas a foráneos.

Respecto a los apoyos del gobierno (Caja IV.15), mencionan que a partir del año 1992, el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (Procede), cuyo objetivo fue entregar a los ejidos y comunidades los certificados de usufructo parcelario a partir de la incorporación voluntaria, ayudó a ordenar las propiedades y se empezaron a respetar más los límites de las tierras privadas. Posteriormente, en 1996, la conformación del Ejido afianzó el ordenamiento que inició con Procede.

En el periodo **1996-2011**, las sequías y las crecidas anómalas se presentaron con más frecuencia. Las personas señalaron que los aumentos de caudal de mayor intensidad ocurrieron en los años 1999, 2000 y 2002. Respecto a la vegetación ribereña, ejemplares de varias especies empezaron a ser afectados por la proliferación de plagas en las raíces de los árboles, provocando la muerte de los mismos (Caja IV.13). Por otro lado, las especies maderables, particularmente parotas (*E.cyclocarpum*), cueramos (*C. eleagnoides*), y ahuijotes (*A. viminalis*), disminuyeron su abundancia como resultado de su comercialización en años anteriores, por lo que la tala también se redujo temporalmente.

En cuanto a los usos del territorio (Caja IV.14), la superficie de tierras de cultivo se redujo tanto por la falta de lluvias como por la disminución progresiva de mano de obra. Los entrevistados señalan la desaparición de zacate y pasto como efecto del aumento de uso de agroquímicos, afectando la alimentación bovina, y trayendo como resultado la disminución de cabezas de ganado hacia el final de la década de 1990. Sin embargo, a mediados de la década del 2000 hubo un ligero aumento vacuno derivado del envío de remesas. También señalan que el uso de herbicidas ha afectado al suelo y también ha provocado la desaparición de jitomates, epazote, yerbabuena dulce y ciruelas en el corredor ribereño. Indican que en el año 2007, la construcción de la carretera reactivó la tala y la caza furtivas. Si bien reconocen que ha habido un aumento de árboles frutales cerca de los asentamientos, mencionan que les gustaría tener más acuerdos dirigidos a la reforestación. En lo relativo a los factores institucionales y de toma de decisiones comunitarias, señalaron el incumplimiento generalizado de acuerdos ejidales y la ausencia gubernamental para la vigilancia y control de los mismos. El periodo cierra con una crecida anómala en el año 2011.

Al terminar la dinámica de colecta de información, el grupo focal enfatizó la importancia de recordar y observar lo que sucede en el arroyo, pues las dinámicas naturales, los usos del territorio y tanto los programas gubernamentales, como las decisiones institucionales y locales, han repercutido en el deterioro del corredor ribereño y en la vida de todos. Los participantes se interesaron en hablar en su asamblea ejidal respecto a los temas conversados en la sesión tales como la reubicación de los chiqueros —especificando que deben estar lejos del arroyo, el uso equitativo de áreas de uso común, y la apropiación de fuentes de agua comunitarias. En cuanto a las causas institucionales del cambio de cubierta, los entrevistados aseguraron que las disputas por el territorio en el primer periodo de tiempo, no afectaron a la vegetación ni al río. Sin embargo, en las fechas más recientes reportan la falta de respeto a los acuerdos ejidales y la ausencia gubernamental para apoyarlos.

Cuadro IV.26. Factores de cambio en el sector medio en la localidad de Santa Rosa identificados por los entrevistados.

Periodo	Factores de cambio del corredor ribereño		
	Climáticos y ecológicos	Uso del territorio	Institucionales y decisiones comunitarias
1974 a 1996	<p>1980: crecida anómala.</p> <p>1984 o 1985: sequía muy intensa.</p>	<p>1970: mucho ganado libre.</p> <p>1983: se entubó el agua que bajaba de Ojo de Agua y se redujo el arroyo.</p> <p>1984 – 1986: inicio de uso de agroquímicos.</p> <p>Crecimiento de asentamientos humanos.</p> <p>Tala y venta descontrolada de parotas.</p> <p>Pérdida de cosechas por sequía</p> <p>Emigración de jóvenes a causa de las sequías.</p>	<p>1992: PROCEDE ayuda a ordenar el territorio.</p> <p>1996: conformación del Ejido.</p>
1996 a 2011	<p>1999, 2000, 2002 y 2011: crecidas anómalas.</p> <p>Proliferación de plagas y enfermedades en los árboles.</p>	<p>Mayor uso de agroquímicos.</p> <p>Disminución de tierras de cultivo.</p> <p>Disminución de cabezas de ganado.</p> <p>Reducción de la tala de árboles para venta de madera (parotas, cueramos y ahujotes).</p> <p>Aumento de árboles frutales cerca de los asentamientos.</p> <p>Creación de la carretera.</p> <p>2007: empezó más fuerte la tala.</p> <p>Aumentó un poco el número de cabezas de ganado.</p>	<p>Falta de acuerdos para reforestar.</p> <p>Incumplimiento de acuerdos ejidales</p> <p>Ausencia gubernamental para la vigilancia y control.</p>

CAJA IV.13. Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).

“Las crecidas (cuando son consideradas como escurrimientos: crecidas normales) eran más frecuentes y más grandes antes (entre 1970 y 1990), pero ahora las crecidas duran menos tiempo y cuando llueve, el agua apenas humedece la tierra, pero no se acumula, es una pasadita... la tierra consume el agua pero no la deja llegar al arroyo”

“Si no hay lluvias, los árboles no beben agua y se secan siendo retoños. Si hay crecidas fuertes (crecidas anómalas), el agua limpia las orillas y se lleva a los retoños y árboles grandes. Respecto a los cambios en la vegetación, el principal motivo es la presencia de agua, cómo escurre...”

“Las crecidas (anómalas) crean cambios en los arroyos, limpian, escarban... Siempre acumula en un lado, y escarba en otro... aquí se nota mucho”

“Antes había más parotas, ahuijotes, hormiguillo/piñoncillo, bricho, jazmines... ahora o los talan o se secan”

“El cambio fue por parte de la naturaleza, que llueve menos... hay partes de la sierra en donde antes había agua y ya no hay, y nadie la está tomando, los charcos se secan, falta lluvia... Es la falta de lluvia, los montes se tumbaban más en los 60s y 70s y había más agua... está cambiando la atmósfera, y ahora hay más vegetación y menos lluvias...” (Argumento de uno de los entrevistados para señalar el principal factor de cambio en relación a la cantidad de agua disponible)

“La sequía es parte de la naturaleza... y nosotros mismos afectamos...”

“Lo que les pasa a los árboles que están aquí, es lo mismo que le está pasando a los árboles que tenemos en las casas... Por ejemplo, los mangos echan una vez o dos y se secan... puede ser lo mismo... plaga o polilla, no sabemos qué les pasa, también a los limones... se enferman... de unos 20 años pa acá (1996)... en las raíz hay chamacús, hormiga... hay algo más que está afectando la raíz... plagas les dicen...”

“Del 96 para acá ya no recuerdo ver tantas parotas, se acabaron...”

“Hubo años en los que bajaba el arroyo fuerte, dejaba el arroyo limpio (1999)... Esas inundaciones limpian, arrancan los árboles gruesos, incluso higueros...”

CAJA IV.14. Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).

“Los ricos tenían un caporal: había harto ganado libre, puercos, chivos... -los ricos se acabaron todo...” (En la década de 1970)

“En los charcos más grandes había mojarras, tilapia... se entubó el agua y se redujo el arroyo (1983)...”

“(En la década de 1970) Había más cultivos, colecta de ramas y árboles... se entubó el agua, toda el agua que bajaba de Ojo de Agua, y disminuyó el agua del río...”

“En aquél tiempo (década de 1980) cómo cortaron de parotas, todos vendíamos nuestras parotas, y fue lo que nos fue acabando... La parota es un árbol que da mucha sombra... antes la parota tenía semillas más grandes y ahora ya no...lo verde es forma de que llama al agua, a las aguas, y puede llover más... con menos árboles se calienta más la tierra... semos culpables por tantos árboles que talamos...”

“Cada tres de mayo llegaban camionetas de fuera, tumbaban ramas y troncos, pero dejaron de venir tan seguido porque se fueron acabando los árboles que buscaban, que eran parotas, cueramos y ahujotes” (década de 1980)

“Las sequías hicieron que los jóvenes se fueran a Estados Unidos, vieron la modernización del trabajo y ya mejor se fueron para otra parte, migraron... Los que cultivábamos nos fuimos haciendo viejos” (respecto a la disminución de superficie de cultivos)

“(una razón es que) No llueve, otra: echan mucho agroquímico, pronto matan el zacatito, la tierra puede sentir mal porque la tierra produce el zacatito, y luego lo matan con el líquido, y más allá escarbaban...”

“2007: fue cuando empezó más fuerte la tala... que la carretera esté cerca afecta, hace que se facilite... por más que la vegetación esté lejos de las casas, la cercanía a la carretera afecta...”

Respecto a si cerca de los asentamientos se talan más los árboles de los ríos:

“Cualquier palito está cercas, si puede ser...”

“Sí, queda más cerca la del río... como no está lejos”

“(pero) Junto con (la construcción de) las casas se reforestó (con árboles frutales)...”

CAJA IV.15. Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal Santa Rosa).

"En aquél tiempo cada quién vivía donde le daba la gana..." (Década de 1970)

"Desde siempre, se ha hablado de cuidar los árboles del arroyo, porque si se cortan se calienta más rápido la tierra, se acaba el agua más rápido"

"Siempre escuchamos que las personas que saben más, que si desmontamos que el agua se consume, y eso es lo que se ha tratado de ver, que no haya mucho desmonte..."

"Aquí ya vamos cuidando más, en las reuniones en las asambleas hablamos de cuidar"

"Con lo de PROCEDE (1992) nos respetamos más, ayudó a ordenar...Nos decían, "el pedazo es de ustedes, si alguien se mete tienen todo el derecho de reclamar"

Respecto a dinámicas extractivistas en la localidad:

"Aquí hubo un momento en el que se llevaron un montón de material, grava y arena, para llevar a Poturo... Arena hasta para la Huacana" (periodo 2007-2011)

"No nos respetan, quien sea viene aquí y se llevan lo que quieran, agua, arena, piedras... lo que se les antoje"

"En las orillas, todo el palito del cueramo que crece, viene gente de otras comunidades y se lo llevan, cortan palos, los más bonitos, también por eso es importante organizarnos..."

"Lo malo es que algunos se separaron del ejido, hicieron lo que se les ocurre, no van a juntas o asambleas, pero son dueños"

"Con esa gente no se puede, y lo malo es que el gobierno no les dice nada, no les pone límites..."

4. Sector bajo-La Candelaria

El grupo focal del sector bajo-La Candelaria, hizo mención de procesos semejantes a los recordados por los grupos de los sectores medios y alto. Sin embargo, dedicaron mayor tiempo en detallar procesos geohidrológicos respecto al arrastre de materiales y tiempo de permanencia del agua, así como a las actividades extractivas, en relación a los bancos de arena que se ubican en su localidad.

Para el periodo **1974-1996** las personas dataron crecidas anómalas en los años 1976 y 1987, y reconocen que desde la década de 1970 las sequías se han intensificado en magnitud y frecuencia (Cuadro IV.27). Mencionan que la vegetación ribereña estaba compuesta por poblaciones más grandes de cueramós (*C. elaeagnoides*), quiringucuas (*A. inermis*) y carajillos (sp no identificada) (Caja IV.16). Respecto a los usos del territorio, el ganado pertenecía a pocas personas, quienes eran hacendados foráneos, y el resto de la población de La Candelaria trabajaba para ellos (Caja IV.17). La actividad pecuaria estaba relacionada a una mayor superficie de gramíneas que servía para alimentar a las reses, pero también que solía quemarse con frecuencia y provocar incendios. El grupo señala que a partir de la década de 1990 la presidencia municipal de Churumuco empezó a extraer y vender la arena que se acumula en el cauce.

En el periodo **1996-2011** los eventos de sequía se intensificaron, provocando que el tiempo de residencia del agua en el Arroyo Poturo disminuyera notablemente. Esto provocó que se secaran ejemplares de diversas especies, como pitires (*S. quevedonis*), changungos (sp sin identificar), y capulines (sp sin identificar) (Caja IV.16). En cuanto a los usos del territorio, enfatizaron que la extracción de áridos ha modificado el cauce, particularmente el lugar en el que señalaron el banco de arena. Relataron cómo la suma de sequías y la extracción de áridos provocan cambios en el transporte de materiales en el cauce, dando a entender que afecta a la vegetación al modificar la proporción de nutrientes en suspensión para los árboles, y quitando soporte a las raíces (Caja IV.16). Hubo pérdidas de cosechas de manera recurrente, provocadas por la falta de lluvias y por el aumento de plagas. Una gran proporción de la superficie de cultivos fue reemplazada por huizache (*A. farnesiana*), especie altamente dispersada por el ganado. Se intensificó la emigración de jóvenes, quienes en su mayoría se desplazan a California (E.U.), mientras que el resto se va a Lázaro Cárdenas o a Morelia. Señalaron que debido al envío de remesas, hubo un aumento de viviendas y de ganado -a baja escala, con una o dos cabezas por familia- (Caja IV.17).

En cuanto a los apoyos proporcionados por el gobierno (Caja IV.18), mencionaron el otorgado por

el programa Procampo, cuyo objetivo es complementar el ingreso económico de los productores agrícolas y les proporciona recursos económicos para comprar fertilizantes, herbicidas, semillas, y a cambio deben devolverles las notas de compra correspondientes; y Procede, que promovió la privatización de las tierras a través de certificados parcelarios, aunque afectó la dinámica de uso del territorio provocando inconformidades entre los habitantes. Las quejas giran en torno a la reducción del libre tránsito de animales, mencionan que quien tenga animales tiene que cercar, y si no tiene dinero para cercar, entonces tiene que vender su parcela y a sus animales. Señalan que a partir de la parcelarización de Procede les ha sido más difícil ponerse de acuerdo entre los miembros de la localidad, a diferencia de cuando el territorio era de uso común. Además, mostraron disgusto respecto a que la localidad de Poturo vierte su drenaje al Arroyo, afectando la calidad del agua y del ambiente, y denunciaron-como en los otros grupos focales-, que el agua que está extrayendo la minera de Ojo de Agua, está incidiendo en la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico (Caja IV.18).

Cuadro IV.27. Cambios en el sector bajo de la cuenca (localidad La Candelaria), identificados por los entrevistados.

Periodo	Factores de cambio del corredor ribereño		
	Climáticos y ecológicos	Uso del territorio	Institucionales y decisiones comunitarias
1974 a 1996	<p>1976 y 1987: crecidas anómalas.</p> <p>Iniciaron las sequías recurrentes.</p>	<p>1970: incendios frecuentes por manejo de ganado.</p> <p>Concentración de ganado en pocos dueños.</p> <p>Mayor extensión de tierras con pasto y zacate.</p> <p>Mayor superficie de tierras aptas para el cultivo.</p> <p>Cosechas alrededor del 80%</p>	<p>No mencionaron factores en este periodo</p>
1996 a 2011	<p>Aumento de años secos.</p> <p>Abandono de parcelas y aparición de huizaches (<i>A. farnesiana</i>).</p> <p>Mayor mortalidad de árboles ribereños.</p>	<p>Reducción de la actividad agrícola por pérdida recurrente de cosechas</p> <p>Aumento de la emigración a E.U.</p> <p>Reducción de árboles de mayor porte, y disminución de la tala.</p> <p>Aumento del número de personas con ganado.</p> <p>Mayor número de viviendas por envío de remesas.</p> <p>Expansión de la ganadería de baja escala.</p>	<p>Apoyos del programa PROCAMPO para la siembra.</p> <p>Aplicación del PROCEDE para certificación de derechos parcelarios.</p> <p>Cercado de terrenos para manejo de ganado.</p> <p>Ejidatarios acordaron cercar pero eso ha generado algunos problemas entre la comunidad.</p>

CAJA IV.16. Testimonios cronológicos sobre cambios climáticos y ecológicos en el sector medio (grupo focal La Candelaria).

“Más antes llovía muy bonito, había árboles grandes ahí (señala la orilla del Arroyo)... estaba sombroso ahí... Eran cueramós, quiringucuas, carajillos... Ahora llueve fuerte y el arroyo se pone bravo... antes permanecía más el agua, ahora se va rápido, eso no sabemos a qué se debe... Pues cuando crecía el río se llevaba los árboles verdes... pero las crecientes que ya hay, ya no son para arrancar un árbol verde, sino seco... se baja el nivel inmediatamente, ¿qué pasa entonces? Se va o se consume, porque está seco...”

“Se secaron pitires, changungos (nanches), capulines, y ahora son unas huizacheras... desde que se acabó el agua, cuando empezó a dejar de llover... Han aumentado las sequías y los huizaches, que han invadido los lugares en donde se cultiva... las vacas se comen las vainas de los huizaches y van dejando las semillas...” (Periodo 1996-2007)

“La arena viene de allá (señala cuenca arriba), pero abajo ya no se junta ¿qué es lo que ha pasado? Ahora están las puras piedras... aquí antes era fácil sacar un carrito de arena... ahora ya no... Como las piedras están más pesadas acá se quedan, el agua va fluyendo y la corriente se va llevando todo, y la grava y la arena se va hasta abajo, pero ya no... Es desconocido por ejemplo, si no ha crecido el arroyo, pensamos que también esa es la razón por la cual no arrastra, no hay erosión, no erosiona nada allá en los campos, tons ya no trae... Y sin embargo, hay un solo lugar en donde se sigue acumulando... llega a una parte onde deja de seguir para abajo y empieza a subir el agua, y ahí pega en una orilla, y la misma agua la revuelve, y ahí es en donde se hace el banco de arena... Y eso tiene que ver con la sequía de árboles en el arroyo, que la arena se la estén llevando... Se junta y se la llevan... le quitan el beneficio a la vegetación...”

“Esta presa termina ahí, y ya la entuban, ya no sale arena... Entonces, bajas de ahí a Churumuco, hay otra laguna... y ahí tampoco habrá arena, solo la del Balsas... Aquí en Poturo es puro arrastre, de esta cortina del Cueramal a pegar al embalse de Infiernillo, está a 5 km, ya no es el mismo material que en la otra cuenca... las aguas vienen de las mismas cimas, pero el material va cambiando...”

“Y más acá uno de los hacendados quitó los árboles grandes que son de acá y puso huerto... Reforestó con frutales..., y yo les digo pues que hay árboles grandes que los que mantienen lo fresco pues, y mantienen el agua, entonces de aquí en lo que los mangos crecen pues es que no, por eso está tan seco... pero yo los conocí produciendo, pero hace un tiempo se los llevó el arroyo, porque se secaron, ya no alcanzaron humedad...”

CAJA IV.17. Testimonios cronológicos sobre usos del territorio en el sector medio (grupo focal La Candelaria).

“Acá en La Candelaria no había tanto ganado... eran poquitas personas las que tenían ganado, pero no eran de aquí... eran como hacendados, tenían el modo de tener como 100 reses o más... La gente misma que no tenía, trabajaba con ellos, era como se mantenía la gente... Les pagaban para que los cuidaran y los ordeñaran, ellos no lo cuidaban... empezaron a salirse por ahí del 74 –era como la época del feudalismo, así era aquí, eran pocos los patrones y los demás éramos la servidumbre...”

“Todos esos cerros estaban llenos de pasto y zacate, polole, pololera, zacatera, y ahora ya no hay... yo creo que es porque antes sí llovía más bien... y ahora no llueve...”

“Antes había muchos más incendios, porque había más zacate, necesitábamos defenderlo – y apagarlo - para que se mantuviera el ganado del terrateniente... Había tanto zacate que llevábamos el zacate a Churumuco a vender... había mucho... ya ni hay de dónde...”

“Del 90 para acá que fue cuando descubrieron que teníamos bastante arena, y que estamos desperdiciando los productos naturales que eran de utilidad ¿y quién nos lo empezó a agandallar? La presidencia municipal, que viene, se los lleva, los vende, los manda para otros lados... y regalada, hasta que hubo alguien que dijo: y bueno ellos la están vendiendo y no nos dejan nada, y desde entonces nos pagan a \$50 pesos el camión y se llevan todo... y ellos sacan al menos \$1,000 pesos por camión... y se supone que los presidentes deben cuidar el medio ambiente y a las comunidades... y a nosotros que somos de aquí, a \$300... pero la comunidad no tiene el camión de volteo, solo el producto natural, entonces ellos se llevan lo nuestro... Toda la arena que sale de este arroyo la sacan para la construcción, allá bajan el banco y vuelven a escarbar... sacan cientos de camiones de arena y de grava, que se concentra en el mismo lugar...”

“Hay gente que se mete a los potreros a talar palos... pero en los cerros... En el arroyo era más antes porque no había estufas, ahora casi todo mundo tiene estufas... pero había partes más libres a donde podías ir a la leña que no tenía dueño... taban sin cercarse... quien tiene sus palos en sus chiqueros, ya no deja que se meta otro...”

“Ahora está más fácil comprar el gas, ya no se jode uno la espalda con el hacha y con el burro... este sí pues (señalan a uno de los hombres)...”

(Que responde) Porque nosotros lo usamos para el pan, nosotros hacemos pan... yo uso pura leña de cueramo, de la que está seca, es la buena pal horno, para que dure más tiempo...”

“La mayoría de la gente tenemos poquitos animalitos... pero antes no se gastaba tanto para mantenerlos, porque había pastos, había agua... ahora les tenemos que comprar alimento... ahora no hay que coman... Ahora casi todos tienen su noria, su pozo pues, y hacen pilas en sus casas para que beba el ganado, ahí toman el agua...”

“Casi todos aquí somos dependientes directamente de esa economía que llega de allá... (de Estados Unidos)”

CAJA IV.18. Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal La Candelaria).

“Se acabaron los terrenos libres, tenga animales o no, ahí tiene su parcela, y la rentan o hacen lo que quieren... entró del 2000 para acá... cuando lo de Zedillo (1994-2000)... a algunos benefició y a otros perjudicó... los que tenían con qué comprar, le compraban a los que no tenían dinero para ganado ni cercar, pero sí parcela... el que tenía necesidad pero no tenía con qué cercar, les vendía a los que podían comprar... O sea esto se va a quedar en una sola persona, va a llegar el día, porque los que no tenemos ni animales ni con qué cercar la parcela, pues lo vamos a vender al que tiene, y así está pasando...”

“Nos quitaron el tránsito de los animales... antes ese era un camino vecinal por años, ahora está tapado...ahora uno no puede tener los burros sueltos, nosotros teníamos unas burras que tenían 8 días por acá por la presita, y en la noche se paró una camioneta, las subió y se las llevó... se las llevan y bien robadas, y nadie supo ni nadie vio... o sea que también es eso, hasta se llevan ganado... y se llevaron burros de más gente... y ya no hay animales... y les digo yo ¿qué piensan, que todo el tiempo irá a haber carros? o de repente ya no haiga gasolina y vamos a querer un burro... jaja”

“Los ejidatarios se pusieron de acuerdo para poner las cercas, pero afectó a muchos, ya no se puede traer una vaca que se alimente así nomás solita en el campo, pues porque todo está cercado, ya ¿qué comen?... lo que pasa es que todo el que es ejidatario, y le pide a la comunidad, por decir, onde hay pedacitos libres que les deje para tener a sus animales a pie del arroyo, siquiera para darles agua allí, para encerrarlos, entonces si se les dio permiso a unos, y a otros no, nomás agarraron de aquí pa acá me gusta porque está libre, y encierro...”

“Cada quién hace lo que quiere... nunca nos ponemos de acuerdo... Antes el territorio de uso común nos beneficiaba a todos, ahora todos cercados salimos perdiendo...”

“...Sí porque, yo no tengo ni una gallina, pero tenía el derecho en los terrenos ejidales, y otros los consumían y a mí no me daban un peso, pero ahora no, ahora lo tengo cercado y no hay quien me meta un animal, nadie lo aprovecha... esta zona que es el asentamiento era un potrero comunitario, los metían ahí todos juntos... ¿ahorita qué pasa? están obligados a comprarle a quienes no tenemos animales... ahora que entró procede cada quien tiene su certificado parcelario, o el ganado ajeno se va a seguir comiendo tu pasto...”

CAJA IV.18. Testimonios cronológicos sobre los cambios institucionales y decisiones comunitarias en el sector medio (grupo focal La Candelaria).

“Se puede decir que a diferencia de los 70, es que hay mejores servicios como la luz, que la pusieron entre el 86 y el 87, eso mejoró mucho la calidad de vida... La carretera –es lo único...menos el agua... Si nosotros tuviéramos el agua estaríamos mejor... hay luz, estufa, gas, carretera y pues uno que otro viejo... y lo único que nos está faltando es el agua de lluvias, del arroyo... en Promesa quedaron de buscarnos agua... dijeron que les hiciéramos una solicitud firmada por el encargado del orden... la hicimos y nunca se hizo nada... hemos hecho muchas solicitudes de muchos tipos al gobierno y nunca nos han hecho caso... Lo que más nos preocupa es que esa zona de asentamientos humanos se va a poblar, y son ciento y tantos lotes, 600 m² por cada ejidatario... y va a haber menos agua...”

“Con la cosa del medio ambiente: tenemos a Poturo tirándonos los residuos del drenaje a este arroyo, ¿y a dónde llega todo eso? A nosotros... y se podría tratar esa agua... acá intentamos poner fosas, pero no funcionó... El agua de Ojo de agua se la están llevando los de la minera, pasan con puras pipas... Aquí pasaba agua en el arroyo, teníamos árboles, no mezquites, árboles que daban sombra, acá jugábamos canica en la sombra, y mira ahora donde va el arroyo y sin agua... aquí nos bañábamos antes, no había quién nos viera, y había tanques para bañarnos bien bonito... la gente antes respetaba más...”

4.3.4. Usos actuales en el corredor ribereño

En cuanto a la ocurrencia de usos locales no identificables por percepción remota, la única forma de contrastar la información es a partir del registro llevado a cabo durante los censos de vegetación ribereña, en los que se preguntó a los ejidatarios que colaboraron con el conteo sobre los usos llevados a cabo *in situ*.

En la base de datos correspondiente, el uso más frecuente es el tránsito de personas y animales, presentándose en el 84% de los cuadrantes, seguido del libre pastoreo y sesteo, con un 56% de ocurrencia. Aunque los entrevistados señalaron que el libre tránsito se redujo considerablemente desde que el programa PROCEDE promovió la delimitación y certificación de parcelas, por lo que suponemos que anteriormente la frecuencia era mucho mayor.

En cuanto a la extracción de agua, el 22% de los cuadrantes exhibió evidencia de dicho uso, ya sea por la presencia de mangueras o pozos aledaños. El 21% de ocurrencia responde a las parcelas de temporal, ubicadas en los márgenes del arroyo, mientras que potreros, corrales y tránsito de vehículos fueron identificados en el 18% de los cuadrantes respectivamente. Finalmente, el uso recreativo se relacionó únicamente al 13% de los cuadrantes.

En la toma de datos dentro de los cuadrantes, no fue posible identificar rastros de tala de ejemplares maderables, pero los relatos hacen evidente la disminución progresiva de los mismos, particularmente parotas (*E. cyclocarpum*), cueramos (*C. eleagnoides*), y ahuijotes (*A. viminalis*).

Por otro lado, la extracción de áridos fue únicamente visible en uno de los cuadrantes, aunque las personas señalaron distintos puntos de sustracción.

4.3.5. Integración de información: narrativa ambiental, cambios de cubierta y condición ecológica de la vegetación.

Un primer nivel de integración de información es la asociación del conocimiento local recuperado en la narrativa ambiental con datos e información científica obtenidos en esta investigación. En esta sección se integra la información y resultados obtenidos de los objetivos 1 y 2 sobre los cambios de cubierta del suelo y la condición actual de la vegetación ribereña, con información de los grupos

focales por periodos. La integración se focaliza en la identificación de los factores de cambio entendidos como aquellas actividades humanas, agentes y eventos naturales o antropogénicas que operan como causas directas e indirectas de modificaciones en los ritmos hidrológicos naturales (cantidad, calidad y temporalidad de agua), y del deterioro de la vegetación del corredor ribereño.

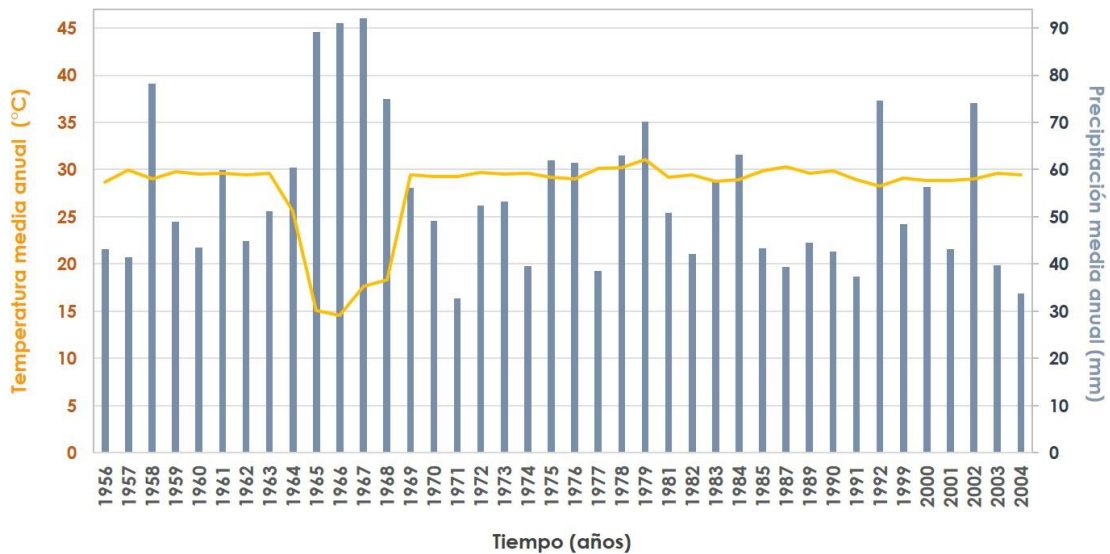
a) Conocimiento local, factores climáticos y aspectos ecológicos

En esta sección se revisa la relación entre la narrativa ambiental sobre los cambios en el corredor ribereño, y los factores climáticos y aspectos ecológicos. Para ello se asocia el conocimiento local sobre los eventos climáticos entre 1974 y el presente, con los datos meteorológicos que se muestran en la sección III (Área de estudio). Así mismo, se integra el conocimiento local sobre las especies leñosas relevantes para la población y su ocurrencia actual detectada a través de los censos de vegetación (Objetivo 2).

En relación con los factores climáticos, los entrevistados de todas las localidades coincidieron en que antes de la década de 1970 los patrones de lluvias eran más predecibles, y no había periodos prolongados de escasez hídrica. Sin embargo, la mención de años específicos con crecidas anómalas y eventos de sequía significativos fue diferente entre grupos focales.

La revisión de los datos meteorológicos entre los años 1933 y 2004 (Capítulo III, Área de Estudio), muestra que las décadas con menor volumen de precipitación promedio anual, fueron las de 1930 (635 mm) y 1940 (517 mm), contrastando con la de mayor volumen, la de 1960, que alcanzó los 790 mm. En la narrativa ambiental es posible que el contraste de esta década con las subsecuentes - 1970, 1980 y más recientes-, haya generado la percepción de un incremento abrupto de sequías. Sin embargo, dentro del periodo de análisis (1974-2011), el valor promedio de precipitación por cada década, se ha reducido de manera paulatina, a excepción de la década de 1980 en la que hubo el mayor déficit pluviométrico (570.5 mm; Figura IV.34). Los cambios en la temporalidad y cantidad de las lluvias, probablemente hayan tenido efectos en los ritmos del caudal ecológico del arroyo Poturo, que se reflejan principalmente en la duración del escurrimiento durante la estación seca, hasta el mes de febrero o marzo.

Figura IV.34. Diagrama ombrotérmico de Gausson, con precipitaciones y temperatura promedio para cada año correspondiente a la serie de datos 1956-2004. Elaboración propia. Fuente: Solorio Rojas 2010.



Tanto las embestidas sobre la vegetación dadas por grandes caudales derivados de lluvias torrenciales, así como el recorte del tiempo de residencia del agua en forma de escurrimiento, son factores clave en el reclutamiento, sobrevivencia y mortalidad de las especies ribereñas, al menos aquellas más sensibles a dichos cambios.

El conocimiento local identificó relaciones de causa-efecto *equiparables a la definición de sequía ecológica* (ver Capítulo II). Tal es el caso de la identificación de los efectos de la sequía sobre los ciclos de floración y producción de semillas, la consiguiente disminución de renovales, y finalmente la mortalidad de especies de mayor biomasa.

En relación con los aspectos ecológicos, la narrativa ambiental de los cuatro grupos focales señaló 31 especies leñosas de gran importancia en la vida cotidiana de las comunidades locales. La revisión de los censos de vegetación analizados en el objetivo 2, mostró en qué medida estas especies se encuentran en la actualidad en el corredor ribereño (Cuadro IV.28). Varias de las especies mencionadas tienen una representación significativa en el corredor y, en general, explican la mayor proporción de biomasa.

La parota (*E. cyclocarpum*) fue el árbol más mencionado en la narrativa ambiental y en la dinámica de transectos históricos, principalmente en relación a su extinción derivada de la tala generalizada en toda la cuenca. Es una especie apreciada por su envergadura y la sombra que provee, y se relaciona con la retención de agua en el cauce. Su presencia en el corredor es de las más reducidas, representando únicamente el 0.3% del total de individuos censados, lo que ejemplifica la dinámica de extracción descrita por los entrevistados.

La segunda especie con más menciones es el huizache, aunque la mayor parte de las referencias emergieron de la preocupación respecto a su extensa propagación, proceso en el que, mencionan, ha sustituido a otras especies que caracterizan los distintos tipos de vegetación en cada piso bioclimático de la cuenca. Sin embargo, su representación en el corredor no es tan abundante como podría esperarse, alcanzando 175 ejemplares de tres especies de *Acacia*, lo que suma el 3.5% del censo de la vegetación arbórea.

Las siguientes especies más referidas, son el ahuijote (*A. viminalis*), empleado en ornamentos para quienes se acaban de casar, o en la elaboración de la Santa Cruz con la que adornan los panteones, así como en remedios medicinales para eliminar los parásitos intestinales o tratar el empacho, y cuya población representa el 1.2% de individuos censados; el pinzán (*P. dulce*), apreciado por sus semillas debido a su valor gastronómico regional en la preparación de atole y masa, sumando el 1.6% de registros; y la quiringucua (*A. inermis*), de la que no mencionaron usos específicos, aunque se hizo referencia a la sombra que provee, y cuya ocurrencia alcanza el 5.7% de representación censal.

Por otro lado, especies que tuvieron un menor número de menciones, aunque en cada caso se expresó la preocupación por su disminución en los márgenes del arroyo, fueron el cueramo (*C. elaeagnoides*), el hormiguillo (*S. mollissima*) y el piñoncillo (*J. curcas*), a pesar de que entre las tres especies sumen casi el 30% del número total de ejemplares censados en el corredor ribereño, y de las cuales tan sólo el cueramo representa el 20% del total.

En el otro extremo se encuentran las especies de las que se hizo alusión pero no se encontraron en los cuadrantes del muestreo, tales como el cóbano (*S. humilis*), el cuirindal (*L. arbórea*), la panicua (*C. vitifolium*), la quina (*H. latiflora*), y otras no identificadas florísticamente como el changungo, el aralen y el huamucho.

Dentro del conjunto de especies valoradas, llama la atención que la única mención a las

chamuchinas (*F. cotinifolia*) se haya hecho por el grupo focal del sector medio-Las Juntas de Poturo, localidad en la que se registró un ejemplar cuyo diámetro alcanza los 216 cm, siendo el individuo de mayor biomasa en todo el levantamiento de datos, lo que puede representar la alta estima que se le tiene en la comunidad.

Por otro lado, la única especie que entra en la categoría de riesgo de extinción en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) es el campin chirán (*Dalbergia congestiflora*). Sin embargo, no fue mencionada durante la narrativa ambiental, lo que nos habla de la relatividad en la identificación de especies cuya disminución de abundancia resulta preocupante.

Además de las consecuencias de los cambios ambientales sobre la abundancia y distribución de árboles en el corredor ribereño, los entrevistados destacaron la extinción de una diversidad especies animales, como camarones, mojarra -y otros peces-, así como la disminución de tortugas, ranas, iguanas y tejones.

Cuadro IV.28. Relación de especies mencionadas por los grupos focales y su presencia actual en el CR

Nombre común	Nombre científico	Menciones					Ejemplares censados				
		EO	LJ	SR	LC	Menciones por especie	EO	LJ	SR	LC	TOTAL de ejemplares
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	4	4	8		16	4	6	3	2	15
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	9	1		5	15	106	19	4	42	171
Ahuijote	<i>Astianthus viminalis</i> (Kunth) Baill.	3	3	4		10	1	19	35	6	61
Pinzán	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	4	3		3	10	21	29	26	8	84
Quiringucua	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	4	1		5	10	36	88	118	45	287
Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.		1	1	2	4	550	164	140	142	996
Jazmín	<i>Cephalanthus occidentalis</i> L.		2	2		4	0	0	4	0	4
Bonete	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	1	1	1		3	35	18	12	0	65
Capire	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni		1		1	2	0	1	9	0	10
Cascalote	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.			1	1	2	2	3	4	7	16
Casahuate	<i>Ipomoea</i> sp.	2				2	75	1	0	0	76
Changungo			1		1	2					0
Cóbaro	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	1			2					0
Frijolillo	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	1	1			2	0	2	5	0	7
Higuera	<i>Ficus insipida</i> Willd.			2		2	0	0	1	1	2
Anono	<i>Annona reticulata</i> L.		1			1	4	28	4	0	36
Aralen			1			1					0
Atuto	<i>Vitex mollis</i> Kunth		1			1	7	0	0	0	7
Bricho	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.			1		1	0	0	8	0	8
Camuchina	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth		1			1	7	6	5	1	19
Crucillo chino	<i>Randia</i> sp.		1			1	33	9	11	0	53
Cuirindal	<i>Licania arborea</i> Seeman.	1				1					0
Hormiguillo	<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby			1		1	56	196	23	0	275
Huamuche			1			1					0
Huizache blanco	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		1			1	1	3	0	0	4
Cerecillo/Margarito	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.		1			1	0	1	2	31	34
Palo golpe	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.		1			1	1	0	0	0	1
Panicua	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1				1					0
Piñoncillo	<i>Jatropha curcas</i> L.			1		1	0	157	49	12	218
Quina	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé y Moc. ex DC.) Bullock		1			1					0
San Agustín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.		1			1	29	1	9	60	99

b. Factores vinculados a los usos del territorio: Conocimiento local, cambios de cubierta, y uso del territorio

En esta sección se integra el conocimiento local sobre los cambios territoriales y las transformaciones de las cubiertas del suelo, consideradas en el Objetivo 1. El análisis de los cambios se presenta para dos periodos: 1974-1996 y 1996-2011. En cada uno se revisan los cambios espaciales en el sector alto, medio y bajo de la cuenca. El mayor énfasis se realiza sobre las variaciones en la superficie de cultivos, las modificaciones en el tamaño de los asentamientos, la creación de brechas y la pavimentación de la carretera principal, que fueron los cambios territoriales más mencionados en la narrativa ambiental de los cuatro grupos focales.

Para el periodo **1974-1996** (Figura IV.35), los principales cambios identificados en la narrativa ambiental, fueron: (i) la disminución de superficie de cultivos relacionada primero a la pérdida de cosechas derivada de eventos intensos de sequía, y posteriormente a la emigración de jóvenes, lo que redujo significativamente la mano de obra necesaria para trabajar las tierras; (ii) el aumento del tamaño de los asentamientos, como consecuencia del programa gubernamental Procede, y por el envío de remesas; (iii) el desarrollo de infraestructura carretera, la cual promovió la aceleración de cambios de cubierta vinculado al aumento de tala de especies maderables de gran envergadura.

El cambio más significativo es la reducción de la superficie de tierras cultivadas, que a escala de ventana y agrupando los cuatro sectores de la cuenca, pasó de 876 ha a 650 ha. El tipo de cambio de cubierta resultante, es el proceso de revegetación, principalmente de la vegetación adyacente, configurada por comunidades vegetales de bosque de encino, selva baja caducifolia y selva baja espinosa, dependiendo del piso bioclimático en el que se encuentre, sumando 298.8 ha de superficie recuperada. También estuvo asociada a la revegetación del corredor ribereño, aunque en menor proporción, añadiendo 82.7 ha de extensión. Además, señalaron en repetidas ocasiones que el crecimiento de los asentamientos estaba acompañado por la plantación de huertos, por lo que es importante que se considere a este proceso como parte de la revegetación, con la adición 5.1 ha.

La velocidad y direccionalidad del cambio varía entre sectores de la cuenca. El sector alto-El Olvido presentó la reducción de superficie de cultivos más abrupta con una pérdida de tierras cultivadas del -3.7% anual. Por su parte, el sector medio de la cuenca, en la localidad de Las Juntas de Poturo presentó una pérdida del -1%, mientras que la localidad de Santa Rosa fue la única en presentar un aumento de área, aunque muy pequeño, con el 0.1% anual. Este crecimiento puede estar vinculado

al proceso de apropiación del territorio por parte de la comunidad Santa Rosa, que fue hasta el año 1996 logró conformarse como Ejido y ello les dio la posibilidad de aumentar la superficie de intervención antrópica en el paisaje. Finalmente, el sector bajo-La Candelaria, tuvo una reducción del -1.3% anual.

Respecto al cambio de cubierta de los asentamientos, se registró un aumento de 1.8 ha a 3.7 ha, implicando la deforestación de cubiertas de vegetación ribereña, adyacente y huertos, sumando 1.45 ha. La segunda transformación de cubierta importante en términos de extensión de área, fue de cultivos de temporal a asentamientos, en 1.4 ha.

A escala de sector, la modificación de los asentamientos se observa en concordancia con los relatos de cada grupo focal, siendo que para el alto-El Olvido hubo una reducción de superficie del -1.7% anual, relacionada al decrecimiento poblacional entre 1970 y 1995, que pasó de 212 habitantes a 112; el sector medio aumentó su área al 2.6% anual en Las Juntas de Poturo, cuya comunidad creció de 182 a 266 habitantes, y al 3% anual en Santa Rosa, aunque en esta localidad hubo una disminución de 183 a 159 personas en los mismos censos poblacionales. En el sector bajo-La Candelaria, este proceso se aprecia a una mayor celeridad, alcanzando el 7% de crecimiento anual, vinculado al aumento de 179 a 385 habitantes.

El aumento de la superficie de asentamientos trajo consigo la creación de brechas y caminos que, considerando que son elementos lineales en el espacio, tuvieron un incremento significativo, pasando de 11.8 ha a 15.4 ha. El proceso que se vincula al aumento de la clase *carretera*, es el de la transformación de la vegetación ribereña y adyacente, sumando 4.22 ha de superficie deforestada. Las cubiertas de cultivos de temporal, cauce activo y suelo desnudo, sumaron 2.2 ha que cedieron a la cubierta de caminos. En cuanto a las tasas anuales de cambio, el sector alto-El Olvido tuvo el aumento de superficie anual más acelerado, creciendo al 1.6%. El sector medio incrementó el área de sus caminos al 1.3% en Las Juntas de Poturo y a 1.5% en Santa Rosa. Finalmente, el sector bajo-La Candelaria fue en el que se observó la menor tasa de crecimiento, correspondiente al 0.1%, aunque esto se puede explicar debido a que, de las cuatro localidades, es la única que se encuentra contigua al camino más antiguo de la cuenca.

Figura IV.35. Matriz de cambio de cubierta relativa a la superficie de los cuatro sectores de la cuenca (en ha), para el periodo 1974-1996

1974-1996	vegetación ribereña conservada	vegetación ribereña degradada	vegetación adyacente conservada	vegetación adyacente degradada	huertos	cauce y cuerpos de agua	suelo desnudo	asentamientos	carretera	cultivos de temporal	cultivos de riego	Total 1974
vegetación ribereña conservada	417.49	112.61			0.78	12.10	1.37	0.25	0.92	42.61		588.13
vegetación ribereña degradada	71.37	87.84				0.67	0.08		0.03	6.09		166.07
vegetación adyacente conservada			737.25	77.24	0.01	1.57	0.71	0.02	1.61	41.59		860.01
vegetación adyacente degradada			309.06	604.71	4.75	3.43	5.09	1.17	1.65	86.32		1,016.18
huertos	0.06	0.03		0.26	0.35		0.03	0.01		0.08		0.82
cauce y cuerpos de agua	15.03	1.37	0.58	2.61		25.97	0.20		0.03	1.66		47.44
suelo desnudo	0.79	0.10	0.68	12.72	0.13	0.29	14.21	0.12	0.37	2.00		31.40
asentamientos	0.17	0.06	0.07	0.53	0.08		0.07	0.76		0.07		1.82
carretera	0.70	0.18	0.56	1.05	0.07	0.03	0.18		8.96	0.09		11.83
cultivos de temporal	51.98	30.67	92.95	205.81	5.07	11.74	5.58	1.39	1.79	469.31		876.30
cultivos de riego											0.00	0.00
Total 1996	557.60	232.85	1,141.16	904.93	11.23	55.79	27.52	3.73	15.38	649.81	0.00	3,600.00

Suma de procesos de cambio de cubierta:

182.36	deforestación
195.38	degradación
42.36	pérdida
2,366.85	permanencia
424.31	revegetación
380.43	sucesión
8.29	otros

Para el periodo **1996-2011** (Figura IV.36), la narrativa ambiental se desarrolla principalmente en torno al cambio de uso de suelo pecuario. Este fue descrito como el cambio de mediana pequeña escala, en el que muchas cabezas de ganado concentradas en pocos propietarios, se redistribuyeron entre la mayoría de los pobladores, de modo que cada familia posee al menos una o dos reses en la actualidad. Aunque este proceso no fue posible identificarlo en las imágenes satelitales como generalmente se hace, a partir de la erosión del suelo denominada “pata de vaca”, sí se puede vincular a partir de los relatos de las personas, a la proliferación de huizache, que genera una textura diferente a la vegetación conservada, pudiendo identificarla con la vegetación adyacente degradada. Así, se puede observar que en comparación con periodo anterior, el proceso de degradación de las

cubiertas de vegetación aumentó en 2.3 puntos porcentuales, en los que 101.5 ha de vegetación ribereña conservada cambiaron a degradada, y 171.4 ha de vegetación adyacente conservada se deterioraron. Además, 0.8 ha de vegetación ribereña y 7.5 ha de vegetación adyacente fueron sustituidas por huertos.

A escala de sector, este proceso se puede identificar en las tasas de cambio de la vegetación ribereña y adyacente. Mientras que en el alto-El Olvido, el proceso de degradación es escasamente perceptible, presentando un crecimiento anual de vegetación ribereña conservada al 1.4%, y de vegetación adyacente conservada al 0.5%, la vegetación ribereña degradada disminuye a gran velocidad, alcanzando el -3.2% anual. El sector medio muestra un comportamiento completamente diferente, en el que en Las Juntas de Poturo los tipos de vegetación conservada, tanto ribereña como adyacente, disminuyen a una tasa del -0.8% y -0.5% respectivamente, y la vegetación degradada crece al 1.4% en el caso de la ribereña y al 1.3% en el caso de la adyacente. En Santa Rosa se manifiesta el decrecimiento de la vegetación ribereña conservada y degradada en un -0.17% y -0.1% respectivamente, mientras que la vegetación adyacente crece muy poco en el caso de la conservada, al 0.1% y a mayor velocidad en el caso de la degradada, al 1.2%. Si la hipótesis de degradación inducida por el libre pastoreo es correcta, las diferencias de perturbación responderían a los lugares de sesteo. Finalmente, en el sector bajo-La Candelaria, sucede un proceso semejante al del sector alto-El Olvido, pues la vegetación conservada crece en ambos casos, alcanzando el 1.2% en la ribereña y el 2.3% en la adyacente, y el decrecimiento acelerado de las clases degradadas, particularmente en la ribereña, alcanzando un -4.8% anual, y el -1.7% en la adyacente. Quizá en el caso del sector alto-El Olvido, se deba a la baja densidad poblacional de la comunidad, y en el caso del sector bajo-La Candelaria, responda a que, como mencionaron en la narrativa ambiental, el principal ingreso que percibe la comunidad es el de las remesas.

En la narrativa ambiental correspondiente a este lapso de tiempo, también se mencionó de manera recurrente el aumento de la apropiación del recurso hídrico, tanto por el incremento de mangueras conectadas desde el cauce hacia las casas, como por la actividad minera desarrollada en el sector alto de la cuenca, a la que se le atribuye la apropiación de varios pozos y el incremento del tránsito de pipas abastecidas de agua de la cuenca. Nuevamente en este caso resulta imperceptible dicho cambio a partir de la visibilización de tuberías o mangueras, y debido a que se trata de una cuenca estacional, tampoco es posible estimar el cambio a partir de la superficie del caudal. Sin embargo, quizá se podría vincular al aumento de área del cauce activo, que en este periodo aumentó 3.3 ha, y

la cubierta con mayor superficie de transformación como resultado de este proceso fue la vegetación ribereña conservada, la cual perdió 11.5 ha.

A escala de sector, es posible observar que el cauce aumentó en los sectores alto-El Olvido, y medio-Santa Rosa en un 0.5% respectivamente, y en el caso del sector medio-Las Juntas de Poturo, en un 0.9% anual. Esto llama la atención siendo que en el primer periodo los sectores alto-El Olvido y medio-Santa Rosa, tuvieron un decrecimiento del cauce activo en un -0.7% y -0.5% respectivamente, y en el caso del sector medio-Las Juntas, la velocidad de aumento se triplicó. Por otro lado, el sector bajo-La Candelaria, es el único cuyo cauce activo decreció en ambos periodos, aunque en el segundo lo hizo a una celeridad mucho menor, yendo de -2.5% entre 1974 y 1996, a -0.2% entre 1996 y 2011.

Figura IV.36. Matriz de cambio de cubierta relativa a la superficie de los cuatro sectores de la cuenca (en ha), para el periodo 1996-2011

1996-2011	vegetación ribereña conservada	vegetación ribereña degradada	vegetación adyacente conservada	vegetación adyacente degradada	huertos	cauce y cuerpos de agua	suelo desnudo	asentamientos	carretera	cultivos de temporal	cultivos de riego	Total 1996
	vegetación ribereña conservada	417.58	101.53			0.63	11.51	1.96	0.22	0.39	23.76	0.02
vegetación ribereña degradada	151.96	67.99			0.18	0.71	0.69	0.04	0.09	11.18		232.85
vegetación adyacente conservada			931.85	171.40	0.14	1.02	0.39	0.02	0.46	35.88		1,141.16
vegetación adyacente degradada			251.42	543.94	7.11	1.22	15.00	2.75	1.21	82.28		904.93
huertos	0.06	0.11	0.03	1.80	7.27		0.50	0.91	0.17	0.39		11.23
cauce y cuerpos de agua	8.68	0.70	0.75	1.40		43.12	0.35			0.80		55.79
suelo desnudo	1.57	0.06	0.30	11.39	0.94	1.18	10.93	0.62	0.07	0.45		27.52
asentamientos	0.10	0.01		0.14	0.09		0.03	3.30		0.05		3.73
carretera	0.23	0.02	0.44	0.68	0.19		0.10		13.70	0.02		15.38
cultivos de temporal	31.14	11.59	53.03	161.10	2.02	0.32	7.56	0.81	0.04	381.81	0.39	649.81
cultivos de riego											0.00	0.00
Total 2011	611.33	182.00	1,237.83	891.85	18.57	59.08	37.51	8.69	16.13	536.61	0.41	3,600.00

Suma de procesos de cambio de cubierta:

- 159.78 deforestación
- 280.98 degradación
- 40.88 pérdida
- 2,421.49 permanencia
- 288.57 revegetación
- 403.38 sucesión
- 4.91 otros

A modo de síntesis, las matrices de cambio permiten la cuantificación de las principales transformaciones de cubierta. Así, es posible identificar que, si bien en ambos periodos de análisis la superficie mayoritaria, después de la permanencia, responde a procesos de revegetación y sucesión, la narrativa ambiental explica las fuerzas conductoras de dichos cambios. Debido a ello podemos interpretar que la revegetación fue más frecuente que la sucesión en el primer periodo (1974-1996), derivada principalmente del abandono de tierras de cultivo, y la sucesión fue mayoritaria en el segundo periodo quizá como parte del aumento de complejidad de los ecosistemas al haber dejado de intervenirlos a escala de la productividad agrícola. Sin embargo, dado que en el segundo periodo la ganadería de baja escala se extendió en todos los sectores de la cuenca, es posible explicar el aumento del proceso de degradación de la vegetación, que pasó del 5.4% al 7.8% del total de la superficie resultante de la adición de todos los sectores de la cuenca. También, un proceso mencionado por todos los grupos focales, fue la disminución de tala, asociada a la reducción de las poblaciones de especies maderables y al incremento de acuerdos para proteger la vegetación en general, pero particularmente la ribereña. Esto se puede vincular a la disminución generalizada de la deforestación, que pasó del 5% de superficie total durante el primer periodo, al 4.4% durante el segundo.

Capítulo V. Discusión y conclusiones

El estudio realizado en la cuenca del Arroyo Poturo (Churumuco) mostró de manera detallada los cambios y las condiciones actuales de su corredor ribereño principal, incluyendo la perspectiva del conocimiento local sobre los procesos implicados. Esto representa una contribución al conocimiento de los factores de cambio en las cuencas rurales de la Depresión del Balsas, corazón del trópico seco mexicano característico por su alta proporción de endemismos y diversificación de especies (Nava *et al.*, 1998; Olson y Dinerstein, 2002; Trejo y Dirzo, 2002; Rzedowski, Medina y Calderón de Rzedowski, 2005; Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2005; Lott y Atkinson, 2006; Ceballos *et al.*, 2010; Pérez-García, Meave y Ceballos-Ferriz, 2012; Hasnat y Hossain, 2020).

Sánchez-Azofeita y colaboradores (2005) en concordancia con diversos grupos de investigación como la Asociación para la Biología y Conservación Tropical, Tropi-Dry Network, y Diversitas - reconocen que el entendimiento actual de las dimensiones humanas y biofísicas de los cambios en identificables en los bosques tropicales secos, aún se encuentra *en las etapas iniciales del descubrimiento académico*. Debido a que las dinámicas observadas en este ecosistema responden a la concatenación de diversos factores, sugieren el desarrollo de estudios a largo plazo a través de la creación de vínculos robustos entre líneas de investigación (i) ecológicas, (ii) sociales y de (iii) percepción remota. Se enfatiza la importancia de la incorporación de las ciencias sociales al análisis ecológico –y espacial-, lo que facilita enormemente la comprensión de los bosques tropicales secos al proveer de información histórica y contextual relevante. Bajo ese marco de referencia, la presente tesis es un esfuerzo que asume al pluralismo metodológico como paradigma de investigación, cuyo abordaje multidisciplinario integra dichas dimensiones para lograr una aproximación a las dinámicas de corredores ribereños en una cuenca estacional del trópico seco.

Siguiendo lo recomendado para el estudio de áreas ribereñas, el abordaje abarcó tres escalas (Congalton *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2002; Naiman, Decamps y McClain, 2005; Richardson *et al.*, 2007; Osterkamp y Hupp 2010; Benda, Miller y Barquin, 2011; Engelhardt *et al.*, 2015; Dufour, Rodríguez-González y Laslier, 2018; Lind, Hasselquist y Laudon, 2019); ello permitió reconocer las características y cambio a nivel de la cuenca completa, de sus sectores alto, medio y bajo, y de los segmentos de arroyo en zonas aledañas a asentamientos humanos.

Las tecnologías geo-espaciales han sido utilizadas ampliamente en el estudio de corredores ribereños, abarcando desde el análisis de la pérdida y ganancia de vegetación (Zomer, Ustin y Carpenter, 2001; Apan, Raine y Paterson, 2002; Johansen *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2011; Fernandes *et al.*, 2020; Chilagane, Kashaigili y Mutayoba, 2020), hasta la inferencia de indicadores de integridad ecológica y servicios ecosistémicos (Woodley *et al.*, 1993; Parrish *et al.*, 2003; Burkhard *et al.*, 2012; Clerici *et al.*, 2014); demostrando su versatilidad y potencial técnico. Este estudio exhibió las dificultades que surgen en el proceso de cartografiar las cubiertas de los corredores ribereños, pues el detalle al que se requiere trabajar implica el uso de escalas mayores (*i.e.* 1:5,000) lo que permite cubrir áreas menores, y los problemas para compatibilizarlas con leyendas de cubierta del suelo comúnmente disponibles desde estudios que abarcan superficies mayores, resultando en mapas de menores escalas (*i.e.* 1:100,000).

El análisis espacial reveló que los cambios de cubiertas del suelo entre 1974 y 2011, reflejan procesos diferenciados de degradación, deforestación y revegetación entre sectores de una misma cuenca, confirmando la diversidad de procesos que parecen co-ocurrir en los corredores ribereños. En esta cuenca rural-estacional, los sectores alto y bajo mostraron la coexistencia de procesos antagónicos de recuperación y degradación de la vegetación ribereña, en correspondencia a la reducción drástica de la población de dichas localidades durante el periodo de 37 años. Estos cambios se vinculan a la emigración, derivada de sequías recurrentes y a la falta de apoyos gubernamentales para la siembra, seguido por el estímulo para la conversión de actividades agrícolas a pecuarias. Por su parte, el sector medio de la cuenca mostró predominancia de procesos de degradación y deforestación del corredor ribereño, expresados en la transformación de vegetación ribereña a superficies de cultivo. Esta dinámica se acompañó del proceso de apropiación del territorio, y la consecuente transición de asentamientos irregulares y dispersos, a la construcción de viviendas más estables, interconectadas a partir de una mayor infraestructura de veredas y caminos, sumando una superficie continua de mayores dimensiones. Los cambios reflejados se explican por historias de uso diferenciadas en cada sector de la cuenca, ampliamente validadas por el conocimiento local.

La emigración y el abandono de actividades productivas, con la consecuente revegetación es un fenómeno ampliamente reportado en México (López y Bocco, 2006; López *et al.*, 2006; García-Barrios *et al.*, 2009; Garibay y Bocco, 2012; Rosete-Vergés *et al.*, 2014). Sin embargo, dicho fenómeno parece haber inducido efectos contrastantes en la vegetación ribereña de esta cuenca.

Mientras que la recuperación del corredor parece obedecer al abandono de cultivos, la degradación se relaciona con una mayor actividad ganadera. El ganado ha sido reconocido como un agente de fuerte impacto en las áreas ribereñas (Sunohara *et al.*, 2012; Hughes *et al.*, 2016; Lake, Bond y Reich, 2017; Lind, Hasselquist y Laudon, 2019; Davies y Boyd, 2020; Espinosa-Palomeque *et al.*, 2020; Grudzinski *et al.*, 2020; McAllister *et al.*, 2020; Ndalilo *et al.*, 2020). Cuando la agricultura depende de las lluvias estacionales, la mayor incertidumbre climática puede orillar a la población a incrementar la actividad ganadera para subsistir. En este caso de estudio, la ocurrencia de episodios de sequía fue insistentemente indicada como una fuerza conductora de los cambios de cubierta por el conocimiento local. A partir de las narraciones se identificaron relaciones de causa-efecto equiparables a las comprendidas en la definición de sequía ecológica (Crausbay *et al.*, 2017). Entre los impactos de este tipo de sequía se encuentran la extinción local de algunas especies, la reducción de la productividad de pastizales -provocando cambios en las dinámicas de pastoreo-, o a una intensidad mayor, el aumento de la mortalidad de árboles, modificando la estructura y composición de especies, así como alterando los procesos hidrológicos de la cuenca, disminuyendo la calidad de agua cuenca abajo.

Así mismo, la apuesta por las actividades pecuarias como método de subsistencia, ha sido impulsado por programas gubernamentales (Castillo *et al.*, 2009; Vilaboa *et al.*, 2009; Flores-Díaz *et al.*, 2014). Sin embargo, la ganadería en el trópico seco es una actividad de baja rentabilidad que termina comprometiendo aún más el patrimonio de las familias campesinas (Espinosa-Ortega *et al.*, 2007; Nardone *et al.*, 2010; Romo-Bacco *et al.*, 2014). La combinación de procesos sociales de emigración y apropiación de tierras, sumado a la adopción o abandono de actividades agrícolas y pecuarias -inducidas por programas gubernamentales-, parece explicar el mosaico de procesos de degradación y revegetación de este corredor ribereño.

En relación con las características florísticas y ecológicas de la vegetación ribereña, los resultados dan cuenta de una riqueza de especies equiparable a otros registros del trópico seco en México. En la cuenca del Arroyo Poturo (Bajo Balsas), el valor del índice de Shannon cuando es considerado por sectores osciló entre $H' = 2.01-2.88$ y $H' = 2.58$, y a nivel de cuenca completa $H' 3.19$ (muestreo: 5,050 individuos; 101 spp; superficie de 5.87 ha); mientras que en la región de Chamela-Cuixmala (Jalisco), Balvanera y col. (2002) reportaron valores del índice de Shannon entre $H' = 1.10$ y 2.67 (muestreo: 3,128; 119 spp; superficie de 2.4 ha). Así mismo, en una cuenca del municipio de Tzitzícuaro, La Huacana (Depresión del Balsas, Michoacán), Méndez-Toribio y col. (2014a) obtuvieron valores

promedio de $H' = 2 \pm 0.5$ (muestreo: 1,013 individuos; 78 spp; superficie de 0.36 ha); y en otro estudio, en cuenca del río Duero, Michoacán (Lerma-Chapala-Santiago), Méndez-Toribio y col. (2014b) reportaron valores de $H' = 0.77-2.31$ (muestreo: 259 individuos; 43 spp; superficie de 0.10 ha).

Respecto a la presencia dominante de especies, la composición florística del corredor ribereño principal de la cuenca Arroyo Poturo, es más parecida a la del bosque tropical caducifolio reportado en otros estudios -en los que las familias Fabaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, y Rubiaceae, son mucho más frecuentes (Martínez-Yrizar *et al.*, 2000; Balvanera *et al.*, 2002; Rocha-Loredo *et al.*, 2010; Lebrija-Trejos *et al.*, 2011; Almazán-Núñez *et al.*, 2012; Pérez-García, Meave y Cevallos-Ferriz, 2012; Martínez-Cruz *et al.*, 2013; Dzib-Castillo *et al.*, 2014; Mendez-Toribio *et al.*, 2014a) -, que a otros corredores ribereños presentes en este ecosistema, en los que las familias estructuralmente más representativas son Cupressaceae, Salicaceae y Oleaceae (Scott *et al.*, 2008; Mendez-Toribio *et al.*, 2014b; Cornejo-Denman *et al.*, 2018). Esto podría ser un indicio de una mayor proliferación de especies ribereñas facultativas, en relación a la escasa expresión de especies ribereñas obligatorias.

Diversos estudios muestran la manera en la que distintos usos del suelo influyen de manera negativa en las propiedades de la vegetación ribereña (Meek, Richardson y Mucina, 2010; Méndez-Toribio *et al.*, 2014b; Fernandes *et al.*, 2011, 2020). Incluso hay estudios que de manera puntual, señalan que la distancia a los asentamientos humanos es más relevante que el manejo, cuando se trata de procesos de degradación o conservación de bosques tropicales, pues según sus estudios, la riqueza de especies se correlaciona de manera negativa a la proximidad de poblados (Lhoest *et al.*, 2020). En la presente tesis, sin embargo, de acuerdo al Índice de Condición Ecológica observada a distintas distancias de los asentamientos - y refutando la hipótesis de trabajo-, se demostró que la condición ecológica en las inmediaciones de las viviendas es mejor que en otros segmentos de arroyo ubicados a distancias medias, tales como de 200 a 500 metros desde el asentamiento. A partir de esto se puede confirmar que las áreas ribereñas constituyen espacios altamentepreciados para la población local (FAO, 1985; Wilcox, 2010; Suárez *et al.*, 2012; Flores-Díaz *et al.*, 2014; Khosravi y Escobedo, 2020). Pero, además, deja nuevas preguntas y da lugar a otras hipótesis para explicar los patrones de deterioro y sus fuerzas conductoras en los corredores ribereños de cuencas rurales. Una aproximación a esta perspectiva, es el concepto de “conservación a través del uso”, en el que Barrantes, Schreckenberg y Gordon (2009) toman a la conservación de especies arbóreas del bosque tropical seco mesoamericano (en especial en Honduras y México) como estudio de caso, en el que

sobresale el caso de la costa de Oaxaca, en la que grandes áreas de bosque tropical seco se mantienen aparentemente intactas y con fuertes controles comunitarios sobre el manejo de los recursos naturales. Se descubrió que la conservación a través del uso opera a nivel comunitario, y no individual, y que afecta tanto a comunidades de bosques como a especies individuales. Esto es equiparable a las narraciones de los grupos focales, en donde hay un reconocimiento de acuerdos implícitos para la protección de la vegetación ribereña, en particular en las adyacencias a los asentamientos. El conocimiento local de los pobladores de la cuenca Arroyo Poturo, resultó fundamental para comprender los factores determinantes de los procesos de degradación y recuperación detectados en el periodo evaluado, mostrando una vez más, la capacidad de la población campesina para preguntarse y explicarse sobre los fenómenos que tienen lugar en sus territorios (Castillo *et al.*, 2005; Fazy *et al.*, 2013; Reed *et al.*, 2014; Schuttenberg y Guth, 2015; Castillo *et al.*, 2018; Benyei *et al.*, 2019; Lam *et al.*, 2020; García-del-Almo *et al.*, 2020; Montgomery *et al.*, 2020).

Los alcances de este trabajo dan cuenta de la importancia de considerar a los corredores ribereños como unidades paisajísticas en cuencas completas, que deben comprenderse a múltiples escalas y dimensiones. Para ello, la combinación de métodos y técnicas provenientes de diferentes disciplinas (Berkes y Folke, 1998; Bawa *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2005; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005; Folke, 2006; Jerneck y Olsson, 2020; Müller *et al.*, 2020) fue clave para integrar una valoración detallada de la historia de cambio, causas y condición actual de la vegetación ribereña en esta cuenca. Desde la geografía, la percepción remota y el uso de sistemas de información geográfica fueron fundamentales para establecer el contexto del cambio a escalas históricas (37 años). El levantamiento florístico de segmentos de arroyo con técnicas aportadas por la ecología, fue clave para valorar el reservorio de biodiversidad, y su condición actual.

Finalmente, el estudio ha generado información relevante en el marco de la gestión de cuencas rurales, dado que permite recomendar lineamientos para potenciar y orientar la protección de áreas ribereñas en el entorno de los asentamientos humanos como a mayores distancias de estos, donde parecen ocurrir los focos rojos de deterioro. Estas incluyen:

- i. Contribuir al intercambio de información de las comunidades a partir de la devolución de la información generada en esta tesis, así como procurar la sensibilización de los impactos de las actividades antropogénicas en la biodiversidad.

- ii. Promover un mayor control territorial local: las comunidades protegen sus espacios aledaños, pero sus territorios son saqueados. Una propuesta puede ser fortalecer los acuerdos implícitos para extender el control a 1000 m desde el asentamiento.
- iii. Revalorizar los corredores ribereños como conectores en cuencas completas: promover vínculos entre ejidos con territorios en líneas de drenaje compartidas, así como propiciar proyectos de investigación transdisciplinarios que fomenten el involucramiento con el conocimiento y la acción.
- iv. Controlar la presencia de ganado en las márgenes de arroyos: dado que la ganadería parece ser una actividad instalada que cobra fuerza ante la incertidumbre climática, es deseable promover la protección mediante la exclusión del ganado y la reubicación de corrales.
- v. Recuperar especies arbóreas de alto valor económico, ecológico y cultural: establecer en los ejidos ribereños viveros comunitarios para producir ejemplares de especies ribereñas que se han encontrado con muy baja frecuencia, pero que son sumamente preciadas y poseen un alto valor ecológico.
- vi. Reducir los impactos de otros agentes de deterioro: tales como la extracción de agua y la extracción de áridos.
- vii. Resaltar el papel de los corredores ribereños frente al cambio climático y la adaptación, al proveer de espacios abundantes en vegetación, recursos hídricos y procesos biogeoquímicos.

Estas recomendaciones se materializarán a través de un herbario con información de usos de las especies encontradas en el CR para las comunidades locales, además de folletos de divulgación y talleres destinados a la población local los actores sociales locales. Para ello, el trabajo de gestión territorial impulsado por el Grupo Balsas, facilita los procesos de intercambio de saberes y diseño de estrategias colectivas para la protección del agua, biodiversidad y la defensa de las tierras de las comunidades.

Referencias

Referencias bibliográficas:

- Aguiar, F.C., & Ferreira, M.T. (2005). *Human-disturbed landscapes: effects on composition and integrity of riparian woody vegetation in the Tagus River basin, Portugal*. *Environ. Conserv.* 32 (1), 30–41.
- Almazán-Núñez R. C., Arizmendi M. del C., Eguiarte L. E., Corcuera P. (2012). *Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:1096-1109.
- Alvarado-Bautista, M. (2016). *Análisis espacial y temporal de la calidad del agua y sus implicaciones en la seguridad hídrica comunitaria en cuencas rurales estacionales del Bajo Balsas (Michoacán)*. Tesis de Maestría en Geografía, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM Campus Morelia).
- Amundson, R., Berhe, A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E., Sparks, D.L. (2015). *Soil and human security in the 21st century*. *Science* 348, 1261071.
- Anderson, E. P., Jackson, S., Tharme, R. E., Douglas, M., Flotemersch, J. E., Zwartveen, M., Arthington, A. H. (2019). *Understanding rivers and their social relations: A critical step to advance environmental water management*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(6). doi:10.1002/wat2.1381
- Apan, A.A., Raine, S.R. & Paterson, M.S. (2002) *Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley catchment, Queensland, Australia*. *Landscape and Urban Planning*, 59, 43–57.
- Arias, P., (2009). *Del arraigo a la diáspora: dilemas de la familia rural*. México, Miguel Angel Porrúa, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, 295 p.

- Ayala, M. L. y Jiménez, E. R. (2010). *Ejidros y comunidades*. Guadalajara, 1920-2000; en Solís Gadea, Héctor Raúl y Karla Alejandrina Planter Pérez (coordinadores), Jalisco en el mundo contemporáneo. Aportaciones para una enciclopedia de la época. Tomo I: Arte, población y cultura, salud. Guadalajara, Universidad de Guadalajara/Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, pp. 171-181.
- Balvanera, P., Lott, E., Segura, G., Siebe, C., Islas, A. (2002). *Patterns of β -diversity in a Mexican tropical dry forest*. *Journal of Vegetation Science*, 13(2), 145–158. doi:10.1111/j.1654-1103.2002.tb02034.x
- Barker, C., & Pistrang, N. (2005). *Quality Criteria Under Methodological Pluralism: Implications for Conducting and Evaluating Research*. *American Journal of Community Psychology*, 35(3-4), 201–212. Doi: 10.1007/s10464-005-3398-y
- Barrance, A., Schreckenber, K. & Gordon, J. (2009) *Conservation through use: lessons from the Mesoamerican dry forest*. Overseas Development Institute, London
- Bawa, K. S., Kress, W. J., Nadkarni, N. M., Lele, S. (2004). *Beyond paradise—Meeting the challenges in tropical biology in the 21st Century*. *Biotropica* 36: 437-446.
- Benda, L., Miller, D., & Barquín, J. (2011). *Creating a catchment scale perspective for river restoration*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(9), 2995–3015. Doi: 10.5194/hess-15 2995-2011
- Benyei, P., Arreola, G., & Reyes-García, V. (2019). *Storing and sharing: A review of indigenous and local knowledge conservation initiatives*. *Ambio*.doi:10.1007/s13280-019-01153-6
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology*. Fourth edition. Routledge, New York, New York, USA.
- Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Blaschke, T. (2010). *Object based image analysis for remote sensing*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(1), 2–16. doi:10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004
- Bocco G., Mendoza M., Velázquez A., Torres A. (1999). *La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo*. Investigaciones Geográficas, Boletín 40, 7-22 p.
- Bocco, G. y Urquijo P. S. (2013). *Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional*. En Región y Sociedad, 56(25): 75-101.
- Boulton, A.J. (2014). *Conservation of ephemeral streams and their ecosystem services: what are we missing?* Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. 24, 733–738.
- Bozzano, H. (2012) *El territorio usado en Milton Santos y la inteligencia territorial en el GDRI INTI: Iniciativas y perspectivas* [en línea]. XI INTI International Conference La Plata, 17 al 20 de octubre 2012, La Plata. Argentina. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.2636/ev.2636.pdf
- Bunn, S.E., Davies, P.M., & Mosisch, T.D. (1999). *Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation*. Freshw. Biol. 41, 333–345.
- Burgos, A. (2013). *Gestión comunitaria de los recursos hídricos locales en cuencas rurales estacionales del Bajo Balsas, Michoacán*. Memorias del III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas (págs. VI-19). Morelia: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.
- Burgos, A. L. y Bocco, G., (2015). *La cuenca hidrográfica como espacio geográfico. En Dimensiones sociales en el manejo de cuencas* (págs. 11-30). Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- Burgos, A.; Tinoco, A.; Solorio, G.; Ramírez, V. y Pérez Cortez S. (2010). *Diagnóstico socio-económico como base para el Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Zicuirán Infiernillo*. GTZ-CONANP, 65 pp.+ Base de Datos Digital

- Burgos, A.L., Alvarado, M., Páez, R., Hernández, R. (2017). *Patrones espacio temporales de la condición microbiológica del agua de fuentes comunitarias y amenazas a la salud familiar en cuencas estacionales del Bajo Balsas* (México). *Rev. In. Contam. Ambient.* 2017,33, 199–213. Available online: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v33n2/0188-4999-rica-33-02-00199.pdf>
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F. (2012). *Mapping ecosystem service supply, demand and budgets*. *Ecological Indicators* 21, 17–29.
- Campos-Aranda, D. (1992). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis de Potosí: Editorial Universitaria Potosina.
- Castelli, R.M., Chambers, J.C., Tausch, R.J. (2000). *Soil-plant relations along a soil-water gradient in Great Basin riparian meadows*. *Wetlands* 20:251–66.
- Castillo A., Godínez C., Schroeder N., Galicia C., Pujadas-Botey, A., Martínez-Hernández, I. (2009). *El bosque tropical seco en riesgo: conflictos entre uso agropecuario, desarrollo turístico y provisión de servicios ecosistémicos en la costa de Jalisco, México*. *Interciencia*, 34(12), 844–850. [Fecha de Consulta 11 de Junio de 2020]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33913151002>
- Castillo, A. (2016). *El uso colectivo de los recursos naturales*. *Revista Ciencia y Desarrollo*, marzo-abril 2016. pp. 36-41
- Castillo, A., Magaña, A., Pujadas, A., Martínez, L. and Godínez, C. (2005). *Understanding the Interaction of Rural People with Ecosystems: A Case Study in a Tropical Dry Forest of Mexico*. *Ecosystems* 8, 630–643 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0127-1>
- Castillo, A., Vega-Rivera, J. H., Perez-Escobedo, M., Romo-Diaz, G., Lopez-Carapia, G. & Ayala Orozco, B. (2018). *Linking social–ecological knowledge with rural communities in Mexico: lessons and challenges toward sustainability*. *Ecosphere* 9(10):e02470. 10.1002/ecs2.2470

- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Creel, J. B., Dirzo, R. (2010). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 594 p.
- Cervantes, A., y García, C. (2017). *Tenencia de la tierra en México* (tesis de licenciatura en derecho). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios superiores Aragón. Nezahualcóyotl, Estado de México.
- Cervantes, S.L., Maass M. y Domínguez R. (1988). *Relación lluvia-escurrimiento en un sistema pequeño de cuencas de Selva Baja Caducifolia*. Ingeniería Hidráulica en México 3: 24-30.
- Charron, I., Lalonde, O., Roy, A.G., Boyer, C., Turgeon, S. (2008). *Changes in riparian habitats along five major tributaries of the Saint Lawrence River, Quebec, Canada: 1964–1997*. River Research and Applications 24, 617–631.
- Chilagane, N. A., Kashaigili, J. J., & Mutayoba, E. (2020). *Historical and Future Spatial and Temporal Changes in Land Use and Land Cover in the Little Ruaha River Catchment, Tanzania*. Journal of Geoscience and Environment Protection, 8, 76-96. <https://doi.org/10.4236/gep.2020.82006>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., Saldarriaga, J. G., y Santos G. (1994). *Hidrología aplicada* en T. Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays; traducción: Juan G. Saldarriaga; revisión técnica: Germán R. Santos G. Santafé de Bogotá. McGraw-Hill. 584 pp
- Church, M. (2002). *Geomorphic thresholds in riverine landscapes*. Freshwater Biology 47:541–557.
- Chuvienco, E. (2008). *Teledetección Ambiental: La observación de la tierra desde el Espacio*. Book Print Digital. 3ra Edición. Barcelona, España.
- Clerici, N., Paracchini, M. L. & Maes, J. (2014). *Land-cover change dynamics and insights into ecosystem services in European stream riparian zones*. Ecohydrology and Hydrobiology, 14(2), 107–120. doi:10.1016/j.ecohyd.2014.01.002

- CONAGUA (2010). *Análisis técnicos prospectivos de la Región Hidrológica número 18 Balsas*. Cuernavaca, México: Organismo de Cuenca Balsas. Comisión Nacional del Agua.
- CONAPO (2010). *Índices de marginación 2010*. México, DF: Consejo Nacional de Población.
- Congalton, R. G., Birch, K., Jones, R., Schriever, J. (2002). *Evaluating remotely sensed techniques for mapping riparian vegetation*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 37(1-3), 113–126. Doi: 10.1016/s0168-1699(02)00108-4
- Cook, B. I., Cook, E. R., Smerdon, J. E., Seager, R., Williams, A. P., Coats, S., Stahle, D. W., Díaz, J. V. (2016). *North American megadroughts in the Common Era: Reconstructions and simulations*. *Wiley Interdiscip. Rev. Climate Change*, 7, 411–432, <https://doi.org/10.1002/wcc.394>.
- Cooper, D.J., Andersen, D.C. & Chimner, R.A. (2003) *Multiple pathways for woody plant establishment on flood plains at local to regional scales*. *Journal of Ecology*, 91, 182–196.
- Cornejo-Denman, L., Romo-Leon, J.R., Castellanos, A.E., Diaz-Caravantes, R.E., Moreno-Vázquez, J.L., Mendez-Estrella, R. (2018). *Assessing Riparian Vegetation Condition and Function in Disturbed Sites of the Arid Northwestern Mexico*. *Land* 2018, 7, 13.
- Cotler, H. (2004). *El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Cotler, H. (2010). *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Cowie, A. L., Orr, B. J., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Louwagieg, G., Maronh, M., Metternichti G., Minellic, S., Tengbergj, A., Walterk, S., Welton, S. (2018). *Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality*. *Environmental Science & Policy*, 79, 25–35. doi:10.1016/j.envsci.2017.10.011
- Crausbay, S. D. (2017). *Defining Ecological Drought for the Twenty-First Century*. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 98, 2543–2550, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0292.1>.

- Datry, T., Bonada, N. & Heino, J. (2016). *Towards understanding metacommunity organisation in highly dynamic systems*. *Oikos*. 125: 149-159.
- Datry, T., Bonada, N., & Boulton, A. (eds.). (2017). *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams, Ecology and Management*. London: Elsevier.
- Datry, T., Larded, S. T. & Tockner, K. (2014). *Intermittent rivers: A challenge for Freshwater Ecology*. *BioScience*, Volume 64, Issue 3, 229-235.
- Davies, K. W., & Boyd, C. S. (2020). *Grazing Is Not Binomial* (i.e., Grazed or Not Grazed): A Reply to Herman. *BioScience*, 70(1), 6–7. doi:10.1093/biosci/biz138
- Davis, P.A., Staid, M.I., Plescia, J.B., Johnson, J.R. (2002). *Evaluation of Airborne Image Data for Mapping Riparian Vegetation within the Grand Canyon*. Report of U.S Geological Survey, Arizona.
- Décamps, H. (1984). *Towards a landscape ecology of river valleys*. Pages 163–178 in J. H. Cooley and F. G. Golley, Eds. *Trends in Ecological Research for the 1980s*. Plenum: New York.
- Décamps, H., Pinay, G., Naiman, R.J., Petts, G.E., McClain, M.E., Hillbricht-Ilkowska, A., Hanley, T.A., Holmes, R.M., Quinn, J., Gibert, J., Planty-Tabacchi, A.M., Schiemer, F., Tabacchi, E. & Zalewski, M. (2004). *Riparian zones: Where biogeochemistry meets biodiversity in management practice*. *Polish Journal of Ecology* 52:3–18.
- Décamps, H., Planty-Tabacchi, A.M. & Tabacchi, E. (1995). *Changes in the hydrological regime and invasions by plant species along riparian systems of the Adour River, France*. *Regulated Rivers: Research and Management*, 11, 23–33.
- DeClerck, F.A.J., Chazdon, R., Holl, K.D., Milder, J.C., Finegan, B., Martinez-Salinas, A., Imbach, P., Canet, L., Ramos, Z. (2010). *Biodiversity conservation in human-modified landscapes of Mesoamerica: Past, present and future*. *Biological Conservation*, 143: 2301-2313.

- Delcourt, P.A., & Delcourt, H.R., (1992). *Ecotone dynamics in space and time*. In: Hansen, A.J., Di Castri, F. (Eds.), *Landscape Boundaries. Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Ecological Studies 92. Springer-Verlag, New York, pp. 19–54.
- Dominguez, P., Zorondo-Rodríguez, F. & Reyes-García, V. (2010). *Relationships between religious beliefs and mountain pasture uses: A case study in the High Atlas mountains of Marrakech, Morocco*. *Human Ecology* 38: 351–362. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9321-7>.
- Dufour, S., Rodríguez-González, P. M., & Laslier, M. (2018). *Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: Main topics, approaches and needs in a globally changing world*. *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.10.383
- Dzib-Castillo, B., C. Chanatásig-Vaca y N. A. González-Valdivia. (2014). *Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:167-178.
- Ellenberg, H. (1988). *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Engelhardt, B. M., Chambers, J. C., & Weisberg, P. J. (2015). *Geomorphic predictors of riparian vegetation in small mountain watersheds*. *Journal of Plant Ecology*, rtv002. doi:10.1093/jpe/rtv002
- Espinosa-Palomeque, O., Castillo-Campos, G., Arellano-Gámez, L., PérezHernández, P. & López-Ortíz, S. (2020). *Floristic diversity and stocking rate in tropical dry forest secondary vegetation used for grazing*. *Global Ecology and Conservation*, doi:<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01088>.
- Espinoza-Ortega, A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez, & C. M. Arriaga-Jordán. (2007). *Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty*. *Exp. Agr.* 43: 241-256.
- FAO (1996). *Forest resources assessment. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Number 130, 152 pp. Roma.

- FAO. (1985). *Watershed management in arid-zones*. En FAO, Role of forestry in combating desertification. Rome, Italy: FAO.
- Farley, K. A., Ojeda-Revah, L., Atkinson, E. E., & Eaton-González, B. R. (2012). *Changes in land use, land tenure, and landscape fragmentation in the Tijuana River Watershed following reform of the ejido sector*. *Land Use Policy*, 29(1), 187–197. doi:10.1016/j.landusepol.2011.06.006
- Fazey, I., A., Evely, C., Reed, M. S., Stringer, L. C., Kruijssen, J., White, P. C. L., Newsham, A., Jin, L., Cortazzi, M., Phillipson, J., Blackstock, K., Entwistle, N., Sheate, W., Armstrong, F., Blackmore, C, Fazey, J., Ingram, J., Gregson, J., Lowe, P., Morton, S., Trevitt, C. (2013). *Knowledge exchange: a review and research agenda for environmental management*. *Environmental Conservation* 40:19-36. <http://dx.doi.org/10.1017/S037689291200029X>
- Feld, C. K., Fernandes, M. R., Ferreira, M. T., Hering, D., Ormerod, S. J., Venohr, M., Gutiérrez-Cánovas, C. (2018). *Evaluating riparian solutions to multiple stressor problems in river ecosystems A conceptual study*. *Water Research*, 139, 381–394. doi: 10.1016/j.watres.2018.04.014
- Fernandes, M. R., Aguiar, F. C., Martins, M. J., Rivaes, R., & Ferreira, M. T. (2020). *Long-term human-generated alterations of Tagus River: Effects of hydrological regulation and land-use changes in distinct river zones*. *CATENA*, 188, 104466. doi:10.1016/j.catena.2020.104466
- Fernandes, M.R., Aguiar, F.C., & Ferreira, M.T. (2011). *Assessing riparian vegetation structure and the influence of land use using landscapemetrics and geostatistical tools*. *Landsc. Urban Plan.* 99 (2), 166–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.001>.
- Fernandes, M.R., Segurado, P., Jauch, E., Ferreira, M.T. (2016). *Riparian responses to extreme climate and land-use change scenarios*. *Sci. Total Environ.* 569–570, 145–158. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.099>.
- Fernández, D., Barquín, J., Álvarez M., Peñas F. (2014). *Land-use coverage as an indicator of riparian quality*. *Ecological indicators*, 165-174.

- Ferreira, M.T., Aguiar, F.C. & Nogueira, C. (2005). *Changes in riparian woods over space and time: influence of environment and land use*. *Forest Ecol. Manage.* 212 (1–3), 145–159.
- Fetherston, K. L., Naiman, R. J. & Bilby, R. E. (1995). *Large woody debris, physical processes, and riparian forest development in montane river networks of the Pacific Northwest*. *Geomorphology* 13, 133-44.
- FISRWG: Federal Interagency Stream Restoration Working Group (1998). *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices* (15 Federal agencies of the Us gov) GPO Item No: 0120-A; Su Docs No.A 57.6/2=EN3/PT.653.ISBN-0-934213-59-3.
- Flores-Díaz, A. C., Castillo, A., Sánchez-Matías, M., & Maass, M. (2014). *Local values and decisions: views and constraints for riparian management in western Mexico*. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (414), 06. doi:10.1051/kmae/2014017
- Flotemersch, J. E., Leibowitz, S. G., Hill, R. A., Stoddard, J. L., Thoms, M. C., & Tharme, R. E. (2015). *A Watershed Integrity Definition and Assessment Approach to Support Strategic Management of Watersheds*. *River Research and Applications*, 32(7), 1654–1671. doi:10.1002/rra.2978
- Folke, C. (2006). *Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses*. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002
- Forman, R. T. T. & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons: New York.
- Forman, R.T.T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge
- Friedman, J.M. & Lee, V.J., (2002). *Extreme floods, channel change, and riparian forests along ephemeral streams*. *Ecological Monographs* 72, 409–425.
- Fritz, K. M., Hagenbuch, E., D’Amico, E., Reif, M., Wigington, P. J., Leibowitz, S. G., Comeleo, R. L.; Ebersole, J. L, Nadeau, T.-L. (2013). *Comparing the Extent and Permanence of Headwater Streams From Two Field Surveys to Values From Hydrographic Databases and Maps*. JAWRA

Journal of the American Water Resources Association, 49(4), 867–882.
doi:10.1111/jawr.12040

García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Editorial Larrios, México. 252 pp.

García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y.M., Valdivieso-Pérez, I.A., Masera, O.R., Bocco, G., Vandermeer, J. (2009). *Neotropical forest conservation, agricultural intensification, and rural out-migration: The Mexican experience*. *Bioscience* 59(10):863-873.

Garibay, C. y Bocco G. (2012). *Cambios de uso de suelo en la meseta purépecha (1976-2005)*. INE-Semarnat y CIGA-UNAM. México, D.F. 124 p.

Garrido, A., Cuevas, M., Cotler, H., González, D., y Tharme, R. (2010). *Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México*. *Investigación Ambiental*, 2(1), 25–46.

Garrido, A., Pérez Damian, J. L., y Enríquez Guadarrama, C. (2010). *Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México*. En Cotler, H. (coord.). *Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización*. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat. México, D.F., México.

Gaspari, F. J. (2009). *Manual de manejo integral de cuencas hidrográficas*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata. 321 pp.

Gaspari, F.J. (2002). *Plan de ordenamiento territorial en cuencas serranas degradadas. Aplicación de sistemas de información geográfica*. Huelva. España. Ediciones Cooperativas, Buenos Aires: 179 pp.

Gleick, P. H. (2003). *Global Freshwater Resources: Soft-Path Solutions for the 21st Century*. *Science*, 302(5650), 1524–1528. doi:10.1126/science.1089967

- Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., Olsson, P., Montes, C. (2012). *Traditional ecological knowledge and community resilience to environmental extremes: A case study in Doñana, Spain*. *Global Environmental Change*, 22(3), 640–650. doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.02.005
- Gray, E., Henninger, N., Reij, C., Winterbottom, R. (2015). *Landscape approaches for enhancing resilience in Africa's drylands*. The World Bank, Washington D.C., USA.
- Grudzinski, B., Fritz, K. & Dodds, W. (2020). *Does Riparian Fencing Protect Stream Water Quality in Cattle-Grazed Lands?* *Environmental Management* 66, 121–135. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01297-2>
- GWP: Global Water Partnership (2014). Nota Informativa: *Servicios ecosistémicos y Seguridad hídrica*. Recuperado de: https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/briefing-notes/gwp_briefing_note_ecosystems_spanish_web.pdf (mayo 2021).
- Haesbaert, R. (2011 -2004-). *El mito de la desterritorialización*. México: Siglo XXI.
- Haesbaert, Rogério. (2013). *Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad*. *Cultura y representaciones sociales*, 8(15), 9-42. Recuperado en 10 de marzo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102013000200001&lng=es&tlng=es.
- Hansen, W. F. (2001). *Identifying stream types and management implications*. *Forest Ecology and Management*, 143(1-3), 39–46. Doi: 10.1016/s0378-1127(00)00503-x
- Hasnat, G. N. T. & Hossain, M. K. (2020). *Global Overview of Tropical Dry Forests, Handbook of Research on the Conservation and Restoration of Tropical Dry Forests*, 10.4018/978 1-7998-0014 9.ch001, (1-23), Chapter 1, DOI: 10.4018/978-1-7998-0014-9.ch001
- Holling, C. S. (1986). *The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change*. Pages 292–317 in W. C. Clark and R. E. Munn, editors. *Sustainable development of the biosphere*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Holling, C. S. (1995). *What barriers? What bridges? In: Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions* (Eds L.H. Gunderson, C.S. Holling and S.S. Light), pp. 3–36. Columbia University Press, New York.
- Holling, C. S. (2001). *Understanding the complexity of economic, ecological and social systems*. *Ecosystems* 4:390–405.
- Horcea-Milcu, A.-I., Martín-López, B., Lam, D. P. M., Lang, D. J. (2020). *Research pathways to foster transformation: linking sustainability science and social-ecological systems research*. *Ecology and Society* 25(1):13. <https://doi.org/10.5751/ES-11332-250113>
- Hughes, A. O., Tanner, C. C., McKergow, L. A., Sukias, J. P. S. (2016). *Unrestricted dairy cattle grazing of a pastoral headwater wetland and its effect on water quality*. *Agricultural Water Management*, 165, 72–81. doi:10.1016/j.agwat.2015.11.015
- Hupp, C.R. (1988). *Plant ecological aspects of flood geomorphology and paleoflood history*. In: V.R. Baker, R.C. Kochel and P.C. Patton (Editors), *Flood Geomorphology*. Wiley, New York, pp. 335-356.
- Hupp, C.R. & Osterkamp, W.R. (1996). *Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes*. *Geomorphology* 14:277–95.
- Ilhardt, B.L., Verry, E.S. & Palik, B.J. (2000). *Defining riparian areas, Forestry and the riparian zone*, Orono. Maine 7-14.
- INEGI, (1970). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, (1990). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, (1995). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, (2000). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- INEGI, (2005). II Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, (2010). XII Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- Jansen, A. M. Y., & Robertson, A. I. (2001). *Relationships between livestock management and the ecological condition of riparian habitats along an Australian floodplain river*. Journal of Applied Ecology, 38, 63–75.
- Jardí M. (1985). *Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que la definen*. Revista de Geografía, Barcelona, España: 19: 41-68
- Jerneck, A. & Olsson, L. (2020). *Theoretical and Methodological Pluralism in Sustainability Science*. In: Mino T., Kudo S. (eds) Framing in Sustainability Science. Science for Sustainable Societies. Springer, Singapore.
- Jewett, D. G., Lord, M. L., Miller, J. R., Chambers, J. C. (2004). *Geomorphic and hydrologic controls on surface and subsurface flow regimes in riparian meadow ecosystems*, in Great Basin Riparian Ecosystems: Ecology, Management, and Restoration, edited by J. Chambers and J. Miller, Island, Washington, D. C.
- Johansen, K., Coops, N.C., Gergel, S.E., Stange, Y. (2007). *Application of high spatial resolution satellite imagery for riparian and forest ecosystem classification*. Remote Sens. Environ., 110, 29–44.
- Johnson, R.R., Haight, L.T., & Simpson, J.M., (1977). *Endangered Species Vs. Endangered Habitats: a Concept, Importance, Preservation and Management of Riparian Habitat: a Symposium*. USDA Forest Service General Technical Report RM-43, pp. 68-79.
- Juárez-Andrade, J. (2017). *Alternativas de manejo comunitario para asegurar la calidad del agua para consumo humano en la Cuenca del Bajo Balsas (Tierra Caliente Michoacán)*. Tesis en Ingeniería en Desarrollo Comunitario. Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro.

- Kelsey, K. A. & West, S. D. (1998). *Riparian wildlife*. Pages 235–258 in R. J. Naiman and R. E. Bilby, Eds. *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. Springer-Verlag: New York.
- Khosravi Mashizi, A. & Escobedo, F. J. (2020). *Socio-ecological assessment of threats to semi-arid rangeland habitat in Iran using spatial models and actor group opinions*. *Journal of Arid Environments*, 177, 104136. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2020.104136
- Kieffer, M. (2014). *Análisis de las condiciones de un territorio para la integración del turismo rural comunitario: una aproximación a la investigación acción en el Bajo Balsas, Michoacán*. Tesis de Doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.
- King, E. G., & Hobbs, R. J. (2006). *Identifying Linkages among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework*. *Restoration Ecology*, 14(3), 369–378. doi:10.1111/j.1526-100x.2006.00145.x
- Knighton, D. (1984). *Fluvial Forms and Processes*. London, Edward Arnold, 218 pp. <https://doi.org/10.4324/9780203784662>
- Knopf, F.L., Johnson, R.R., Rich, T., Samson, F.B., Szaro, R.C. (1988). *Conservation of riparian ecosystems in the United States*. *Wilson Bull.* 100, 272-284.
- Kominoski, J.S., Shah, J.J.F., Canhoto, C., Fischer, D.G., Giling, D.P., González, E., Griffiths, N.A., Larrañaga, A., LeRoy, C.J., Mineau, M.M., McElarney, Y.R., Shirley, S.M., Swan, C.M., Tieg, S.D. (2013). *Forecasting functional implications of global changes in riparian plant communities*. *Front. Ecol. Environ.* 11, 423–432. <http://dx.doi.org/10.1890/120056>.
- Kondolf, G.M., Kattelman, R., Embury, M., Erman, D.C. (1996). *Status of Riparian Habitat*. Sierra Nevada Ecosystem Project: Final Report to Congress, vol. II, Assessments and scientific basis for management options. University of California, Davis, Centers for Water and Wildland Resources, pp. 1009-1030.

- Koundouri, P., Boulton, A. J., Datry, T., Souliotis, I. (2017). *Ecosystem Services, Values, and Societal Perceptions of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*, 455–476. doi:10.1016/b978-0-12-803835-2.00018-8
- Lake, P. S., Bond, N. & Reich, P. (2017). *Restoration Ecology of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*, 509–533. Doi: 10.1016/b978-0-12-803835 2.00020-6
- Lam, D. P. M., Hinz, E., Lang, D. J., Tengö, M., Wehrden, H., Martín-López, B. (2020). *Indigenous and local knowledge in sustainability transformations research: a literature review*. *Ecology and Society*, 25(1). Doi: 10.5751/es-11305-250103
- Lambin, E. F., Turner, B.L., Geist, H. J., Agbola, S. B, Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S, Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J. F., Skanes, H., Steffen, W., Stone, G. D., Svedin, U., Veldkamp, T. A., Vogel, C., Xu, J. (2001). *The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths*. *Global Environmental Change* 11: 261–269.
- Larned, S.T., Datry, T., Arscott, D.B., Tockner, K. (2010). *Emerging concepts in temporary-river ecology*. *Freshw. Biol.* 55, 717–738.
- Latterell, J.J., Bechtold, J.S., O’Keefe, T.C., Van Pelt, R., Naiman, R.J. (2006). *Dynamic patch mosaics and channel movement in an unconfined river valley of the Olympic Mountains*. *Freshwater Biology* 51, 523–544.
- Lawley, V., Lewis, M., Clarke, K., Ostendorf, B. (2016). *Site-based and remote sensing methods for monitoring indicators of vegetation condition: An Australian review*. *Ecological Indicators*, 60, 1273–1283. doi:10.1016/j.ecolind.2015.03.021
- Lebrija-Trejos, E., Pérez-García, E. A., Meave, J. A., Poorter, L., Bongers, F. (2011). *Environmental changes during secondary succession in a tropical dry forest in Mexico*. *Journal of Tropical Ecology* 27:477-489.

- Lefebvre, H. (1984 -1974-). *La production de l'espace*. Paris: Anthropos.
- Leuven, R. S. E. W. & Poudevigne, I. (2002). *Riverine landscape dynamics and ecological risk assessment*. *Freshwater Biology*, 47(4), 845–865. doi:10.1046/j.1365 2427.2002.00918.x
- Lhoest, S., Fonteyn, D., Daïnou, K., Delbeke, L., Doucet J.L., Dufrêne, M., Josso J. F., Ligot, G., Oszwald, J., Rivault, E., Verheggen, F., Vermeulen, C., Biwolé, A., Fayolle, A. (2020). *Conservation value of tropical forests: Distance to human settlements matters more than management in Central Africa*. *Biological Conservation*, Elsevier.
- Li, X.-Y., Gong, J.-D., & Wei, X.-H. (2000). *In-situ rainwater harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China*. *Journal of Arid Environments*, 46(4), 371–382. doi:10.1006/jare.2000.0705
- Likens, G. E. (2006) *Foreword in Riparia. Ecology, conservation, and Management of Streamside Communities*. San Diego, California: Elsevier.
- Lind, L., Hasselquist, E M. & Laudon, H. (2019). *Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes*. *Journal of Environmental Management*, 249: 1-8 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109391>
- Lite, S. J., Bagstad, K. J., & Stromberg, J. C. (2005). *Riparian plant species richness along lateral and longitudinal gradients of water stress and flood disturbance, San Pedro River, Arizona, USA*. *Journal of Arid Environments*, 63(4), 785–813. doi:10.1016/j.jaridenv.2005.03.026
- López, E. y Bocco, G. (2006). *Patrones Locales de Cambios Globales: Efectos de la emigración en el cambio de uso del suelo en el Centro de México. El Caso de la Cuenca del lago de Cuitzeo, México*. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. X No. 218 (09). Agosto 2006.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A., Aguirre-Rivera, J. R. (2006). *Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico*. *Agricultural Systems* 90 (1-3): 62-78.

- Lott, E. J. & Atkinson, T. H. (2006). *Mexican and Central American seasonally dry tropical forests: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison*. In Plant diversity, biogeography, and conservation, R. T. Pennington, G. P. Lewis y J. A. Ratters (eds.). Taylor and Francis, Boca Raton. p. 315-342.
- Lymburner, L. (2005). *Mapping Riparian Vegetation Functions Using Remote Sensing and Terrain Analysis*. Submitted in total fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy. University of Melbourne Melbourne: Department of Civil and Environmental Engineering.
- Lyon, J. & Gross, N. M. (2005). *Patterns of plant diversity and plant–environmental relationships across three riparian corridors*. Forest Ecology and Management, 204(2-3), 267–278. doi:10.1016/j.foreco.2004.09.019
- Lytle, D.A., & Poff, N.L. (2004). *Adaptation to natural flow regimes*. Trend. Ecol. Evol. 19, 94100.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford, United Kingdom
- Malanson, G.P. (1993). *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Martínez-Cruz, J. M., Méndez-Toribio, M., Cortés-Flores, J., Coba, P., Ibarra-Manríquez, G. (2013). *Estructura y diversidad de los bosques estacionales desaparecidos por la construcción de la presa Gral. Francisco J. Múgica, en la Depresión del Balsas, Michoacán, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 84:1216-1234.
- Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A., Maass, M., Robichaux, R., Yetman, D. (2000). *Structure and functioning of tropical deciduous forest in western Mexico*. In *The tropical deciduous forest of Alamos*. Biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico, R. H. Robichaux y D. A. Yetmans (eds.). University of Arizona, Tucson. p. 19-35.
- Mas, J. y Ramirez I. (2008). *Percepción remota: principios básicos y técnicas de análisis recientes*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1-32.

- Mas, J.F., Lemoine-Rodríguez, R y González, R. (2016). *Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán: un análisis de cambios mediante sensores remotos a escala regional*. Morelia: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-Universidad Nacional Autónoma de México, 16 pp.
- Mascarenhas, J. (1991). *Participatory mapping and modelling: User's notes*. RRA Notes, No. 12. pp. 9-20.
- McAllister, T. A., Stanford, K., Chaves, A. V., Evans, P. R., Eustaquio de Souza Figueiredo, E., Ribeiro, G. (2020). *Nutrition, feeding and management of beef cattle in intensive and extensive production systems*. *Animal Agriculture*, 75–98. doi:10.1016/b978-0-12-817052-6.00005-7
- MEA: Millennium Ecosystem Assessment (Program) (2005). *Ecosystems and human well-being*. Washington, D.C: Island Press.
- Meehan W. R., Swanson F. & Sedell J. R. (1977). *Influences of riparian vegetation on aquatic ecosystems with particular references to salmonid fishes and their food supply*. Importance Preservation and Management of Riparian Habitat: A Symposium (págs. 137-145). Rocky Mountain Forest Experiment Station: USDA Forest Service.
- Meehan, M. A., & O'Brien, P. L. (2019). *Using the Rosgen Stream Classification System to Aid in Riparian Complex Ecological Site Descriptions Development*. *Rangeland Ecology & Management*. doi:10.1016/j.rama.2019.05.001
- Meek, C. S., Richardson, D. M. & Mucina, L. (2010). *A river runs through it: Land-use and the composition of vegetation along a riparian corridor in the Cape Floristic Region, South Africa*. *Biological Conservation*, 143, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.021>
- Meli, P., Calle, A., Calle, Z., Ortiz-Arrona, C. I., Sirombra, M., Brancalion, P. H. S. (2019). *Riparian-forest buffers: Bridging the gap between top-down and bottom-up restoration approaches in Latin America*. *Land Use Policy*, 87, 104085. doi:10.1016/j.landusepol.2019.104085

- Mendez-Toribio, M., Martínez-Cruz, J., Cortés-Flores J., Rendón-Sandoval F. J., Ibarra-Manríquez G., (2014a). *Composition, structure and diversity of Tziritzicuario tropical dry forest tree community, Balsas Watershed, Michoacán, Mexico*. Rev. Mex. Biodiv. [Online]. 2014, vol.85, n.4, pp.1117-1128. ISSN 2007-8706. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.43457>.
- Méndez-Toribio, M., Zermeño-Hernández, I., & Ibarra-Manríquez, G. (2014b). *Effect of land use on the structure and diversity of riparian vegetation in the Duero river watershed in Michoacán, Mexico*. Plant Ecology, 215, 285–296. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0297-z>
- Merritt, D.M., Scott, M.L., LeRoy Poff, N., Auble, G.T., Lytle, D.A. (2010). *Theory, methods and tools for determining environmental flows for riparian vegetation: riparian vegetation flow response guilds: riparian vegetation-hydrologic models*. Freshw. Biol. 55, 206–225. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02206.x>.
- Merton, R. K. (1987). *The Focussed Interview and Focus Groups: Continuities and Discontinuities*. Public Opinion Quarterly 51 (4): 550–566.
- Mistry, J. & Berardi, A. (2016). *Bridging indigenous and scientific knowledge*. Science 352(6291):1274-1275. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaf1160>.
- Montgomery, D. R. (1999). *Process domains and the river continuum*. Journal of the American Water Resources Association 35:397–410.
- Montgomery, R. A., Borona, K., Kasozi, H., Mudumba, T., Ogada, M. (2020). *Positioning human heritage at the center of conservation practice*. Conservation Biology. doi:10.1111/cobi.13483
- Morett-Sánchez, J. Carlos, & Cosío-Ruiz, Celsa (2017). *Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México*. Agricultura, sociedad y desarrollo, 14(1), 125-152.
- Morisawa, M. (1985). *Rivers. Form and process*. Longman. Geomorphology texts. K. M. Clayton. Univ.of East Anglia. London and New York, 223 pp.

- Mosner, E., Weber, A., Carambia, M., Nilson, E., Schmitz, U., Zelle, B., Donath, T., Horchler, P. (2015). *Climate change and floodplain vegetation—future prospects for riparian habitat availability along the Rhine River*. *Ecol. Eng.* 82, 493–511. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.013>.
- Munné, A., Prat, N., Solá, C., Bonada, N., Rieradevall, M. (2003). *A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147–163. <http://doi.org/10.1002/aqc.529>
- Naiman R., Décamps, H. & McClain, M. (2005). *Riparia. Ecology, conservation, and Management of Streamside Communities*. San Diego, California: Elsevier.
- Naiman, R. J., Décamps, H. & Pollock, M. (1993). *The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity*. *Ecological Applications* 3:209–212.
- Naiman, R. J., Lonzarich, D. G., Beechie, T. J., Ralph, S. C. (1992). *General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers*. Pages 93-123 in P. Boon, P. Calow, and G. Petts, Eds. *River Conservation and Management*. John Wiley and Sons: Chichester, United Kingdom.
- Naiman, R. J., Magnuson J. J. & Firth, P. L. (1998). *Integrating cultural, economic and environmental requirements for fresh water*. *Ecological Applications* 8:569–570.
- Naiman, R. J., Pinay, G., Johnston, C. A., Pastor, J. (1994). *Beaver Influences on the Long-Term Biogeochemical Characteristics of Boreal Forest Drainage Networks*. *Ecology*, 75(4), 905–921. doi:10.2307/1939415
- Naiman, R.J., Bilby, R.E. & Bisson, P.A. (2000). *Riparian ecology and management in the Pacific coastal rain forest*. *Bioscience* 50, 996e1011.
- Naiman, R.J. & Décamps, H., (1997). *The ecology of interfaces: riparian zones*. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28, 621–658.

- Naiman, R.J. & Turner, M.G. (2000). *A future perspective on North America's freshwater ecosystems*. Ecological Applications 10, 958–970.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N, Ranieri, M. S., Bernabucci, U. (2010). *Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems*. Livest. Sci. 130: 57-69.
- Nava, R., Jiménez, C., Sánchez, M. y Jiménez, A. (1998). *Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México*. Polibotánica 9:1-151.
- Nava, Y., Maass, M., Briones, O. y Méndez-Ramírez, I. (2007). *Evaluación del efecto de borde sobre dos especies del bosque tropical caducifolio de Jalisco, México*. Agrociencia, vol. 41, núm. 1, enero-febrero, 2007, pp. 111-120.
- Ndalilo, L. A., Kirui, B. K. & Maranga, E. K. (2020). *Socio-Economic Drivers of Degradation and Their Implication on Conservation of River Lumi Riparian Ecosystem in Kenya*. Open Journal of Forestry, 10, 307-319. <https://doi.org/10.4236/ojf.2020.103020>
- Newbury R. & Gaboury M. (1993). *Exploration and rehabilitation of hydraulic habitats in streams using principles of fluvial behaviour*. Freshwater Biology, 29, 195-230.
- Nilsson, C. & Svedmark, M. (2002). *Basic Principles and Ecological Consequences of Changing Water Regimes: Riparian Plant Communities*. Environmental Management 30, 468–480. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2735-2>
- Nogueira de Andrade, L. & Leite, M.G.P. (2013). *An analysis of the human activities impact on water quantity in the Jequitinhonha Valley, MG/Brazil*. Manag. Environ. Qual. 24, 383–393.
- NOM-SEMARNAT. (2010). *Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Norgaard, R. B. (1989). *The case for methodological pluralism*. *Ecological Economics*, 1(1), 37–57. doi:10.1016/0921-8009(89)90023-2
- Noss, R.F. (2000). *High-risk ecosystems as foci for considering biodiversity and ecological integrity in ecological risk assessment*. *Environmental Science and Policy*, 3, 321–332.
- Olson, D. & Dinerstein, E. (2002). *The global 2000: priority ecoregions for global conservation*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:199-224.
- OMM: Organización Meteorológica Mundial (2012). *International Glossary of Hydrology Glossaire International d'Hydrologie e МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ Glosario Hidrológico Internacional* 7 bis, avenue de la Paix P.O. Box No. 2300 CH-1211 Geneva 2, Switzerland (ISBN 978-92-63-03385-8)
- Ortiz-Pérez, M. A. (2010). *Clasificación ecogeográfica de cuencas hidrográficas: El caso de México*. Helena Cotler Ávalos (Coordinadora). *Las Cuencas Hidrográficas de México*. INE. 231 p.
- Osterkamp, W. R. & Hupp, C. R. (2010). *Fluvial processes and vegetation. Glimpses of the past, the present, and perhaps the future*. *Geomorphology*, 116(3-4), 274–285. Doi: 10.1016/j.geomorph.2009.11.018
- Pahl-Wostl, C., Knieper, C., Lukat, E., Meergans, F., Schoderer, M., Schütze, N., Schweigatz, D., Dombrowsky, I., Lenschow, A., Stein, U., Thiel, A., Tröltzsch, J. and Vidaurre, R. (2020). *Enhancing the capacity of water governance to deal with complex management challenges: A framework of analysis*. *Environmental Science & Policy*. Volume 107, May 2020, Pages 23-35.
- Paré, L. (1995). *Transformación de los sistemas productivos y deterioro del medio ambiente en una región étnica del trópico veracruzano*. En Cartón de Grammont H (Ed.) *Globalización, Deterioro Ambiental y Reorganización Social en el Campo*. Juan Pablos / UNAM. México. pp 122-158.

- Paré, L., y Robles, C. (2009) *Gestión territorial del agua en la subcuenca Texizapa-Huazuntlán, sur de Veracruz*; en *Gestión de cuencas y servicios ambientales*, Luisa Paré, Dawn Robinson y Marco Antonio González (coordinadores) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Sendas, A.C. • WWFIstituto Nacional de Ecología • Itaca • Raises ISBN: 978-968-817-871-3
- Parrish, J.D., Braun, D.P. & Unnasch, R.S. (2003). *Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas*. *Bioscience* 53, 851–860.
- Paz-Salinas, M. F. (2017). *Luchas en defensa del territorio. Reflexiones desde los conflictos socioambientales en México*. *Acta Sociológica*, 73, 197–219. doi:10.1016/j.acso.2017.08.007
- Pérez-Alberti, A., Borobio Sanchiz, M., Castillo Rodríguez, F. y Payán-Pérez, M. (2014). *Metodología y clasificación de tipos de paisaje en Galicia*. *Revista de Geografía e Ordenamento do Território (GOT)*, nº 6. Centro de Estudos de Geografía e Ordenamento do Território, p. 259-282.
- Pérez-García, E. A., Meave, J. A., & Cevallos-Ferriz, S. R. S. (2012). *Flora and vegetation of the seasonally dry tropics in Mexico: origin and biogeographical implications*. *Acta Botanica Mexicana* 100:149-193.
- Perramond, E. P. (2008). *The rise, fall, and reconfiguration of the Mexican ejido*. *Geogr Rev* 98:356–371
- Pert, P. L., Butler, J. R. A., Brodie, J. E., Bruce, C., Honzák, M., Kroon, F. J., Wong, G. (2010). *A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: A case study from the Wet Tropics, Australia*. *Ecological Complexity*, 7(3), 378–388. doi:10.1016/j.ecocom.2010.05.002
- Poff, N. L. & Zimmerman, J. K. H. (2010). *Ecological responses to altered flow regimes: literature review to inform the science and management of environmental flows*. *Freshwater Biology*, 55(1), 194–205. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02272.x

- Pollock, M. M., Beechie, T. J., Wheaton, J. M., Jordan, C. E., Bouwes, N., Weber, N., Volk, C. (2014). *Using Beaver Dams to Restore Incised Stream Ecosystems*. *BioScience*, 64(4), 279–290. doi:10.1093/biosci/biu036
- Pollock, M. M., Naiman, R. J., Erickson, H. E., Johnston, C. A., Pastor, J., Pinay, G. (1995). *Beavers as engineers: influences on biotic and abiotic characteristics of drainage basins*. In: Jones, C. G. and Lawton, J. H. (eds), *Linking species and ecosystems*. Chapman and Hall, New York, pp. 117-126.
- Pontius, R. G., Huffaker, D. & Denman, K. (2004). *Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models*. *Ecological Modelling*, 179(4), 445–461. Doi: 10.1016/j.ecolmodel.2004.05.010
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Guariguata, M. R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S., Reyes-García, V. (2012). *Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics*. *Forest Ecology and Management*, 268, 6-17. Doi: 10.1016/j.foreco.2011.05.034
- Postel, S. L. (2000). *Entering an era of water scarcity: The challenges ahead*. *Ecological Applications* 10:941–948.
- Poudevigne, I., Chabrierie, O., Jackson, A., Van der Berg, S., Bourcier, J.C., Alard, D. (2002). *Patterns of landscape dynamics and their consequences on ecological communities*. In: *Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing in River Studies* (Eds R.S.E.W. Leuven, I. Poudevigne and R.M. Teeuw), pp. 183-200. Backhuys Publishers, Leiden.
- Racca, J.M.G. (2007). *Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de modelos digitales del terreno*. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*. Rosario, Argentina, 77 (1-2): 31-38
- Radoux, J. & Defourny, P. (2010). *Image-to-map conflict detection using iterative trimming*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 176, 173–181.

- Ramírez, B. R., y López, L. (2015). *Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo*. México UNAM, Instituto de Geografía: UAM, Xochimilco, 2015. 205 p. : il. ; 22 cm. – (Geografía para el siglo XXI; Serie Textos Universitarios 17)
- RAN (Registro Agrario Nacional). 2014. *Indicadores básicos de la propiedad social*. http://www.ran.gob.mx/ran/indic_bps/1_ER-2014.pdf
- Rapport, D. J. & Whitford, W. G. (1999). *How ecosystems respond to stress*. *Bio-Science* 49:193–203.
- Reed, M. S., Stringer, L. C., Fazey, I., Evely, A. C., Kruijssen, J. H. J. (2014). *Five principles for the practice of knowledge exchange in environmental management*. *Journal of Environmental Management* 146: 337–345.
- Reporte Público de Investigación IICA-TiCa (2015). *Escenarios Territoriales a Julio 2016 y Plan Inter-Sectorial de Contingencia*. Iniciativa Inter-Sectorial ante la Contingencia Ambiental en Tierra Caliente (IICA-TiCa) Noviembre de 2015
- Reyes-García, V. (2015). *The values of traditional ecological knowledge*. In *Handbook of ecological economics*, ed. J. Martínez- Alier and R. Muradian, 283-306. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Reyes-García, V., Aceituno-Mata, L., Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Gómez-Baggethun, E., Lastra, J.J., Ontillera, R., Parada, M. (2014). *Resilience of traditional knowledge systems: The case of agricultural knowledge in home gardens of the Iberian Peninsula*. *Global Environmental Change* 24: 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.11.022>.
- Richardson, D.M., Holmes, P.M., Esler, K.J., Galatowitsch, S.M., Stromberg, J.C., Kirkman, S.P., Pyšek, P., Hobbs, R.J. (2007). *Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects*. *Diversity and Distributions*, 13: 126-139. Doi: 10.1111/j.1366-9516.2006.00314.x
- Rickson, R.J. (2014). *Can control of soil erosion mitigate water pollution by sediments?* *Sci. Tot. Environ.* 468-469, 1187-1197.

- Rivaes, R.P., Rodríguez-González, P.M., Ferreira, M.T., Pinheiro, A.N., Politti, E., Egger, G., García-Arias, A., Francés, F. (2014). *Modeling the evolution of riparian woodlands facing climate change in three European Rivers with contrasting flow regimes*. PLoS One 9, e110200. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110200>.
- Rocha, J., Hughes, S.J., Almeida, P., Garcia-Cabral, I., Amich, F., Crespí, A.L. (2015). *Contemporary and future distribution patterns of fluvial vegetation under different climate change scenarios and implications for integrated water resource management*. Ecol. Res. 30, 989-1003. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1300-4>.
- Rocha-Loredo, A. G., Ramírez-Marcial, N. y González-Espinosa, M. (2010). *Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la Depresión Central de Chiapas*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 87:89-113.
- Rodríguez, J. P., Good, T. & Dirzo, R. (2005). *Diversitas and the challenge of latin american biodiversity conservation*. INCI [online]. 2005, vol.30, n.8, pp. 450-450. ISSN 0378-1844.
- Rodríguez-González, P.M., Campelo, F., Albuquerque, A., Rivaes, R., Ferreira, T., Pereira, J.S. (2014). *Sensitivity of black alder (Alnus glutinosa [L.] Gaertn) growth to hydrological changes in wetland forests at the rear edge of the species distribution*. Plant Ecol. 215, 233-245. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0292-9>.
- Rodríguez-Jiménez, C., Fernández-Nava, R., Arreguín-Sánchez, M. L. y Rodríguez-Jiménez, A. (2005). *Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México*. Polibotánica 20:73-99.
- Romero-Navarrete, L. (2015). *El ejido mexicano: entre la persistencia y la privatización* Argumentos, vol. 28, núm. 79, septiembre-diciembre, pp. 217-238 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco Distrito Federal, México
- Romo-Bacco, C. E., Valdivia-Flores, A., Carranza, R. G., Cámara, J., Zavala, M. P., Flores, E., Espinosa-García, J., A. (2014). *Brechas de rentabilidad económica en pequeñas unidades de producción de leche en el altiplano central mexicano*. Rev. Mex. Ciencias Pec. 5: 273-290.

- Rood, S. B., Gourley, C. R., Ammon, E. M., Heki, L. G., Klotz, J. R., Morrison, M. L., Mosley, D., Scoppettone, G., Swanson, S., Wagner, P. L. (2003). *Flows for Floodplain Forests: A Successful Riparian Restoration*. *BioScience*, 53(7), 647
- Rosales, J., Petts, G. & Salo, J. (1999). *Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: A comparative review*. *Biodiversity and Conservation* 8:551-586.
- Rosete-Vergés, F.A., Pérez-Damián, J.L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E.N., Salinas-Chávez, E. y Remond-Noa, R. (2014). *El avance de la deforestación en México 1976-2007*. *Madera y Bosques* 20: 21-35. ISSN 2448-7597
- Rosgen, D. (1996). *Applied River Morphology*. Wild-land Hydrology, Pagosa Springs, Colorado, USA.
- Rosgen, D. L. (1994). *A Classification of Natural Rivers*. *Catena*, Vol. 22, pp. 169-199.
- Rosgen, D.L. & Silvey, H.L. (1996). *Applied river morphology*. *Wildland Hydrology*, Pagosa Springs, CO 81147.
- Rzedowski, J., Medina-Lemos, R. y Calderón-de Rzedowski, G. (2005). *Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de Bursera (Burseraceae)*. *Acta Botanica Mexicana* 70:85-111.
- Sabo, J.L., Sponseller, R. & Dixon, M. (2005). *Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species*. *Ecology* 86: 56–62.
- Salvatore, O. (2020). *Contribuciones analíticas para orientar la gestión de cuencas hidrográficas hacia el alcance de la seguridad hídrica: aplicación en cuencas rurales semiáridas del Centro-Occidente de México*. Tesis de Doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodríguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K.E., Castillo A., Garvin, T., Zent, E. L., Calvo-Alvarado, J. C., Kalacska, M. E.R., Fajardo, L., Gamon, J. A., Cuevas-Reyes, P.

- (2005). *Research Priorities for Neotropical Dry Forests*. Biotropica 37(4): 477-485. Doi: 10.1111/j.1744-7429.2005.00066.x.
- Sánchez-Navarro, J. A. y Ollero, A. (2003). *Aplicación de la clasificación de Rosgen al río Gállego y diseño de un protocolo para su aplicación al conjunto de la cuenca del Ebro*. Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente, España.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo, razón y emoción*. España. Editorial Ariel. 239 p.
- Schroeder, N.M., & Castillo, A. (2013). *Collective Action in the Management of a Tropical Dry Forest Ecosystem: Effects of Mexico's Property Rights Regime*. Environmental Management 51, 850–861. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9980-9>
- Schumm, S. A. (1977). *The Fluvial System*. John Wiley and Sons: New York.
- Schuttenberg, H. Z. & Guth, H. K. (2015). *Seeking our shared wisdom: a framework for understanding knowledge coproduction and coproductive capacities*. Ecology and Society 20:15
- Scott, M. L., Nagler, P. L., Glenn, E. P., Valdes-Casillas, C., Erker, J. A., Reynolds, E. W., Jones, C. L. (2008). *Assessing the extent and diversity of riparian ecosystems in Sonora, Mexico*. Biodiversity and Conservation, 18(2), 247–269. Doi: 10.1007/s10531-008-9473-6
- Senciales González, J. M. (1998). *El análisis morfológico de las Cuencas Fluviales aplicado al Estudio Hidrográfico*. Norba. Revista de Geografía 10: 155-183. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=109746>.
- Shafroth, P.B., Stromberg, J.C. & Patten, D.T. (2002). *Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes*. Ecological Applications, 12, 107-123.
- Slater, F. M., Curry, P. & Chadwell, C. (1987). *A practical approach to the examination of the conservation status of vegetation in river corridors in Wales*. Biological Conservation 43:259-263.

- Snyder, K. & Williams, D.G. (2000). *Water sources used by riparian trees varies among stream types on the San Pedro River, Arizona*. Agricultural and Forest Meteorology, 105(1-3), 227-240. Doi: 10.1016/S0168-1923(00)00193-3
- Soderquist, T.R. & Mac Nally, R. (2000). *The conservation value of mesic gullies in dry forest landscapes: mammal populations in the boxeironbark ecosystem of southern Australia*. Biol. Conserv. 93, 281-291.
- Solorio-Rojas, G. (2010). *Diagnóstico de una pequeña cuenca y de sus dos principales cauces así como su planificación de uso en el Municipio de Churumuco, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Biología; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).
- Stanturf, J. A. (2021). *Landscape degradation and restoration*. Soils and Landscape Restoration, 125–159. doi:10.1016/b978-0-12-813193-0.00005-9
- Stark, S. C., Breshears, D. D., Garcia, E. S., Law, D. J., Minor, D. M., Saleska, S. R., Swann, A. L. S., Villegas, J. C., Aragão, L. E. O., Bella, E. M., Borma, L. S., Cobb, N. S., Litvak, M. E., Mangusson, W. E., Morton J. M., Redmond, M. D. (2016). *Toward accounting for ecoclimate teleconnections: intra- and inter-continental consequences of altered energy balance after vegetation change*. Landscape Ecology, 31(1), 181–194. doi:10.1007/s10980-015-0282-5
- Steiger, J., Tabacchi, S.E., Dufour, D.S., Corenblit, D., Peiry, J.-L. (2005). *Hydrogeomorphic processes affecting riparian habitat within alluvial channel-floodplain river systems: a review for the temperate zone*. River Research and Applications 21, 719-737.
- Stella, J. C., & Bendix, J. (2019). *Multiple Stressors in Riparian Ecosystems*. Multiple Stressors in River Ecosystems, 81–110. doi:10.1016/b978-0-12-811713-2.00005-4
- Strahler, A. N. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Transactions of the American Geophysical Union 38:913–920.

- Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. Section 4-2 in V.T. Chow, Ed. *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill: New York.
- Strang, V. (2010). *Mapping histories: cultural landscapes and walkabout methods.*, in *Environmental social sciences: methods and research design*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 132-156.
- Strayer, D. L., Power, M. E., Fagan, W. F., Pickett, S. T. A., Belnap, J. (2003). *A classification of ecological boundaries*. *BioScience* 53:723–729.
- Stringer, J.W. & Perkins, C. (2001). *Kentucky Forest Practice Guidelines for Water Quality Management*. Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky, UK.
- Stromberg, J.C., Lite, S.J. & Dixon, M.D. (2009). *Effects of streamflow patterns on riparian vegetation of a semiarid river: implications for a changing climate*. *River Res. Appl.* <https://doi.org/10.1002/rra.1272> (n/a-n/a).
- Suárez, A., Williams-Linera, G., Trejo, C., Valdez-Hernández, J. I., Cetina-Alcalá, V. M., Vibrans, H. (2012). *Local knowledge helps select species for forest restoration in a tropical dry forest of central Veracruz, Mexico*. *Agroforest Syst* 85, 35–55 <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9437-9>.
- Sunohara, M.D., Topp, E., Wilkes, G., Gottschall, N., Neumann, N., Jones, T.H. (2012). *Impact of riparian zone protection from cattle on nutrient, bacteria, F-5 coliphage, Cryptosporidium and Giardia loading of an intermittent stream*. *J. Environ. Qual.* 41, 1301–1314.
- Tang, R. & M.C. Gavin. (2016). *A classification of threats to traditional ecological knowledge and conservation responses*. *Conservation and Society* 14: 57–70. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.182799>.

- Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P., Spierenburg, M. (2014). *Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: The multiple evidence base approach*. *Ambio* 43: 579–591. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0501-3>.
- Tengö, M., Hill, R., Malmer, P., Raymond, C. M., Spierenburg, M., Danielsen, F., Elmqvist, T., Folke, C. (2017). *Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond-lessons learned for sustainability*. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27:17-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.005>
- Thompson, I. D., Guariguata, M. R., Okabe, K., C., Nasi, R., Heymell, V., Sabogal, C. (2013). *An Bahamondez, operational framework for defining and monitoring forest degradation*. *Ecology and Society*, 18(2), 1-23. Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss2/art20/>
- Thoms, M. C., Parsons, M. E. & Foster, J. M. (2007). *The use of multivariate statistics to elucidate patterns of floodplain sedimentation at different spatial scales*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32(5), 672-686. doi:10.1002/esp.1440
- Tockner, K., Pusch, M., Borchardt, D., & Lorang, M.S. (2010). *Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems*. *Freshw. Biol.* 55 (Suppl. 1), 135–151.
- Toledo, A. (2003a). *Ríos, costas, mares*, México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Colegio de Michoacán.
- Toledo, A. (2003b). *Hacia un diagnóstico socioeconómico y ambiental del delta del Río Balsas*. En G. Alcalá (coord.), *Espacios y Actividades costeras en Michoacán: Aproximaciones varias* (pp. 71-99). México: Colegio de México, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada y el Colegio de Michoacán.
- Toledo, A. (2006). *Agua, hombre y paisaje*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Trejo, I. (1999). *El clima de la selva baja caducifolia en México*. *Investigaciones Geográficas* 39, 40-52.

- Trejo, I. & Dirzo, R. (2002). *Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests*. Biodiversity and Conservation 11:2063-2084.
- UNESCO (2020). *Ecohidrología: creación de armonía para un mundo sustentable*. Fecha de acceso 29/06/2020. Recuperado de: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/ecohidrologia>
- UnWater (2018). *Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018. París, UNESCO.
- Urquijo, P. (2008). *Paisaje, territorio y paisaje ritual: la Huasteca potosina. Estudio de geografía histórica* (tesis de Maestría en Historia de México). Morelia: Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- Urquijo, P. S. y Barrera, N. (2009). *Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista*. Andamios. Revista de Investigación Social [en línea]: [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62811391009>>ISSN 1870-0063
- Van Looy, K. & Piffady, J. (2017). *Metapopulation modelling of riparian tree species persistence in river networks under climate change*. J. Environ. Manag. 202, 437-446. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.019>.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., Cushing, C. E. (1980). *The river continuum concept*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37:130-137.
- Velázquez Hernández, E. (2019). *Del acceso comunal a la tierra a la certificación parcelaria: cambios en la gobernanza agraria*. LiminaR Estudios Sociales Y Humanísticos, 17(2), 85-97. <https://doi.org/10.29043/liminar.v17i2.675>
- Velázquez, A., Mas, J. F., Díaz Gallegos, J. R., Mayorga Saucedo, R.; Alcántara, P. C. y Castro, R. (2002). *Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México*. Gaceta Ecológica 62: pp. 21-37 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Distrito Federal, México.

- Verry, E. S., Dolloff, C. A. & Manning, M. E. (2004). *Riparian ecotone: A functional definition and delineation for resource assessment*. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus*, 4(1), 67-94. doi:10.1023/b:wafo.0000012825.77300.08
- Vilaboa, A. J., Díaz, R. P., Ruiz, O. R., Platas, D. E, González, M., Juárez F. L. (2009). *Socioeconomical and technological characterization of agroecosystems with dualpurpose cattle in the Papaloapan region, Veracruz, Mexico*. *Trop. Subtrop. Agroecosys*. 10: 53-62.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G. D., Pritchard, R. (2002). *Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach*. *Conservation Ecology* 6(1): 14. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>
- Ward, J. V. (1998). *Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation*. *Biological Conservation*, 83(3), 269–278. Doi: 10.1016/s0006 3207(97)00083-9
- Ward, J. V., Tockner, K., Arscott, D. B., Claret, C. (2002). *Riverine landscape diversity*. *Freshwater Biology* 47:517–539
- Wilcox, B. P. (2010). *Transformative ecosystem change and ecohydrology: ushering in a new era for watershed management*. *Ecohydrology*, n/a-n/a. doi:10.1002/eco.104
- Wissmar, R. C., Beschta, R. R. (1998). *Restoration and management of riparian ecosystems: A catchment perspective*. *Freshwater Biology* 40:571-585.
- Withanage N.S., Dayawansa N.D.K. & De Silva R.P. (2014) *Morphometric analysis of the Gal Oya river Basin using spatial data derived from GIS*. *Trop Agric Res* 26(1):175-188
- Woodley, S., Kay, J. & Francis, G. (1993). *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems*. St. Lucie Press, Boca Raton, FL.

Woodward, B. D., Evangelista, P. H., Young, N. E., Vorster, A. G., West, A. M., Carroll, S. L., Girma, R. K., Zink-Hatcher, E., Anderson, R., Vahsen, M. L., Vashisht, A., Mayer, T., Carver, D., Jarnevich, C. (2018). *CO-RIP: A Riparian Vegetation and Corridor Extent Dataset for Colorado River Basin Streams and Rivers*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(10), 397. Doi: 10.3390/ijgi7100397.

Wyant, J.G. & Ellis, E.J. (1990). *Compositional patterns of riparian woodlands in the Rift Valley of northern Kenya*. *Vegetation* 89:23-37.

Zomer, R. J., Ustin S. L., Carpenter, C. C. (2001). *Land Cover Change Along Tropical and Subtropical Riparian Corridors Within the Makalu Barun National Park and Conservation Area, Nepal*, *Mountain Research and Development* 21(2), 175-183, [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2001\)021\[0175:LCCATA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2001)021[0175:LCCATA]2.0.CO;2)

Referencias cartográficas:

CONABIO. (1998). *Climas (Clasificación de Koppen, modificado por García)*. Escala 1:1,000,000. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1974. Fotografías aéreas. Escala 1:20,000.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1996. Orto-fotografías digitales. Escala 1:75,000.

Ortiz-Pérez, M. A. (2005) *Cartografía Geomorfológica escala 1:250,000*. Shape file proporcionado por el M.C. Antonio Navarrete.

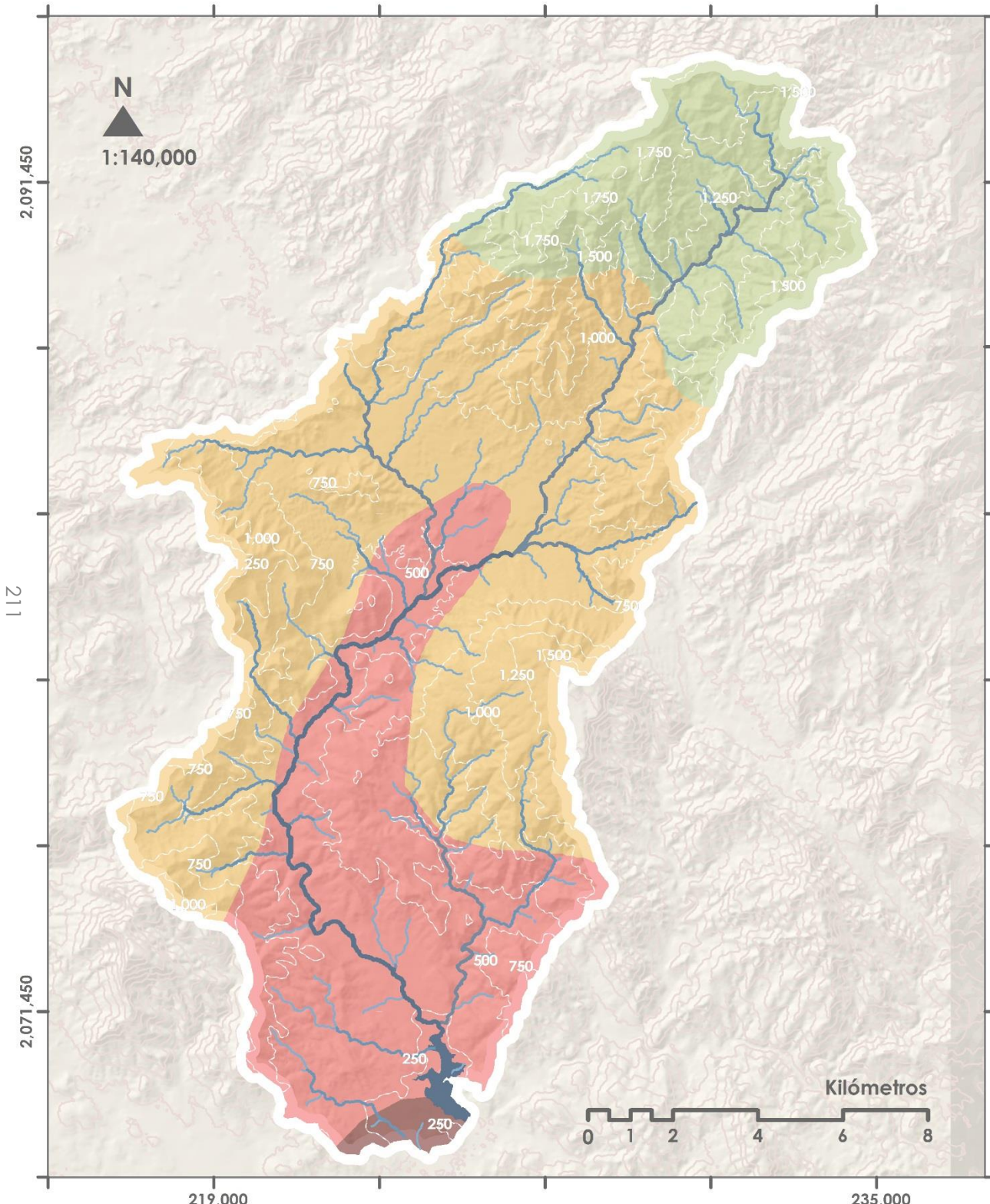
Anexo A. Área de estudio: Cuenca Arroyo Poturo

Se despliegan los mapas con capas de información geográfica correspondientes al:

- i. Clima regional
- ii. Parámetros del relieve
- iii. Parámetros de la red hidrográfica
- iv. Cubierta y usos del suelo
- v. Territorio y población
- vi. Diseño de muestreo: selección de localidades

Mapa i

Cuenca Arroyo Poturo Subtipos climáticos



Legenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel cada 250 m
- Curvas de nivel cada 20 m
- (A)C(w1): subhúmedo
- Aw0: cálido subhúmedo
- BS1(h')w: semiárido cálido
- BS0(h')w: árido cálido
- Modelo sombreado del terreno

Red de drenaje

- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presa El Cueramal

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) Clasificación de Köppen, modificado por García en 1998; 1:1,000,000 (CONABIO)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona____14 N
Unidades_metros
Datum_WGS 1984
Fecha_julio 2020

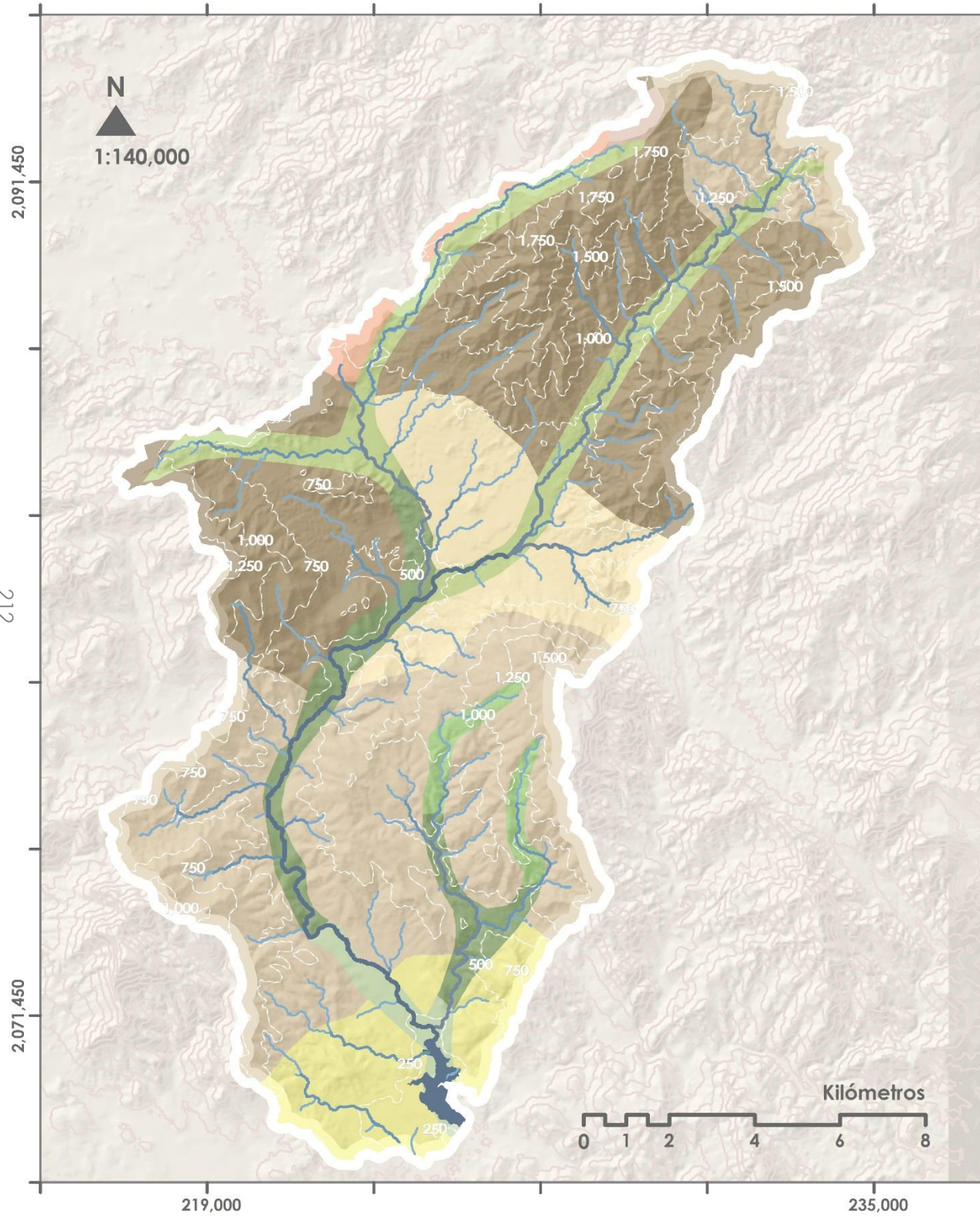
Elaboración,
diseño y edición

Carina Grajales
Veerkamp



Mapa ii

Cuenca Arroyo Poturo Parámetros del relieve



Legenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel cada 250 m
- Curvas de nivel cada 20 m
- Modelo sombreado del terreno

Red de drenaje

- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presa El Cueramal

Geoformas

- Edificio volcánico Pleistocénico
- Elevaciones bajas y/o lomeríos en bloque
- Flujo de lava (Malpais)
- Ladera modelada
- Montaña bloque
- Premontaña
- Valle aluvial con procesos de acumulación
- Valle de montaña con intensa erosión
- Valle estructural y de contacto litológico
- Valle intermontano con moderada erosión remontante

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000 (INEGI)
- (ii) Clasificación tipológica de unidades geomorfológicas del territorio mexicano 1:250,000 (Mario Arturo Ortiz Pérez, 2005)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_____14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

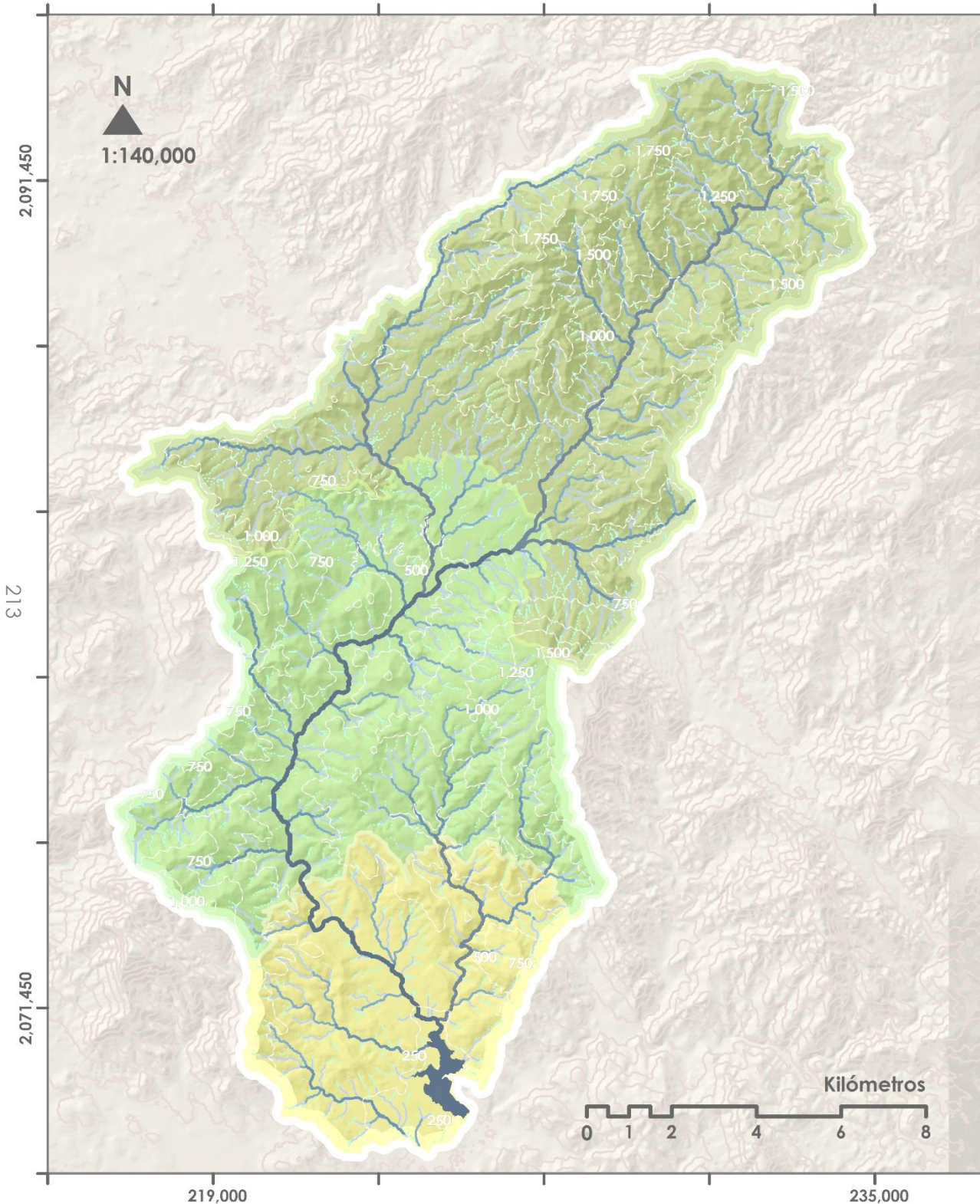
Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp



Mapa iii

Cuenca Arroyo Poturo Parámetros de la red hidrográfica



Leyenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel cada 250 m
- Curvas de nivel cada 20 m
- Sector alto: zona de captación y erosión
- Sector medio: zona de transporte
- Sector bajo: zona de acumulación o deposición
- Modelo sombreado del terreno

Red de drenaje

- 1° orden
- 2° orden
- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presa El Cueramal

Fuentes cartográficas:

(i) Topografía, datos digitales 1:50,000 (INEGI)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_____14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

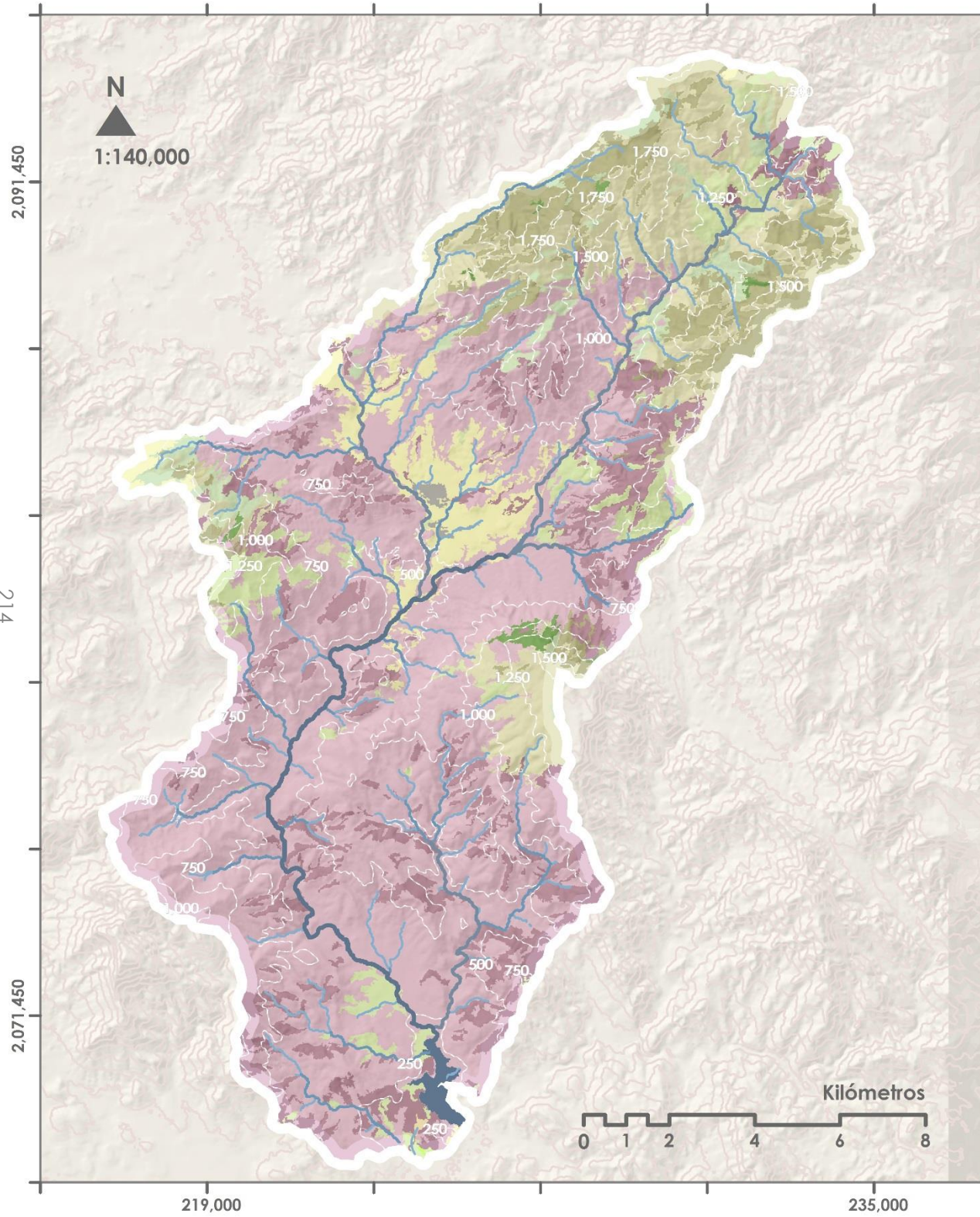
Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp



Mapa iv

Cuenca Arroyo Poturo Cubierta y usos del suelo



Legenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel cada 250 m
- Curvas de nivel cada 20 m
- Modelo sombreado del terreno

Red de drenaje

- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presa El Cueramal

Cubiertas vegetales

- Bosque Pino encino vegetación primaria
- Bosque Pino encino vegetación secundaria
- Bosque de encino vegetación primaria arbórea
- Bosque de encino vegetación secundaria herbácea
- Selva baja caducifolia vegetación primaria
- Selva baja caducifolia vegetación secundaria

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Cultivo perenne
- Pastizal inducido pastizal cultivado

Otras cubiertas

- Cuerpos de agua

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán; 1:50,000 (Mas et al., 2016)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS 1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:
Carina Grajales
Veerkamp



Mapa v

Cuenca Arroyo Poturo Territorio y población

Legenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel (20 m)
- Modelo sombreado del terreno

Sector

- Alto
- Medio
- Bajo

Red de drenaje

- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presas
- El Cueramal

Localidades

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1. Barranca del Perro | 8. El Olvido | 15. La Cañada del Huaricho |
| 2. El Sesteo | 9. Los Guajes | 16. Arroyo de San Rafael |
| 3. La Tocusera | 10. Poturo | 17. Los Póporos |
| 4. Ojo de Agua de Poturo | 11. El Atascadero | 18. La Higuera |
| 5. Potretillos | 12. Las Juntas de Poturo | 19. La Candelaria |
| 6. El Ranchito | 13. Santa Rosa | |
| 7. El Gavilán | 14. El Puerto del Jazmín | |

Ejidos

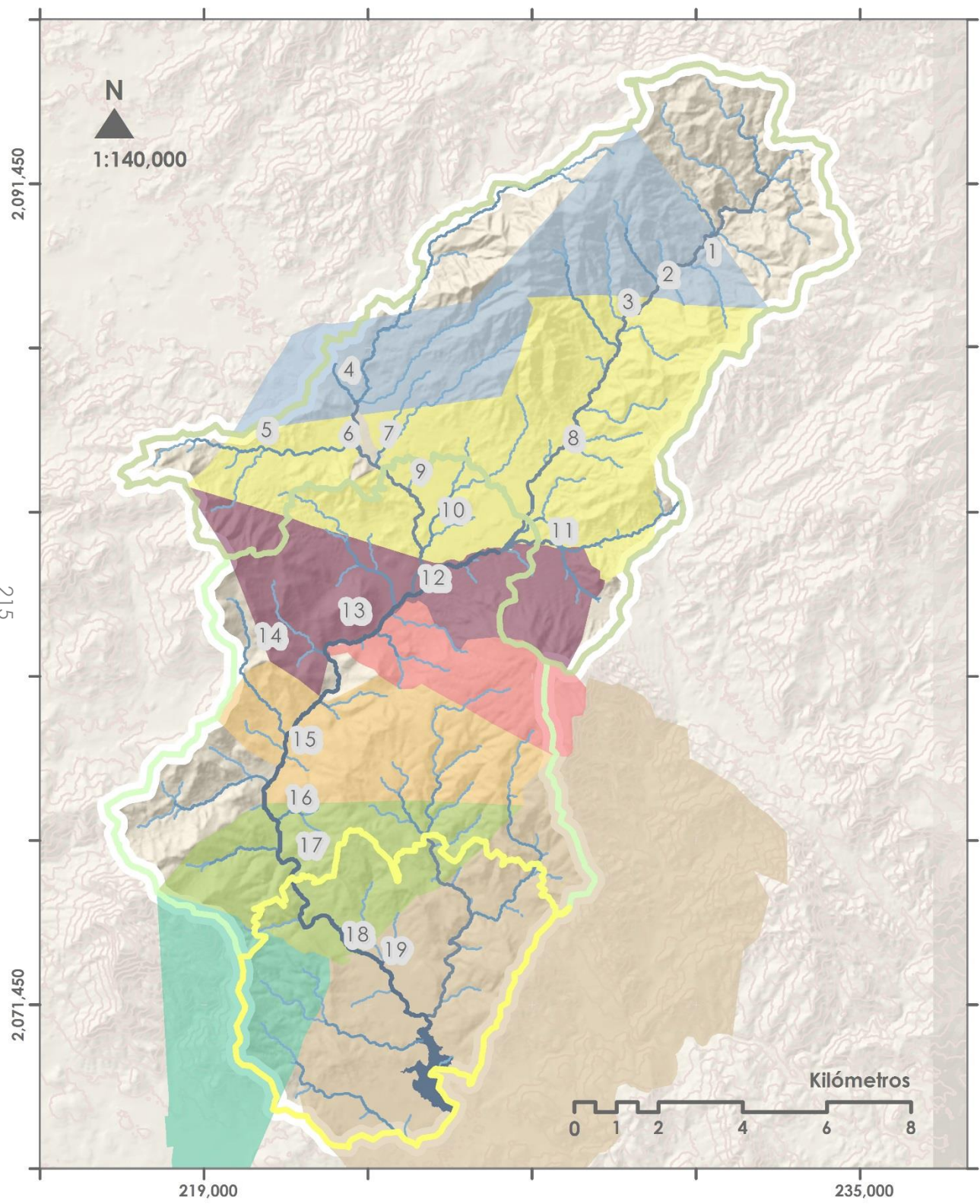
- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| Ojo de Agua de Poturo | El Huaricho |
| Poturo | La Higuera y su anexo El Paseo |
| Las Juntas de Poturo | Llano de Agua |
| Santa Rosa | Las Pilas |

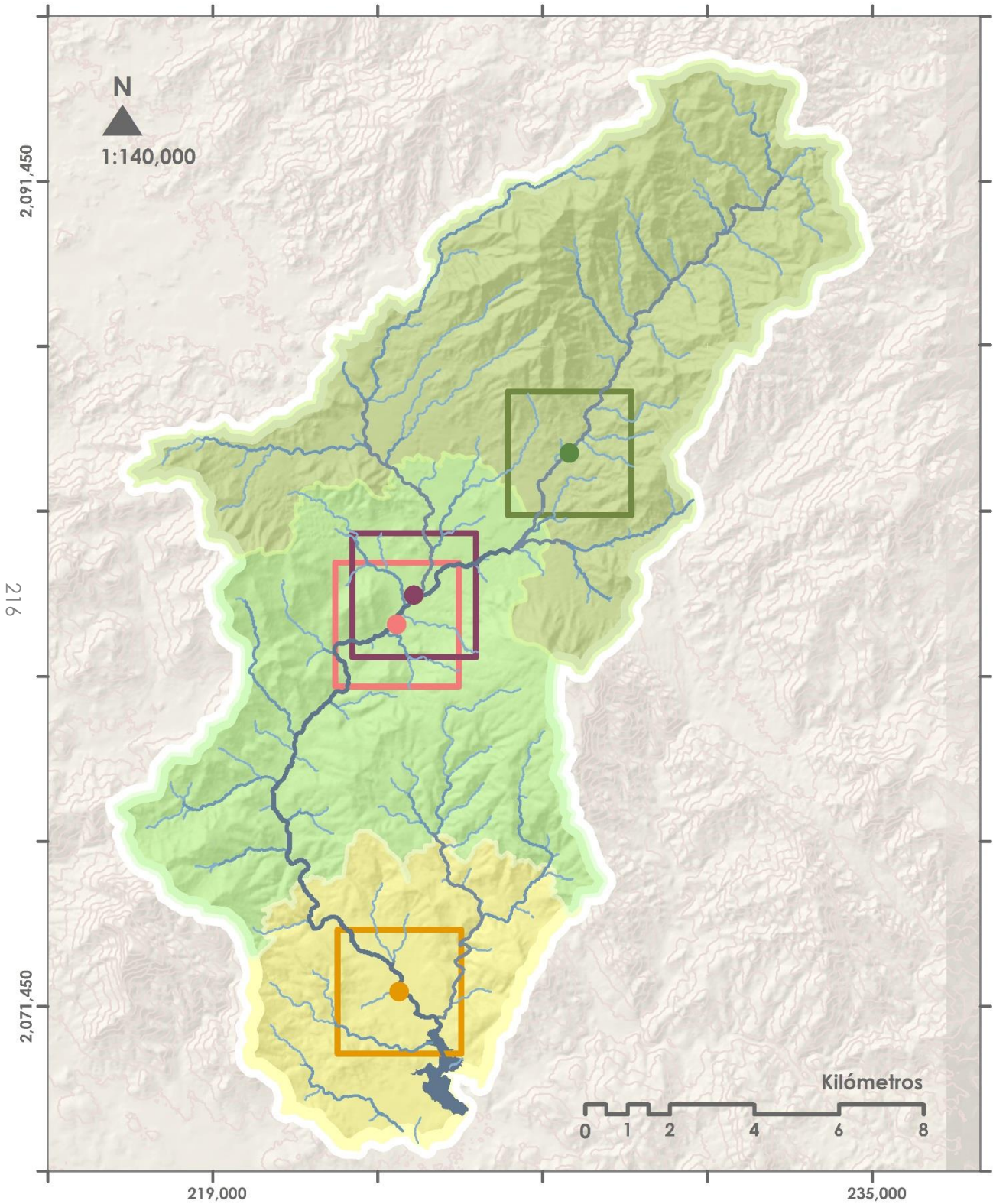
Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán; 1:50,000 (Mas et al., 2016)

Especificaciones cartográficas:

- Proyección_UTM
- Zona_14 N
- Unidades_metros
- Datum_WGS 1984
- Fecha_julio 2020
- Elaboración, diseño y edición: Carina Grajales Veerkamp





Mapa vi

Cuenca Arroyo Poturo

Diseño de muestreo: selección de localidades

Legenda

- Cuenca Arroyo Poturo
- Curvas de nivel (20 m)
- Modelo sombreado del terreno

Sector

- Alto
- Medio
- Bajo

Red de drenaje

- 3° orden
- 4° orden
- 5° orden
- 6° orden
- Presa El Cueramal

Ventana

- Sector Alto-El Olvido
- Sector Medio-Las Juntas de Poturo
- Sector Medio-Santa Rosa
- Sector Bajo-La Candelaria

Centroide

- El Olvido
- Las Juntas de Poturo
- Santa Rosa
- La Candelaria

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán; 1:50,000 (Mas et al., 2016)

Especificaciones cartográficas:

- Proyección_UTM
- Zona____14 N
- Unidades_metros
- Datum_WGS 1984
- Fecha_julio 2020
- Elaboración, diseño y edición Carina Grajales Veerkamp



Anexo B. Análisis espacial por sectores

Se despliegan las digitalizaciones realizadas a escala 1:5,000 para cada una de las ventanas de los diferentes sectores -en orden descendente de acuerdo a ubicación geográfica, de Norte a Sur, y en orden cronológico, de la fecha más antigua a la más reciente-.

Después de las 3 digitalizaciones que corresponden a cada fecha de análisis para cada sector, se despliegan los mapas de cambio de cubierta, primero entre 1974-1996 y después para el periodo 1996-2011.

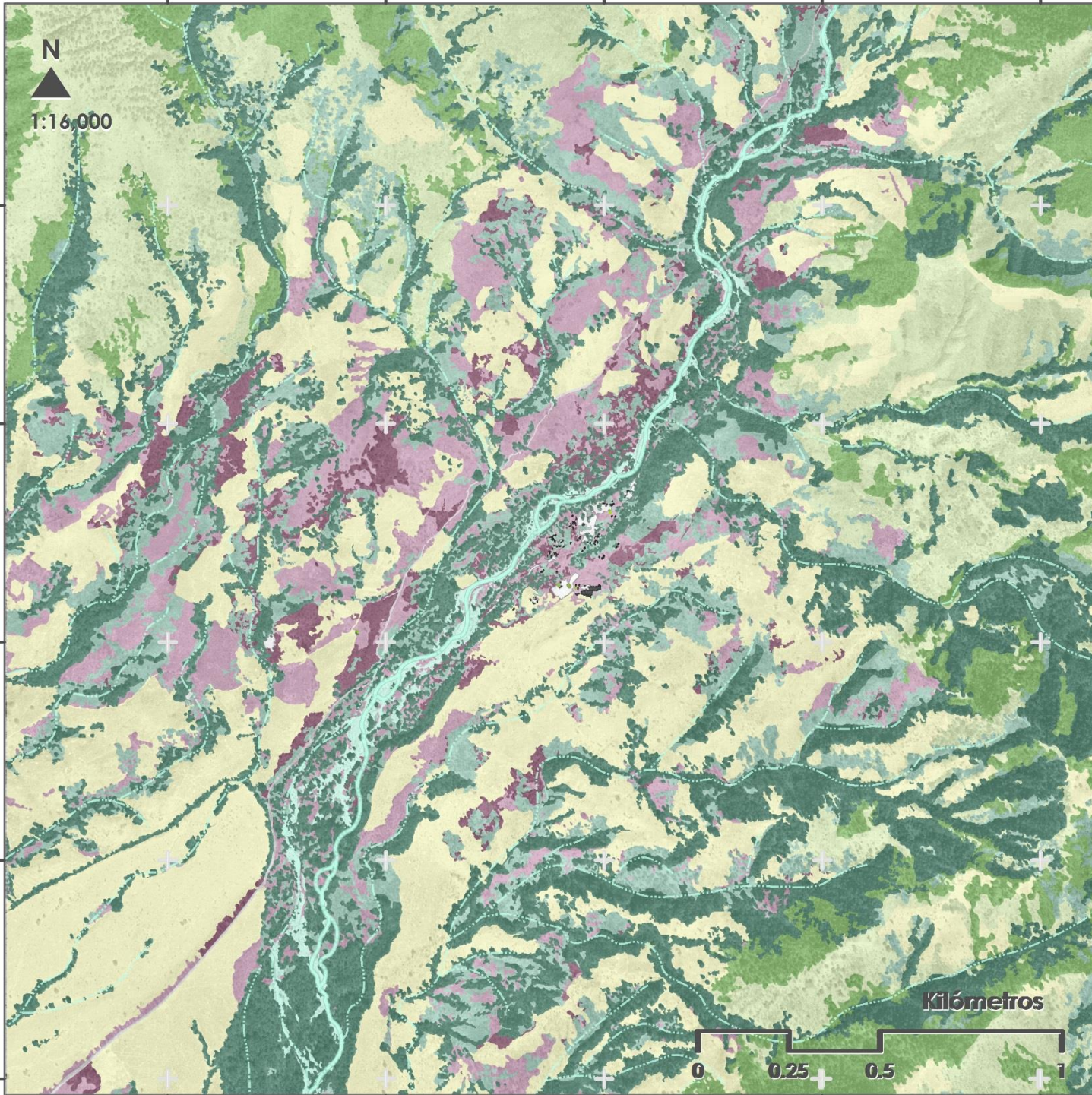
Posteriormente, se encuentran los concentrados de área de cada clase de cubierta, en cada fecha para cada ventana. Por último se presentan las matrices de cambio resumidas por porcentaje de superficie, obtenidas de la sobreposición de fechas.

226,600

N
1:16,000

2,085,800

218



Mapa vii Sector Alto-El Olvido

Cubierta del suelo 1974

Leyenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Fotografía aérea 1:20,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_____14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

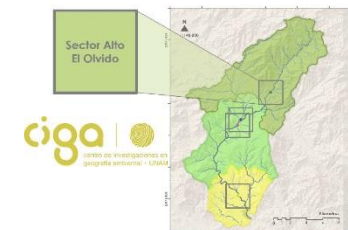
Carina Grajales
Veerkamp

Kilómetros



229,000

2,083,400

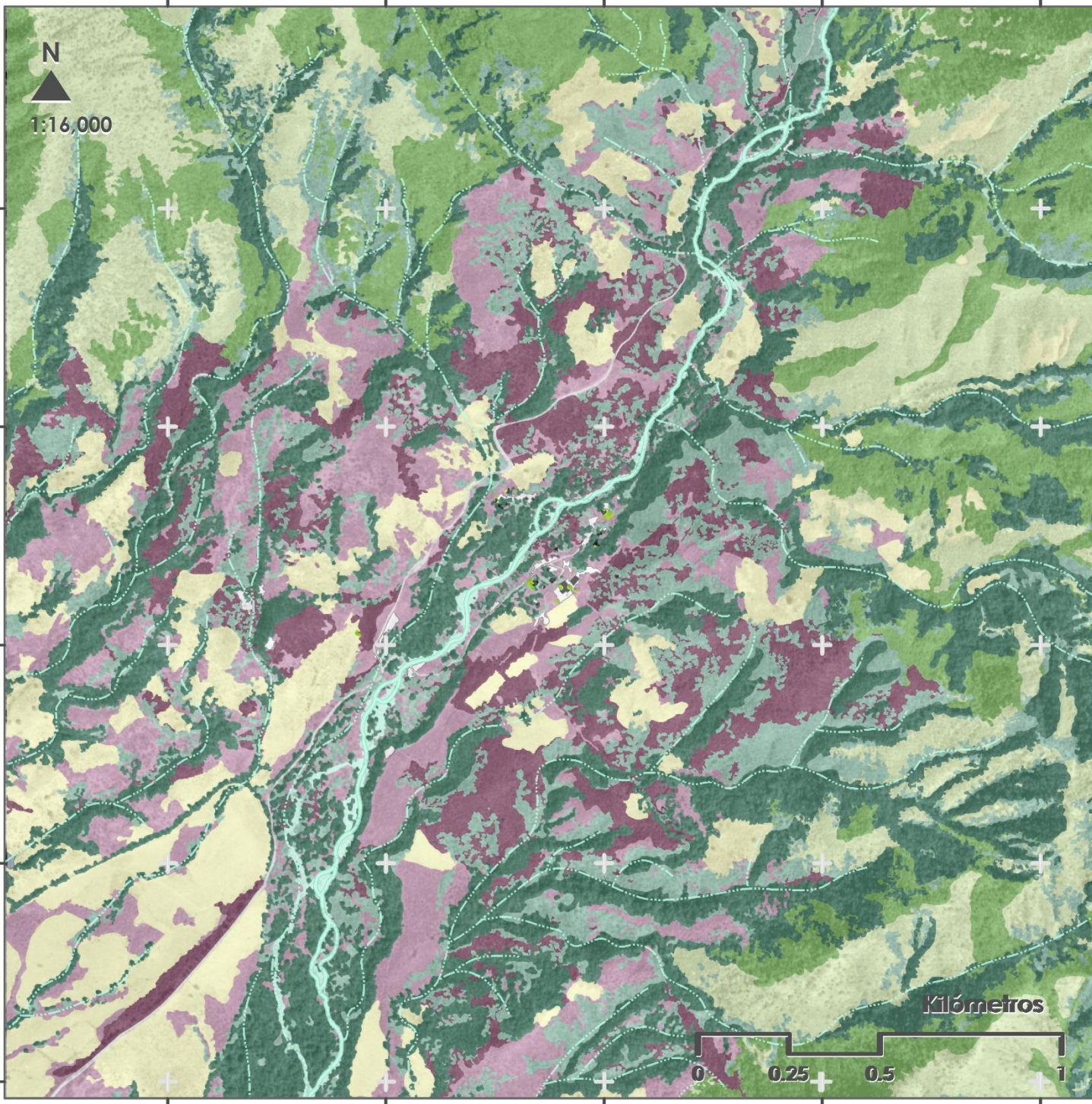


226,600



2,085,800

219



Mapa viii Sector Alto-El Olvido

Cubierta del suelo 1996

Leyenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- - - < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):
 (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
 (ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

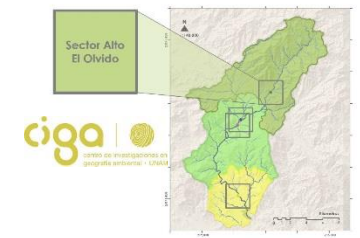
Proyección_UTM
 Zona_____14 N
 Unidades_metros
 Datum_WGS_1984
 Fecha_julio 2020

Elaboración,
 diseño y edición:
 Carina Grajales
 Veerkamp



229,000

2,083,400

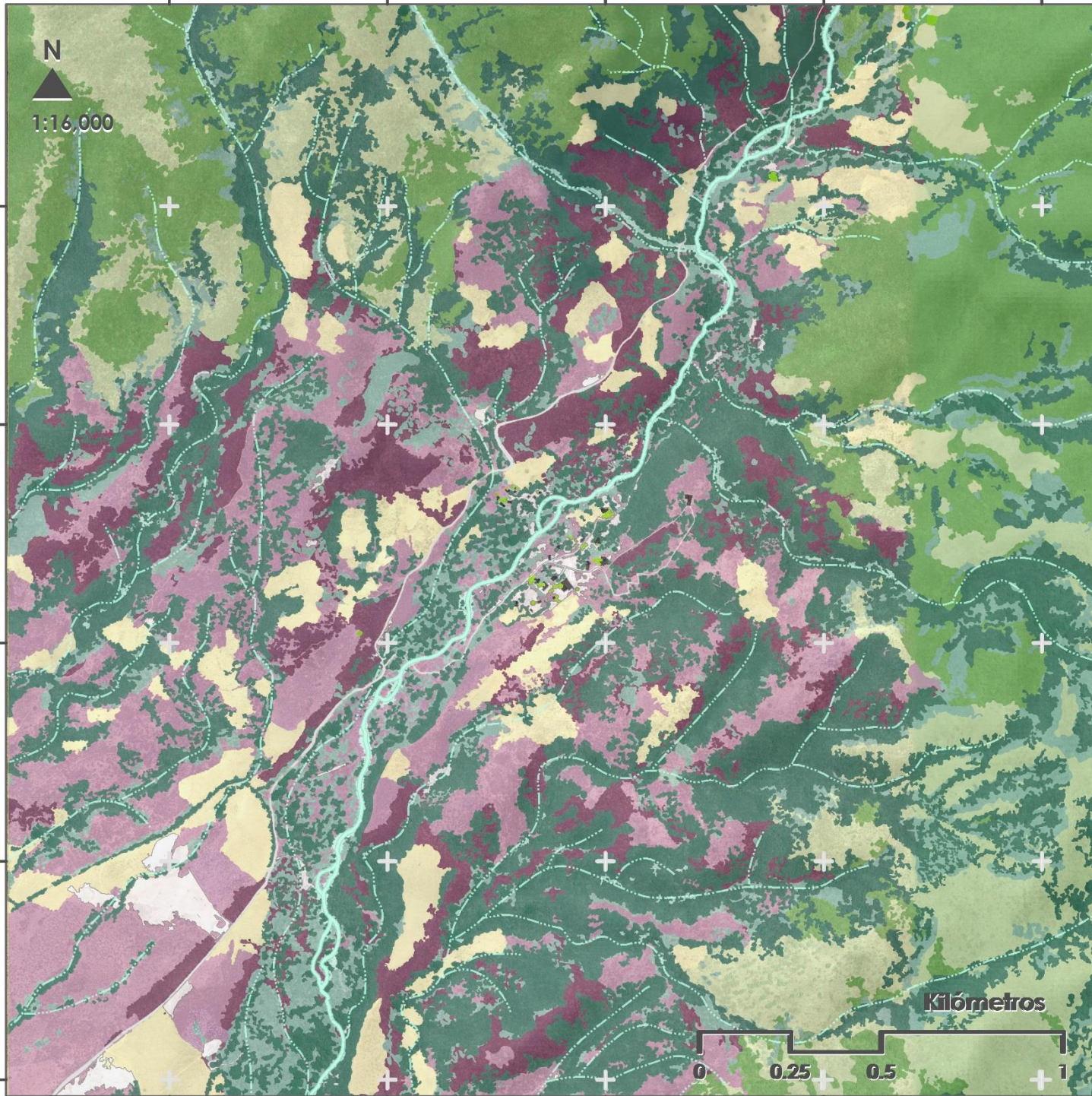


226,600

N
1:16,000

008,980'2

220



Kilómetros

0 0.25 0.5 1

229,000

Mapa ix Sector Alto-El Olvido

Cubierta del suelo 2011

Legenda:

- Cubiertas vegetales**
- Bosque de encino
 - Bosque de encino degradado
 - Bosque tropical caducifolio
 - Bosque tropical caducifolio degradado
 - Vegetación ribereña
 - Vegetación ribereña degradada
- Cubiertas antrópicas**
- Agricultura de riego
 - Agricultura de temporal
 - Asentamientos humanos
 - Camino
 - Huertos
- Otras cubiertas**
- Cauce activo
 - Suelo desnudo

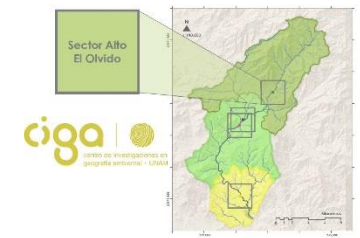
- Red de drenaje**
- 6° orden
 - < 6° orden

- Fuentes cartográficas:**
- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
 - (ii) World View "0"; 1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona 14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:
Carina Grajales
Veerkamp



2,083,400

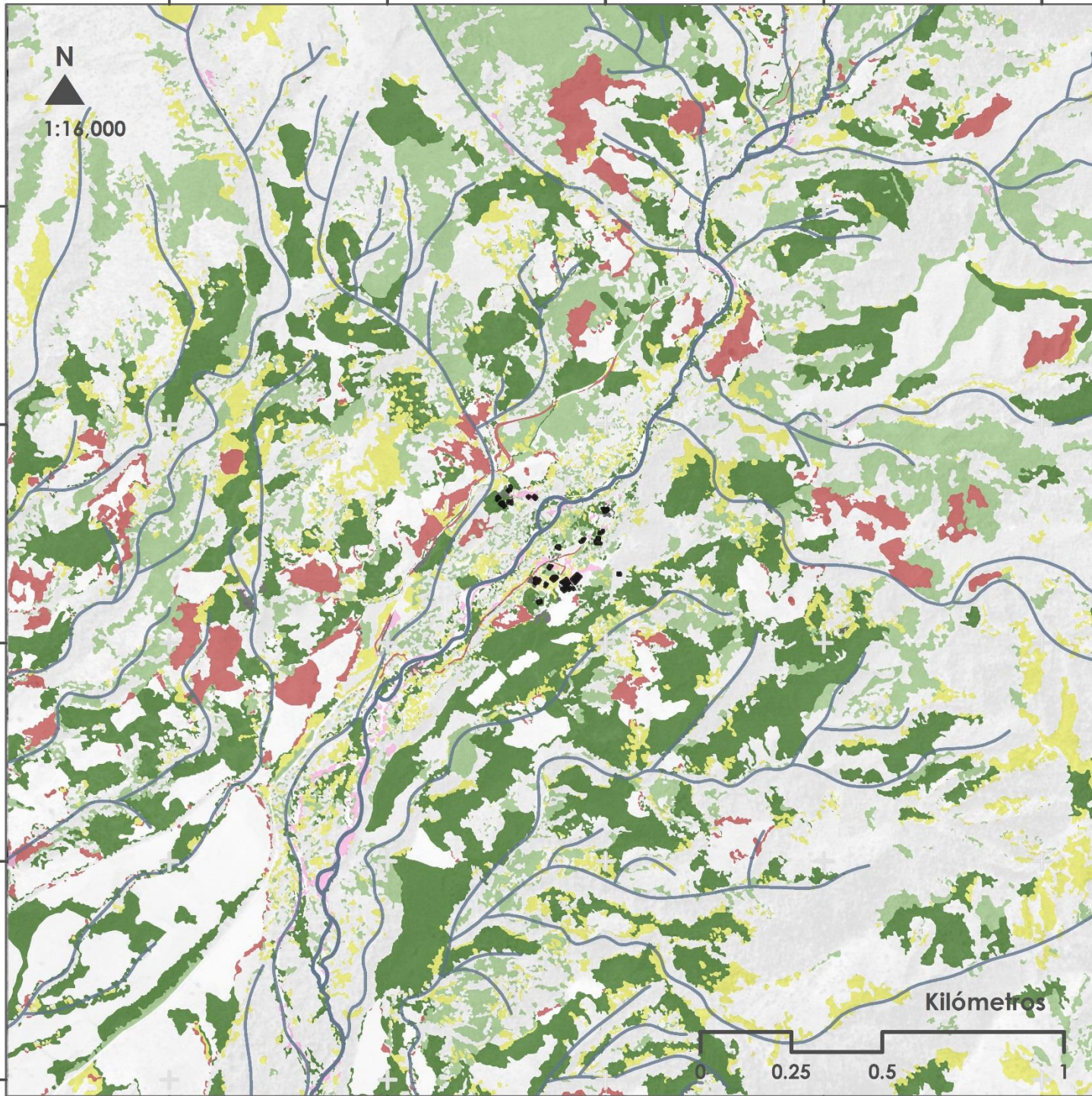
226,600

N

1:16,000

208,980

221



Mapa x Sector Alto-El Olvido

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1974-1996

Legenda:

- | | |
|---|---|
| Deforestación | Revegetación |
| Degradación | Sucesión |
| Pérdida | Otros |
| Permanencia | |

Signos convencionales:

- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática (INEGI):
(i) Topografía, datos digitales 1:50,000
(ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

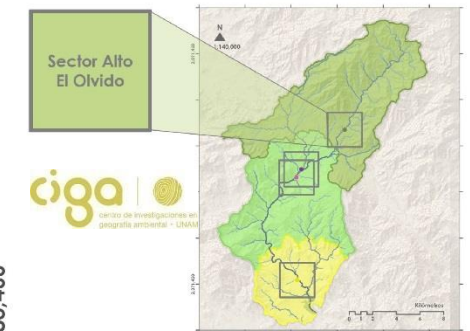
Proyección__UTM	Elaboración,
Zona____14 N	diseño y edición:
Unidades__metros	
Datum_WGS_1984	Carina Grajales
Fecha__julio 2020	Veerkamp

Kilómetros



2,083,400

229,000



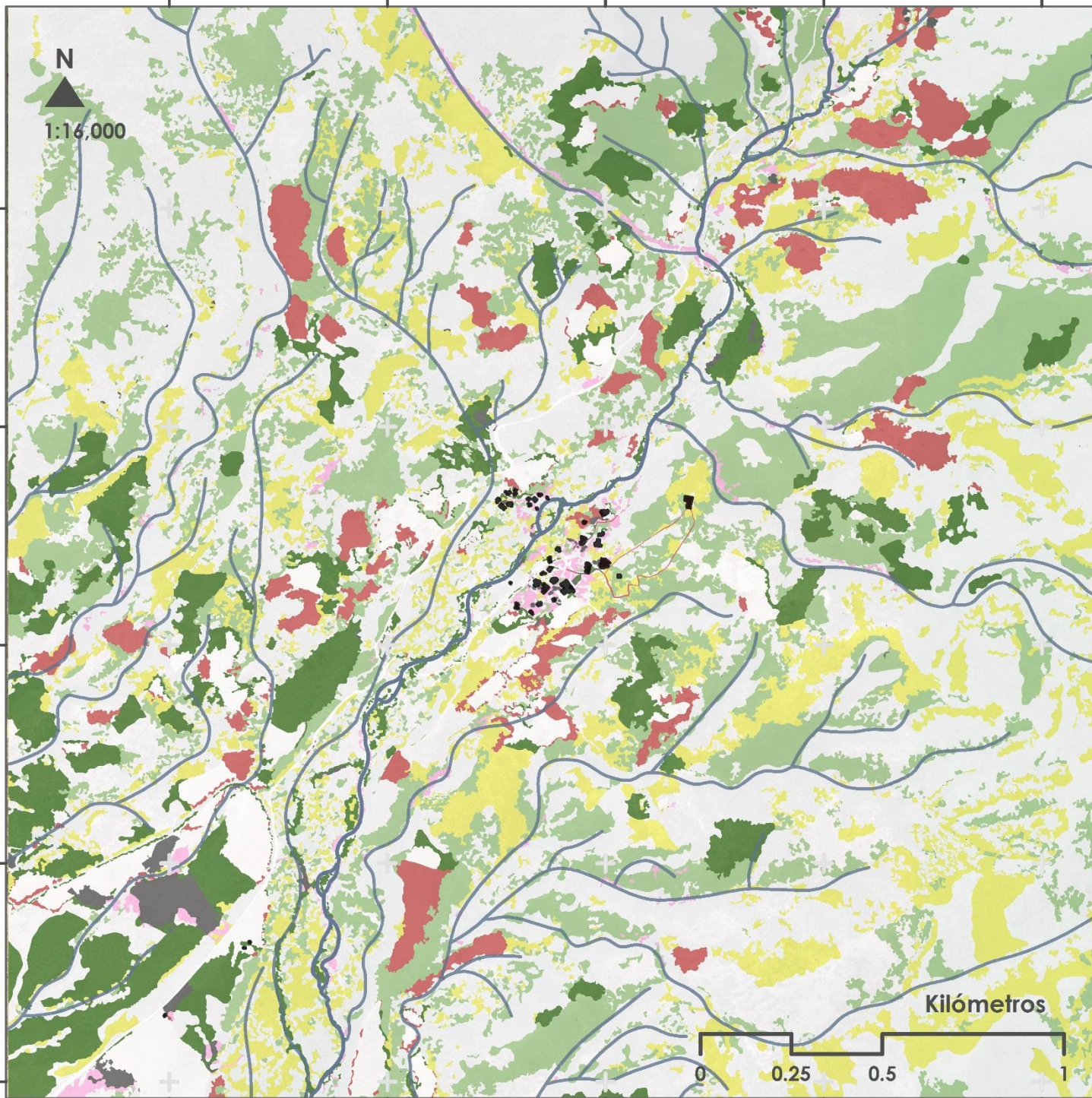
ciga |
 Centro de Investigaciones en
 Geografía Ambiental - UNAM

226,600

N
1:16,000

2,085,800

222



Mapa xi Sector Alto-El Olvido

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1996-2011

Legenda:

- | | |
|---|---|
| Deforestación | Revegetación |
| Degradación | Sucesión |
| Pérdida | Otros |
| Permanencia | |

Signos convencionales:

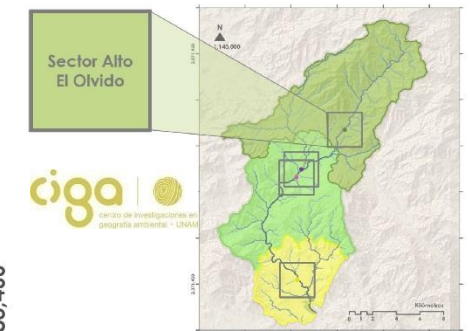
- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales
1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"
1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM	Elaboración,
Zona__14 N	diseño y edición:
Unidades__metros	
Datum_WGS_1984	Carina Grajales
Fecha__julio 2020	Veerkamp



229,000

2,083,400

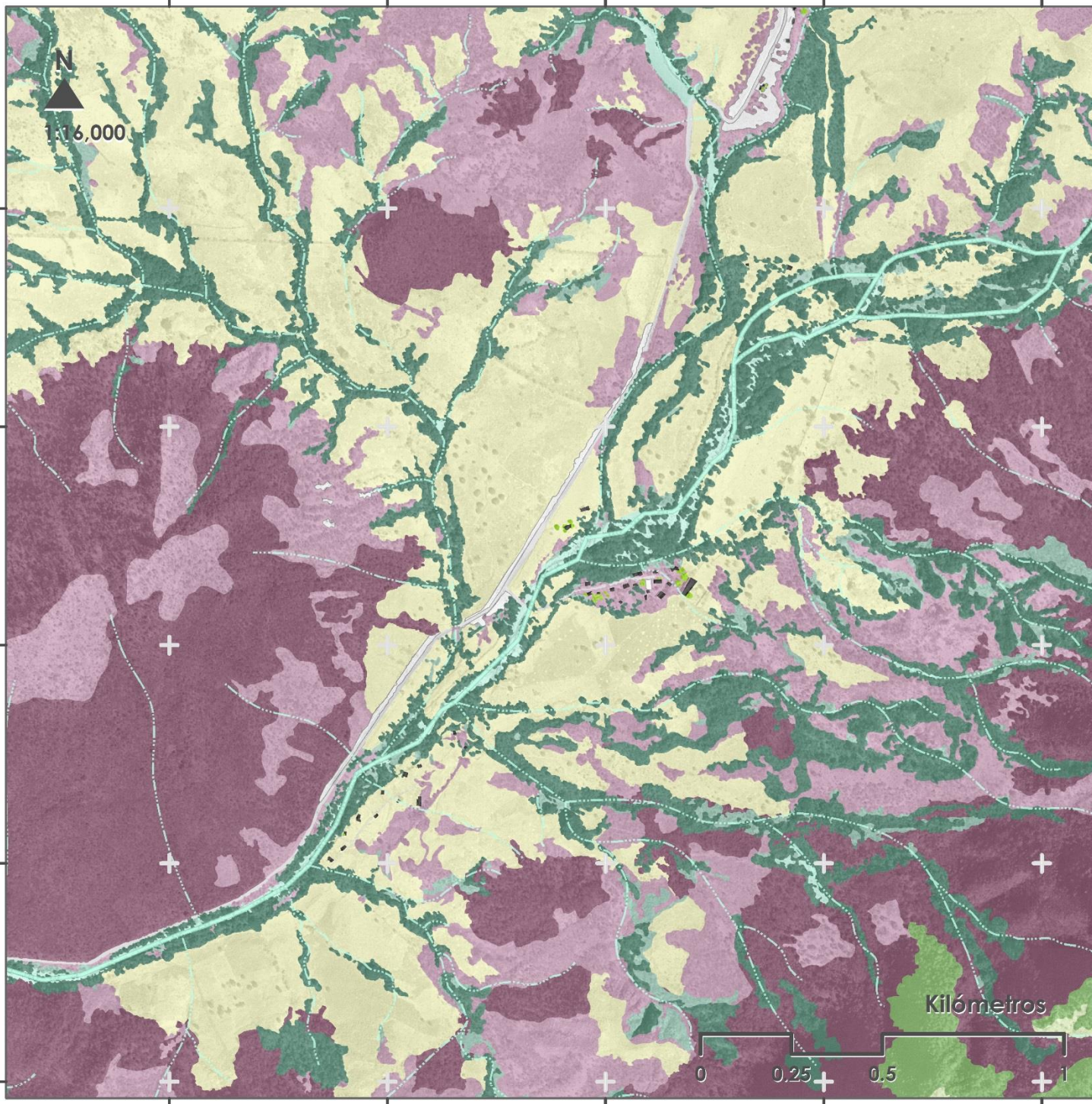
Kilómetros

0 0.25 0.5 1

222,850

2,082,350

223



Mapa xii Sector Medio Las Juntas de Poturo

Cubierta del suelo 1974

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Fotografía aérea 1:20,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp

Kilómetros

0 0,25 0,5 1

225,250

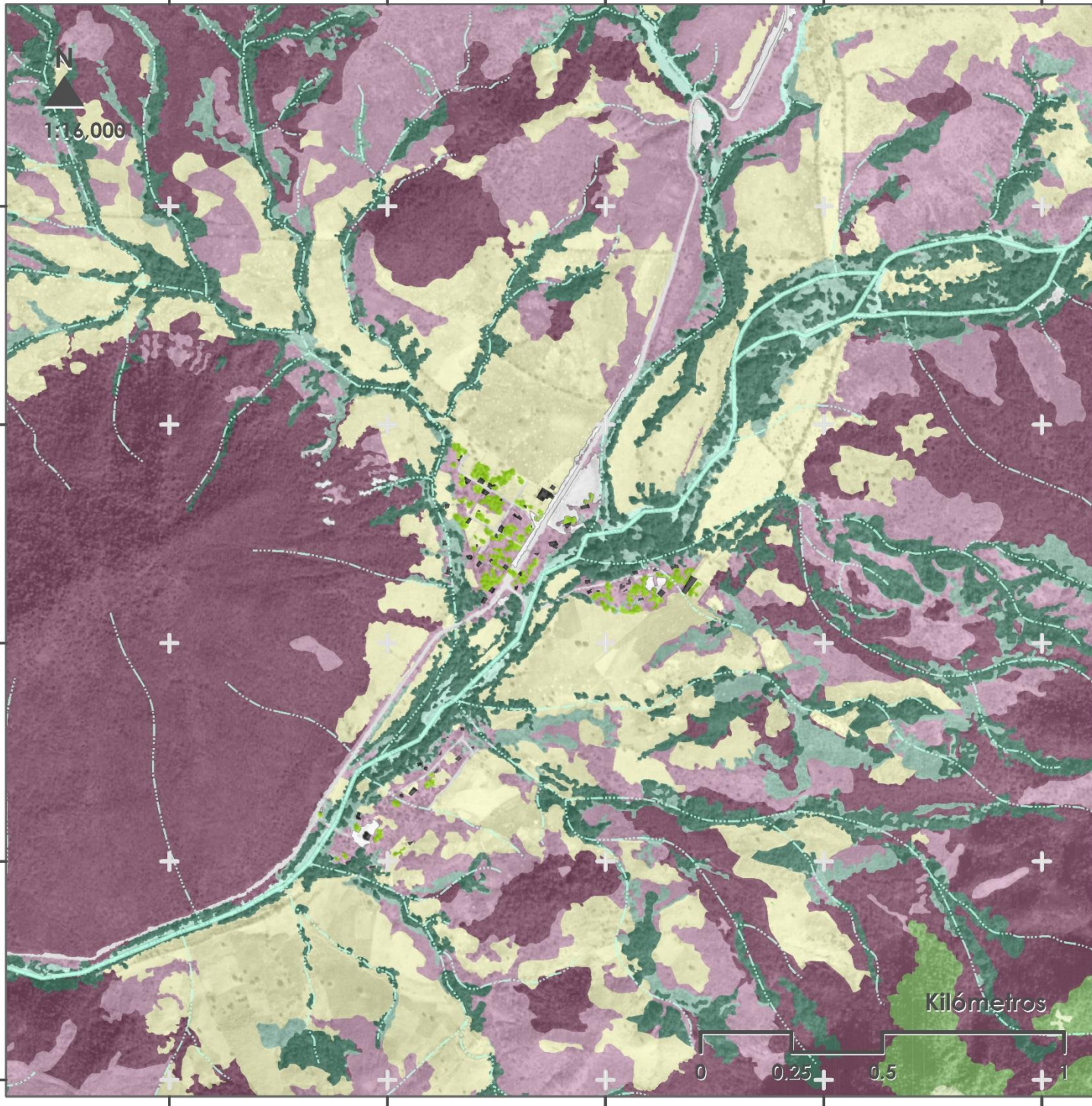
2,079,850



222,850

2,082,350

224



225,250

Mapa xiii Sector Medio Las Juntas de Poturo

Cubierta del suelo 1996

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp

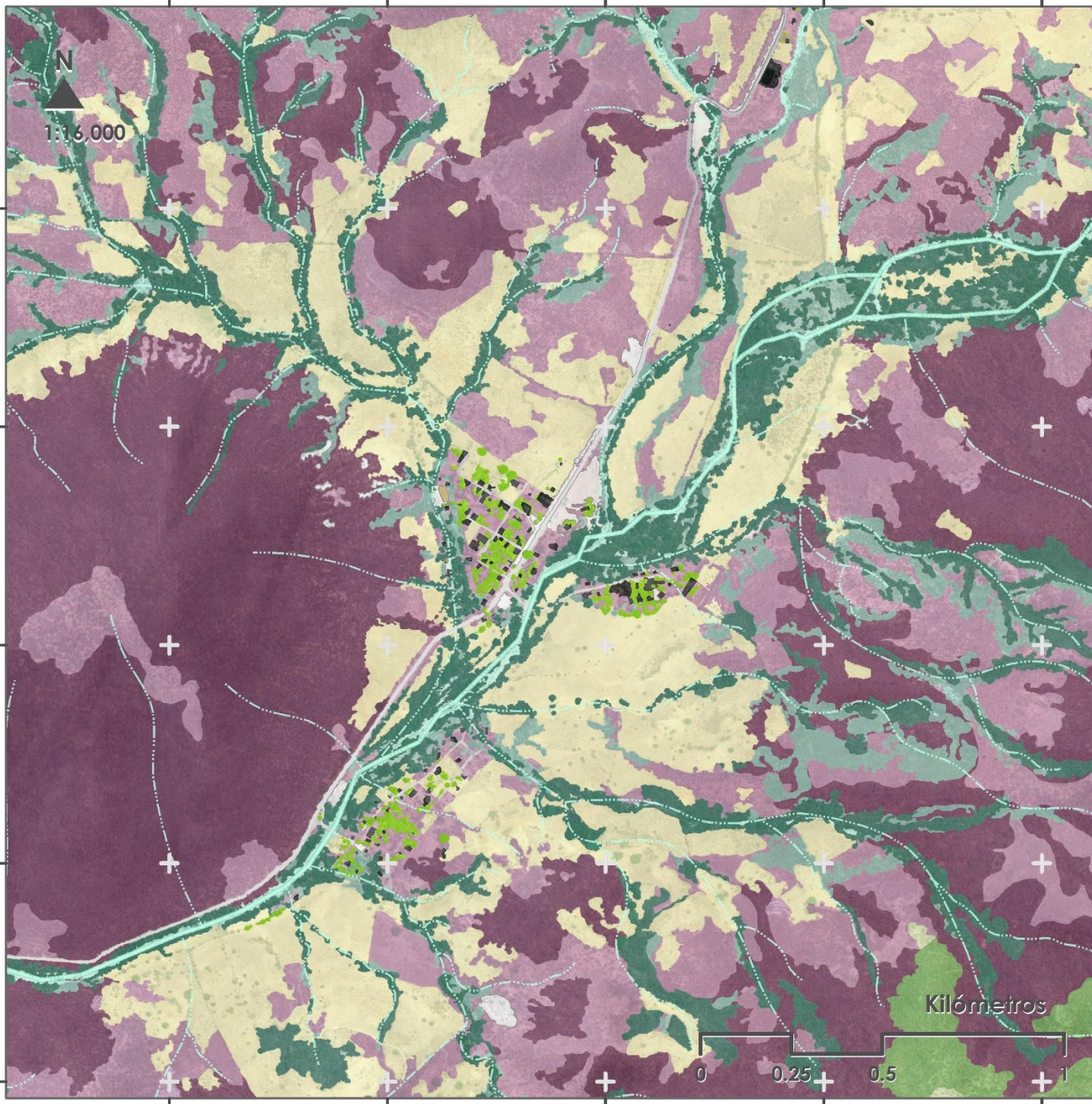


2,079,850

222,850

2,082,350

225



Mapa xiv Sector Medio Las Juntas de Poturo

Cubierta del suelo 2011

Leyenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

(i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)

(ii) World View "0"; 1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:
Carina Grajales
Veerkamp

Kilómetros

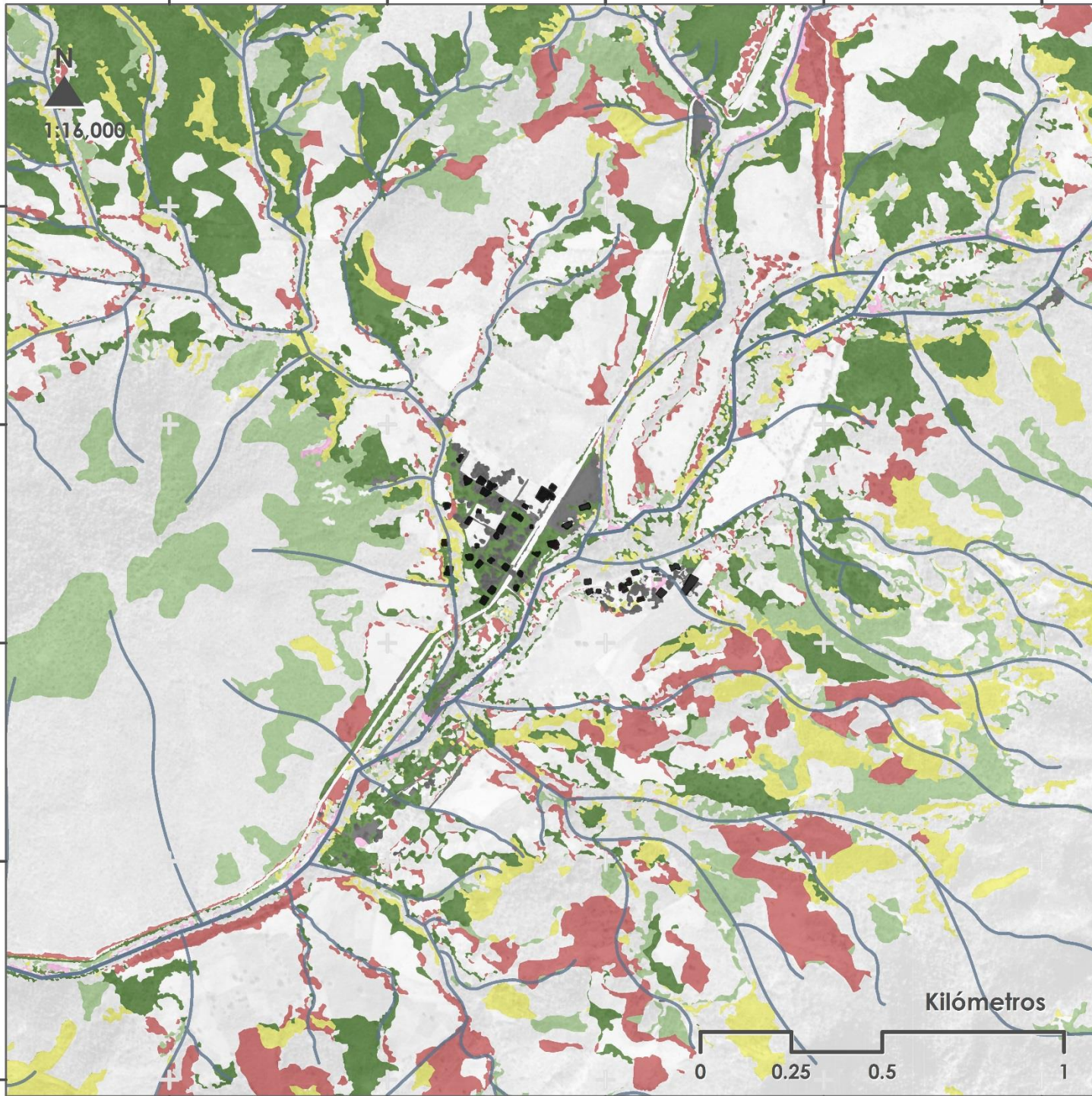
0 0.25 0.5 1

225,250

2,079,850



222,850



2,082,350

226

N
1:16,000

Mapa xv Sector Medio Las Juntas de Poturo

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1974-1996

Legenda:

- | | |
|---|---|
| Deforestación | Revegetación |
| Degradación | Sucesión |
| Pérdida | Otros |
| Permanencia | |

Signos convencionales:

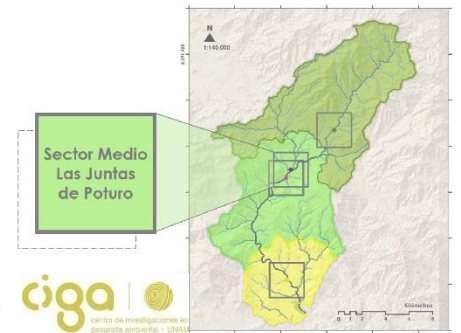
- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática (INEGI):
(i) Topografía, datos digitales 1:50,000
(ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM	Elaboración,
Zona____14 N	diseño y edición:
Unidades__metros	
Datum_WGS_1984	Carina Grajales
Fecha__julio 2020	Veerkamp



ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental - UNAM

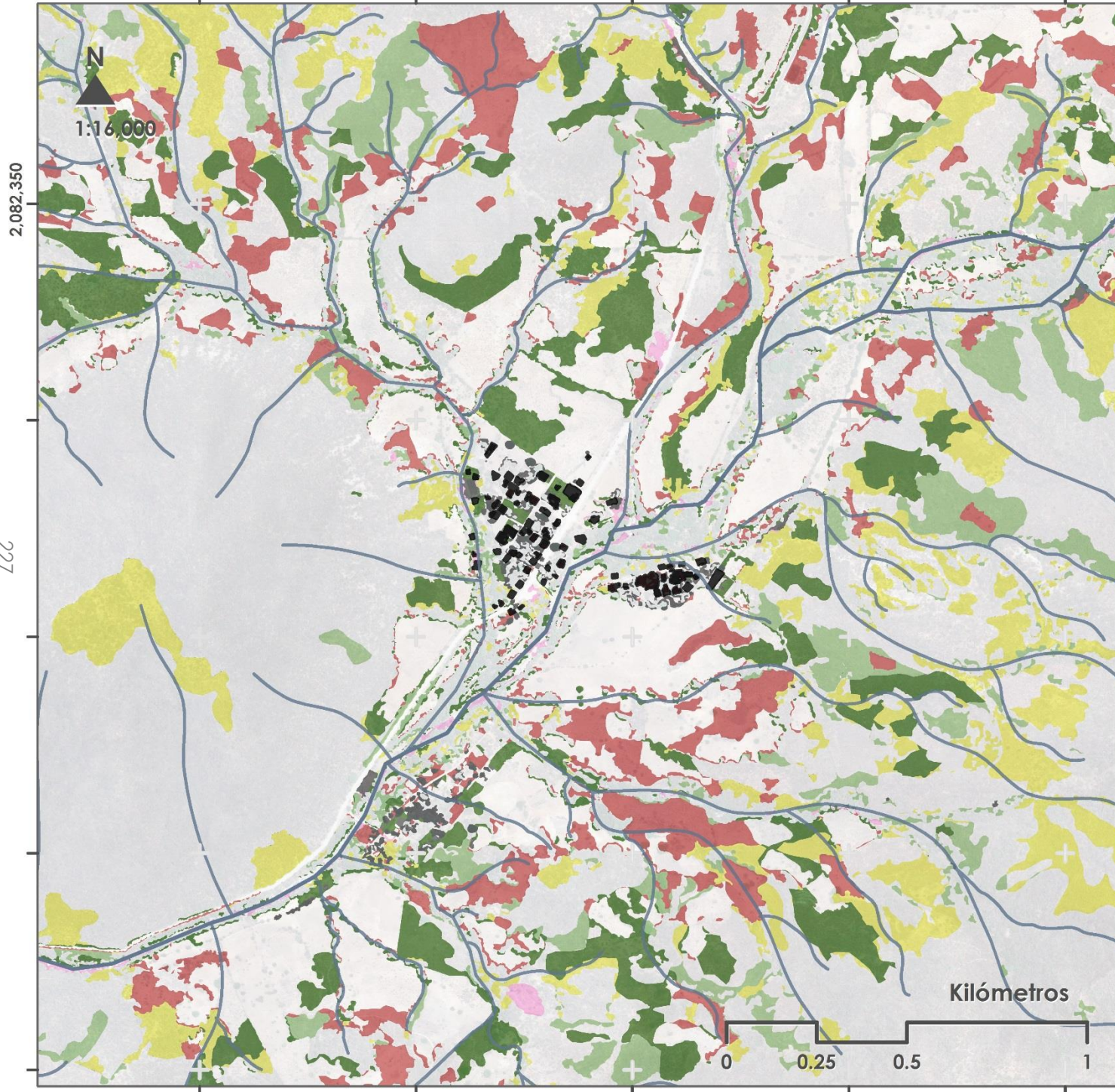
Kilómetros

0 0.25 0.5 1

225,250

2,079,850

222,850



2,082,350

227

Kilómetros

0 0.25 0.5 1

225,250

Mapa xvi Sector Medio Las Juntas de Poturo

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1996-2011

Legenda:

- Deforestación
- Degradación
- Pérdida
- Permanencia
- Revegetación
- Sucesión
- Otros

Signos convencionales:

- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

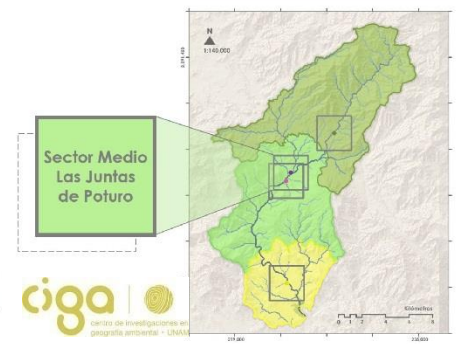
- (i) Topografía, datos digitales
1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"
1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM
Zona__14 N
Unidades__metros
Datum_WGS_1984
Fecha__julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp



ciga
centro de investigaciones en
geografía ambiental - UNAM

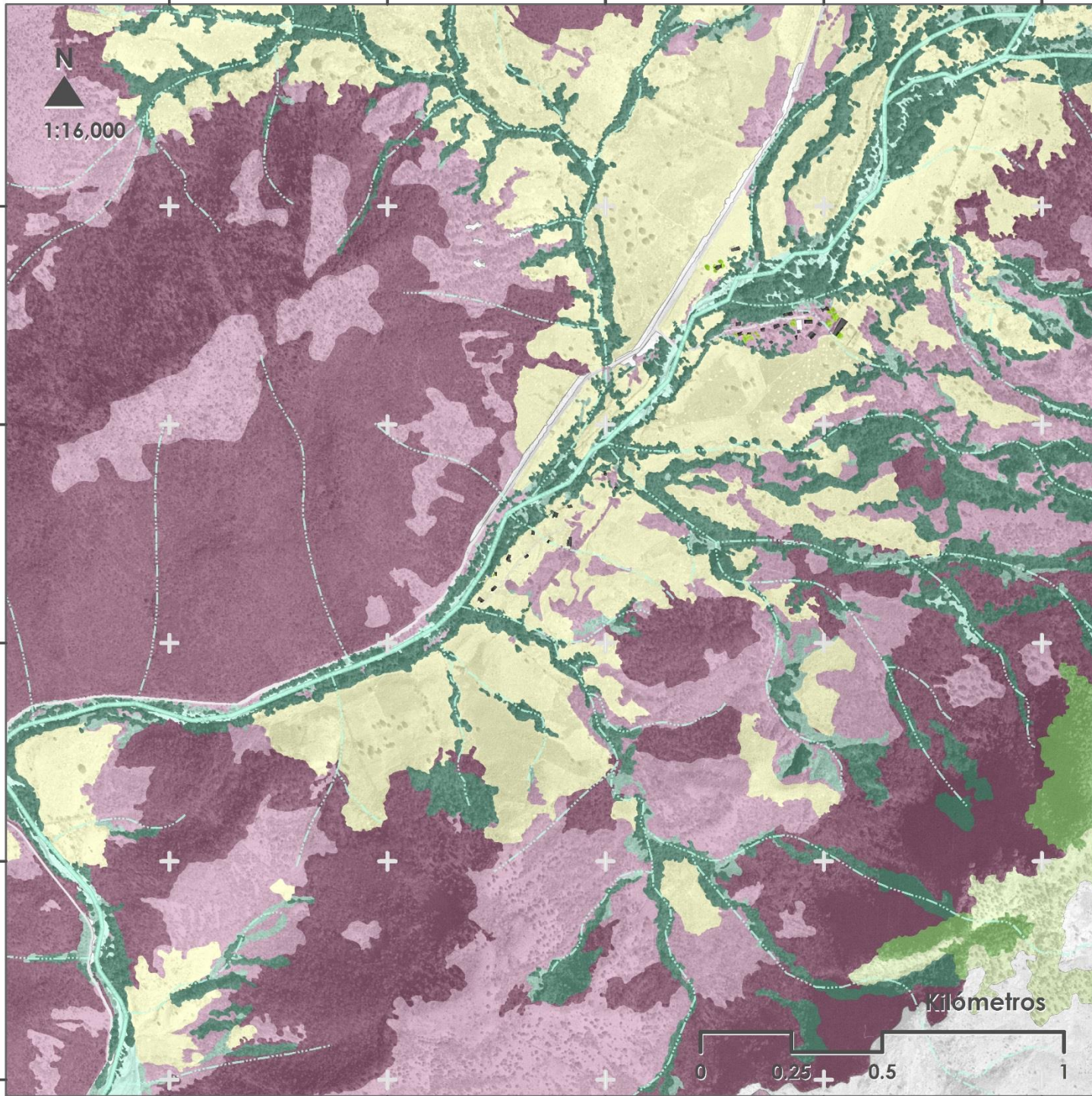
2,079,850

222,400

N
1:16,000

2,081,650

228



Mapa xvii Sector Medio Santa Rosa

Cubierta del suelo 1974

Leyenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- - - < 6° orden

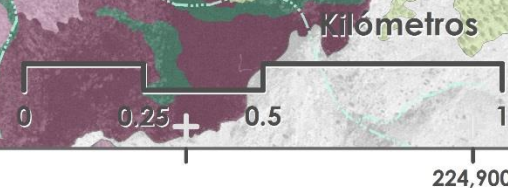
Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):
 (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
 (ii) Fotografía aérea 1:20,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_ UTM
 Zona_ 14 N
 Unidades_ metros
 Datum_ WGS_1984
 Fecha_ julio 2020

Elaboración,
 diseño y edición:
 Carina Grajales
 Veerkamp

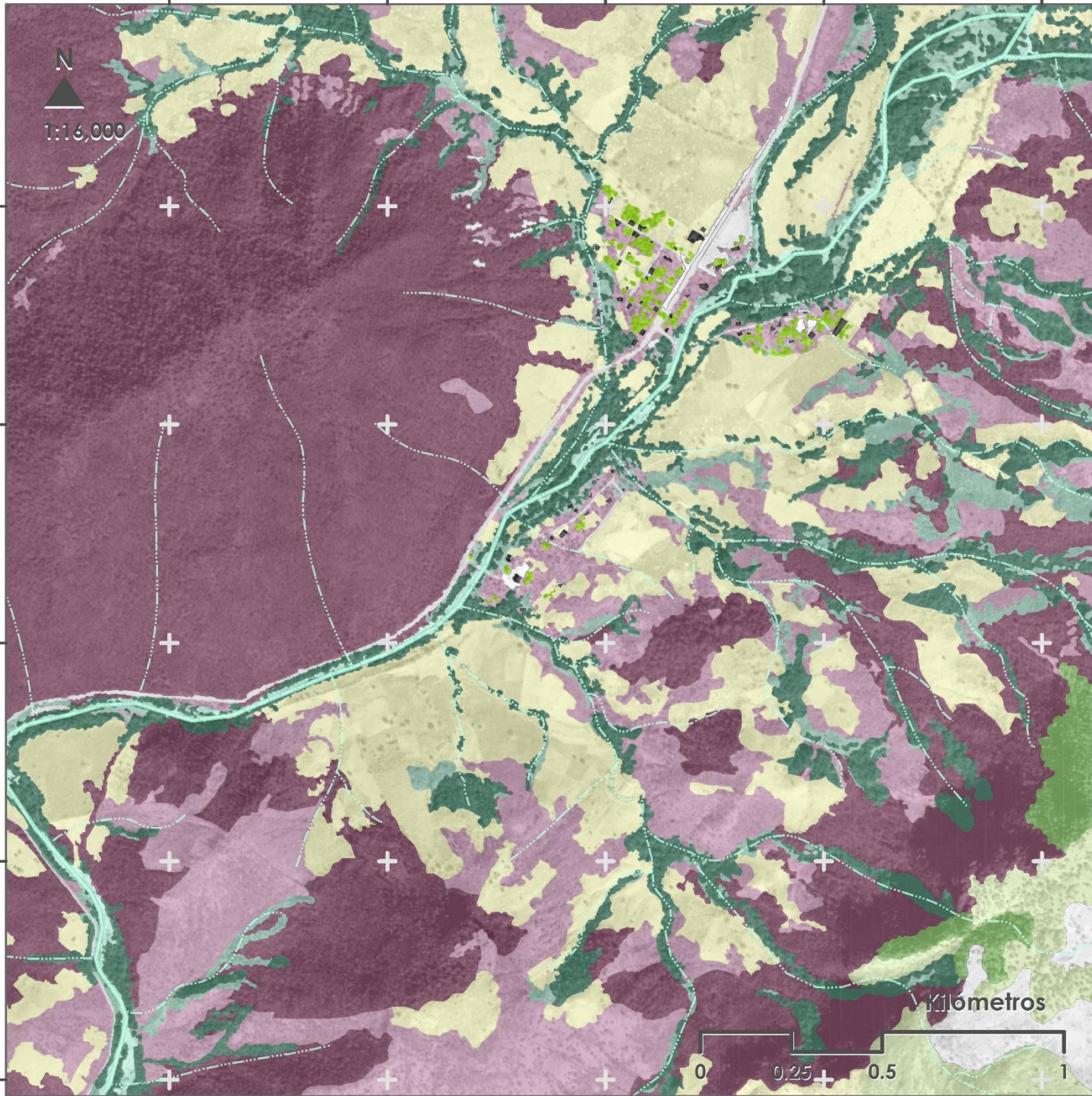


222,400



2,081,650

229



Mapa xviii Sector Medio Santa Rosa

Cubierta del suelo 1996

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- - - < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):
 (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
 (ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_ UTM
 Zona_ 14 N
 Unidades_ metros
 Datum_ WGS_1984
 Fecha_ julio 2020

Elaboración,
 diseño y edición:
 Carina Grajales
 Veerkamp



224,900

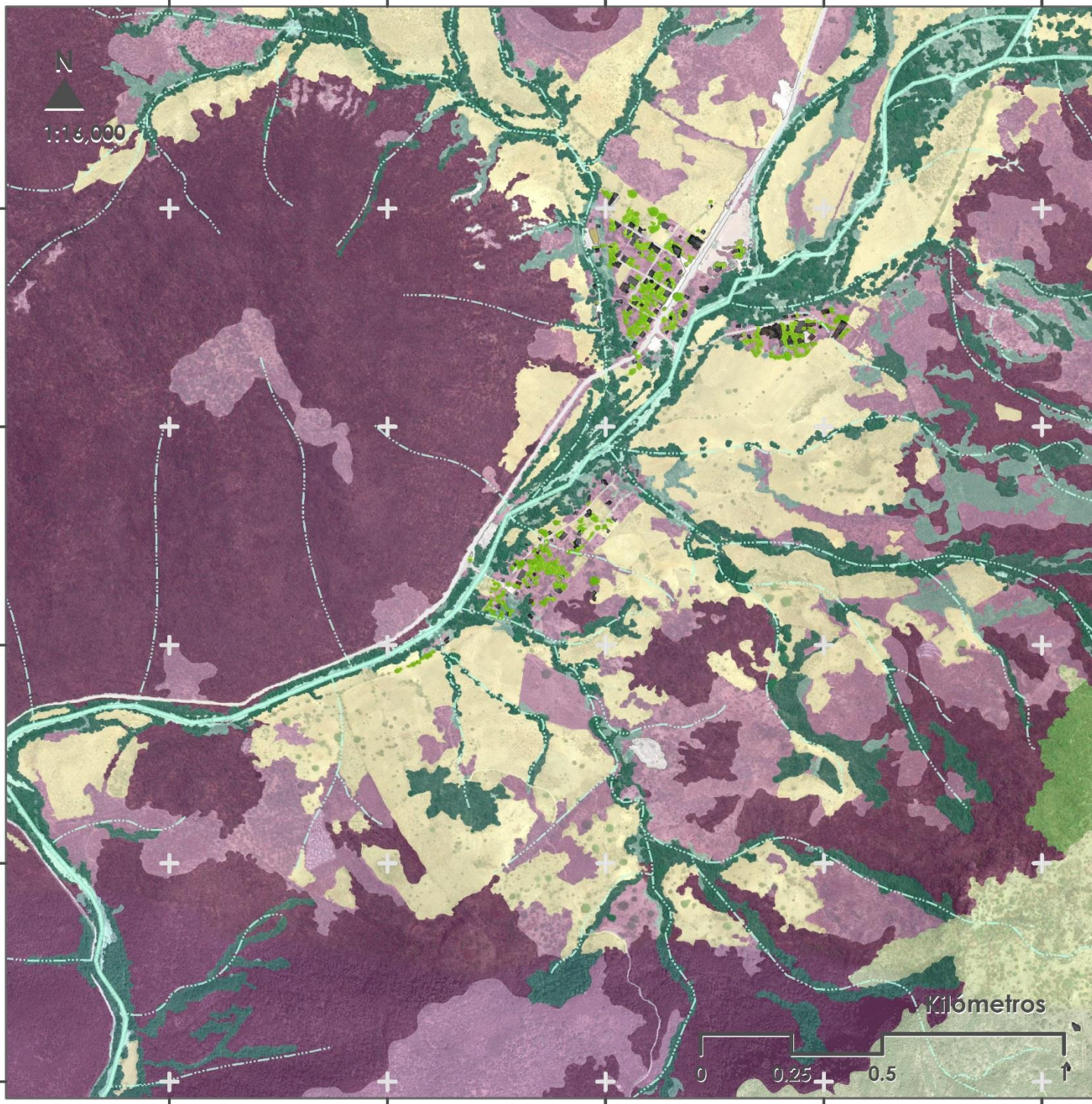
2,079,150



222,400

2,081,650

230



224,900

Mapa xix Sector Medio Santa Rosa

Cubierta del suelo 2011

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque de encino
- Bosque de encino degradado
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"; 1:10,000 (Google Earth)

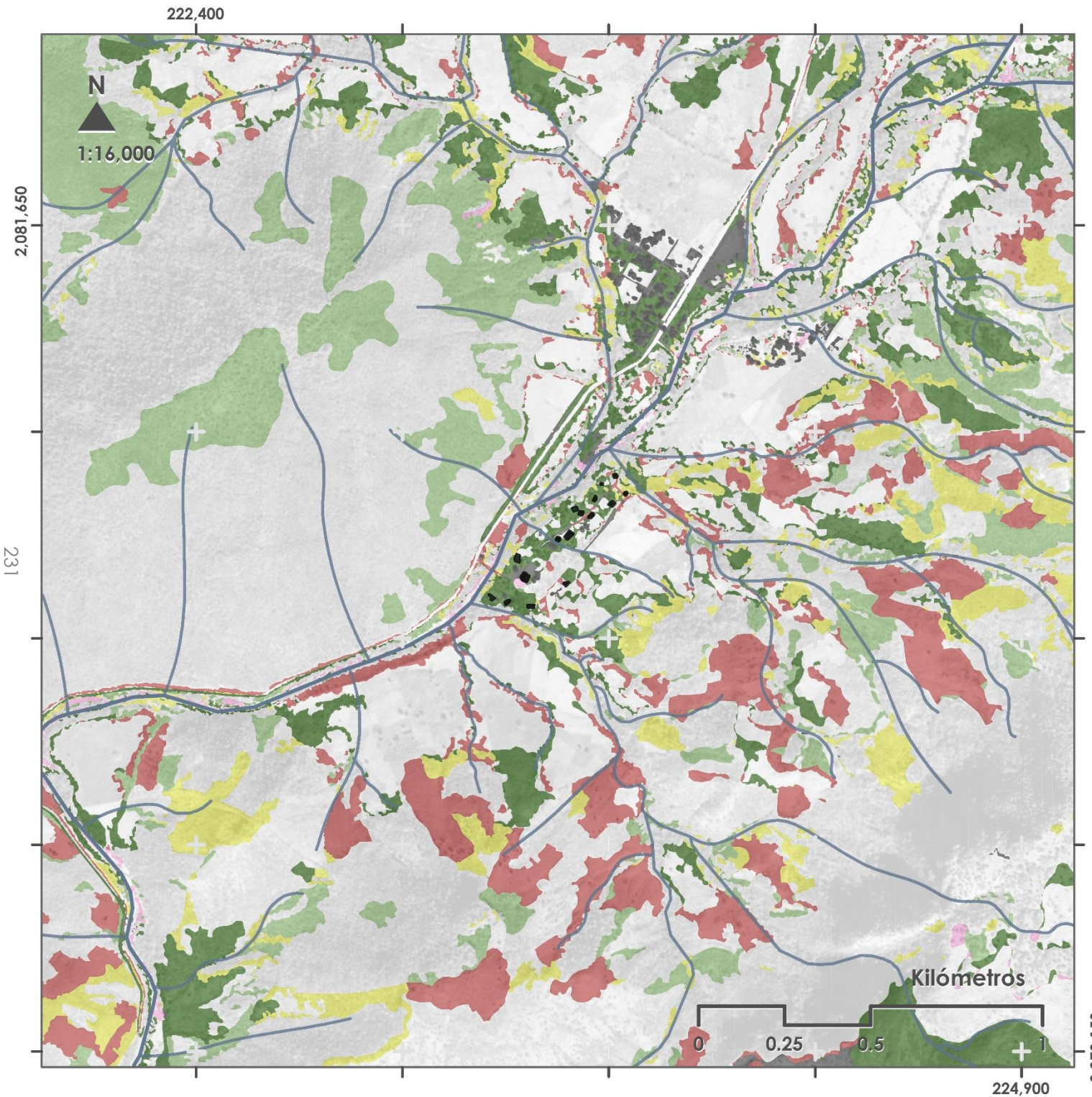
Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:
Carina Grajales
Veerkamp



2,079,150



Mapa xx Sector Medio Santa Rosa

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1974-1996

Legenda:

 Deforestación	 Revegetación
 Degradación	 Sucesión
 Pérdida	 Otros
 Permanencia	

Signos convencionales:

	Red de drenaje
	Asentamientos

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática (INEGI):

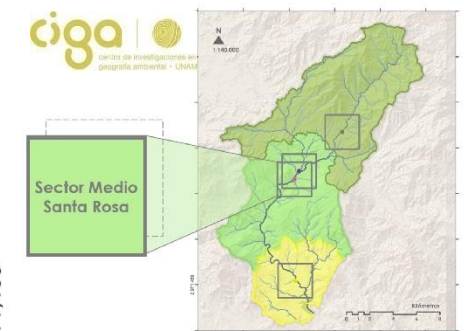
- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM
Zona____14 N
Unidades__metros
Datum_WGS_1984
Fecha__julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp



222,400

N

1:16,000

2,081,650

232



Mapa xxi Sector Medio Santa Rosa

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1996-2011

Legenda:

- | | |
|---|---|
| Deforestación | Revegetación |
| Degradación | Sucesión |
| Pérdida | Otros |
| Permanencia | |

Signos convencionales:

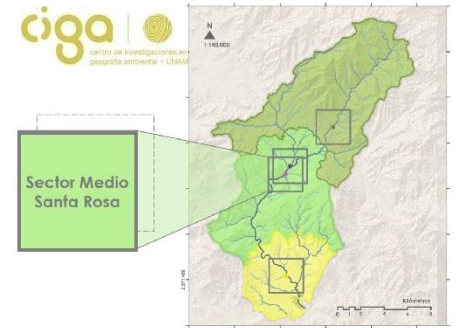
- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales
1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"
1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM	Elaboración,
Zona____14 N	diseño y edición:
Unidades__metros	
Datum_WGS_1984	Carina Grajales
Fecha__julio 2020	Veerkamp



224,900

2,079,150

Kilómetros

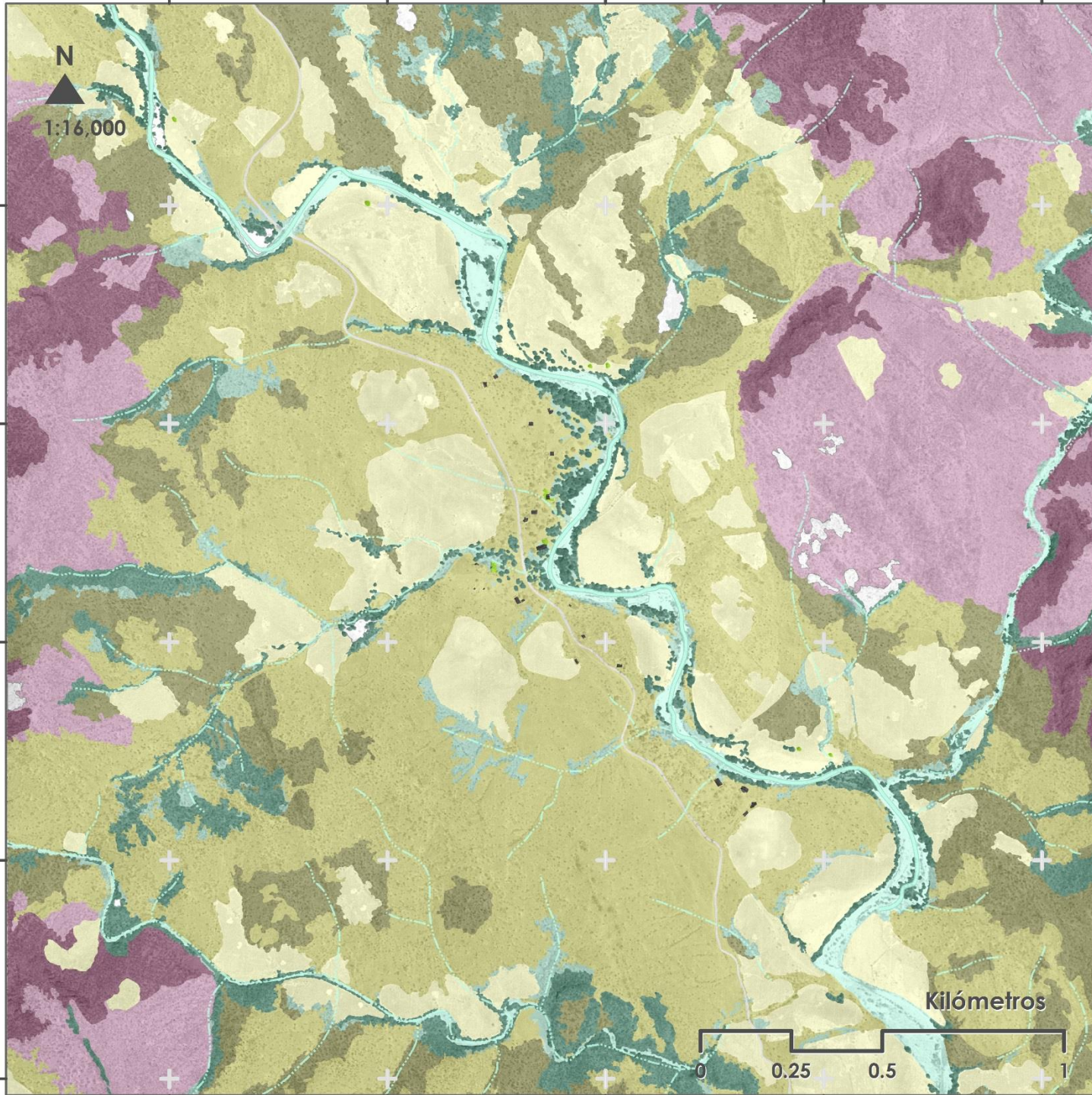
0 0.25 0.5 1

222,200

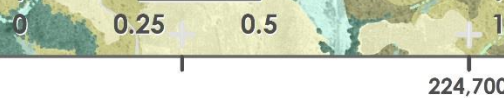


2,072,750

233



Kilómetros



Mapa xxii Sector Bajo La Candelaria

Cubierta del suelo 1974

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Bosque espinoso
- Bosque espinoso degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Cuerpos de agua
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

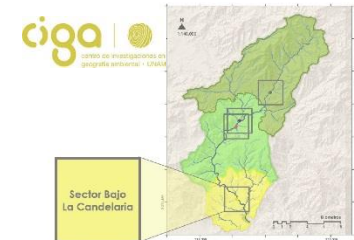
- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Fotografía aérea 1:20,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

Carina Grajales
Veerkamp



2,070,250

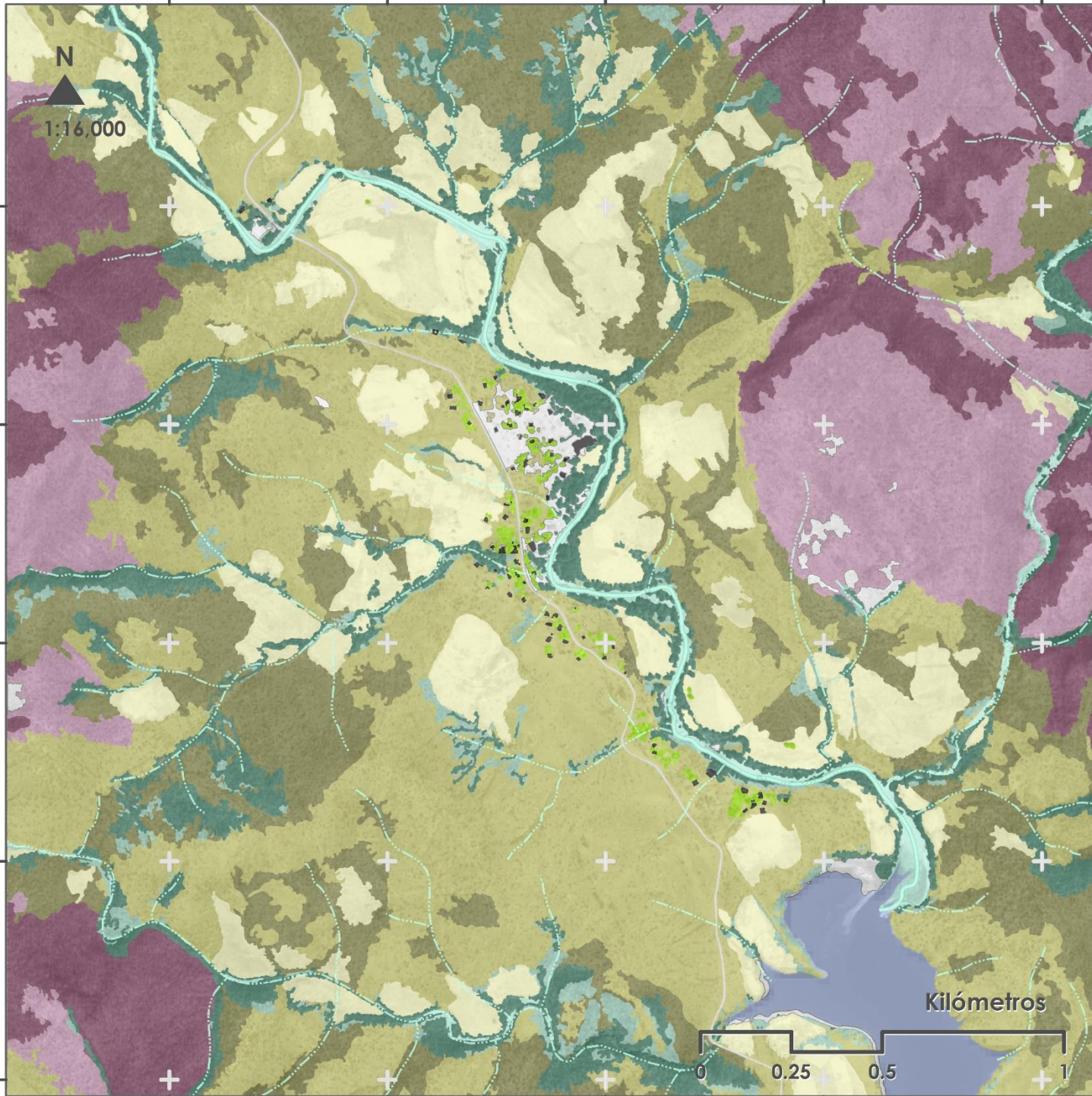
224,700

222,200



2,072,750

234



Mapa xxiii Sector Bajo La Candelaria

Cubierta del suelo 1996

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Bosque espinoso
- Bosque espinoso degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Cuerpos de agua
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

- (i) Topografía, datos digitales 1:50,000
- (ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección_UTM
Zona_14 N
Unidades_metros
Datum_WGS_1984
Fecha_julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

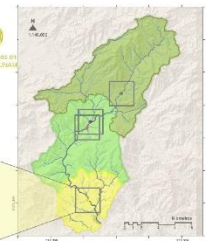
Carina Grajales
Veerkamp

Kilómetros



224,700

2,070,250

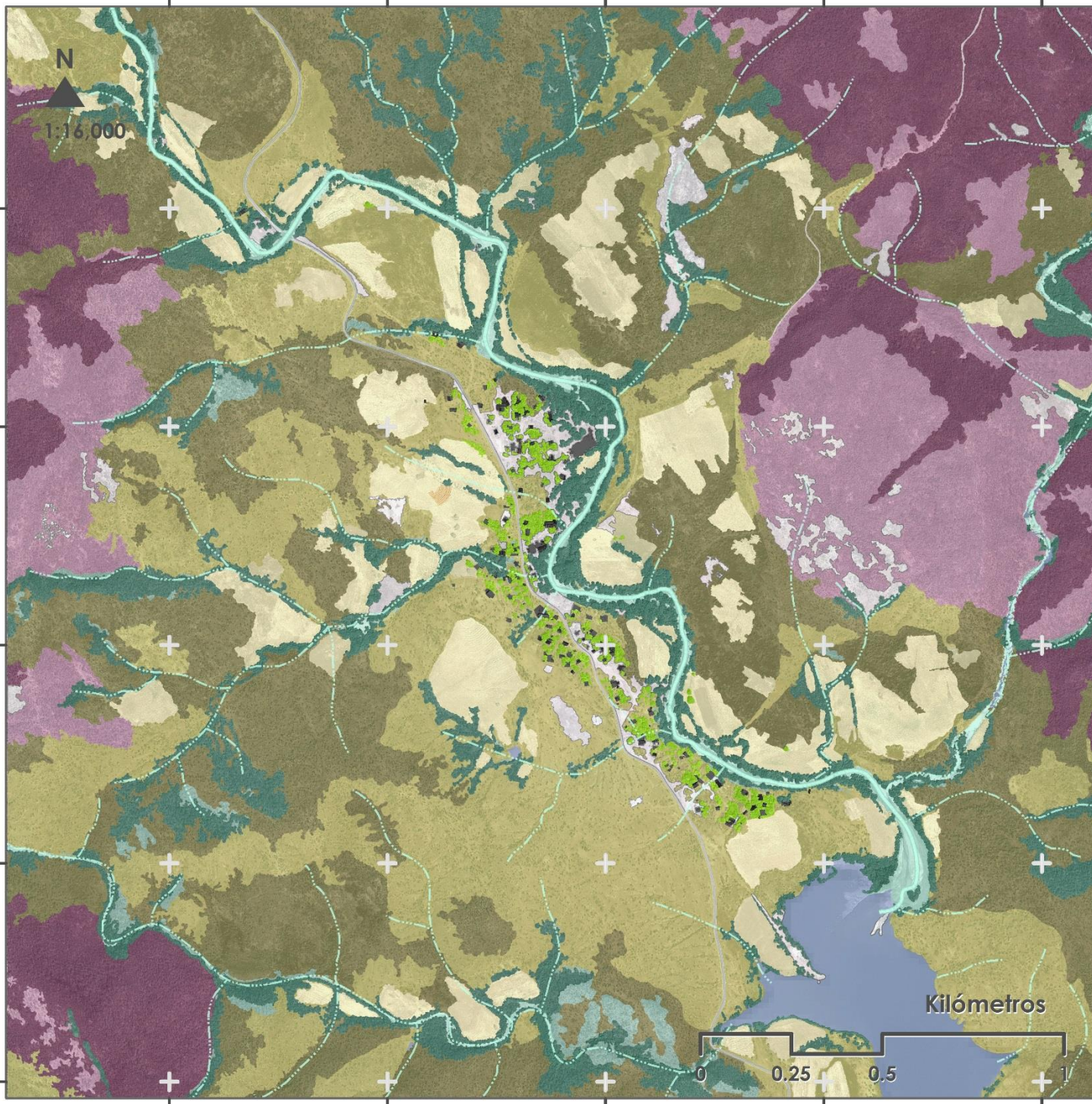


Sector Bajo
La Candelaria

222,200

2,072,750

235



Mapa xxiv Sector Bajo La Candelaria

Cubierta del suelo 2011

Legenda:

Cubiertas vegetales

- Bosque tropical caducifolio
- Bosque tropical caducifolio degradado
- Bosque espinoso
- Bosque espinoso degradado
- Vegetación ribereña
- Vegetación ribereña degradada

Cubiertas antrópicas

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Camino
- Huertos

Otras cubiertas

- Cauce activo
- Cuerpos de agua
- Suelo desnudo

Red de drenaje

- 6° orden
- < 6° orden

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales; 1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"; 1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM
Zona__14 N
Unidades__metros
Datum_WGS_1984
Fecha__julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:

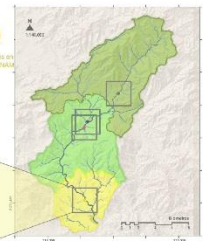
Carina Grajales
Veerkamp

Kilómetros



224,700

2,070,250

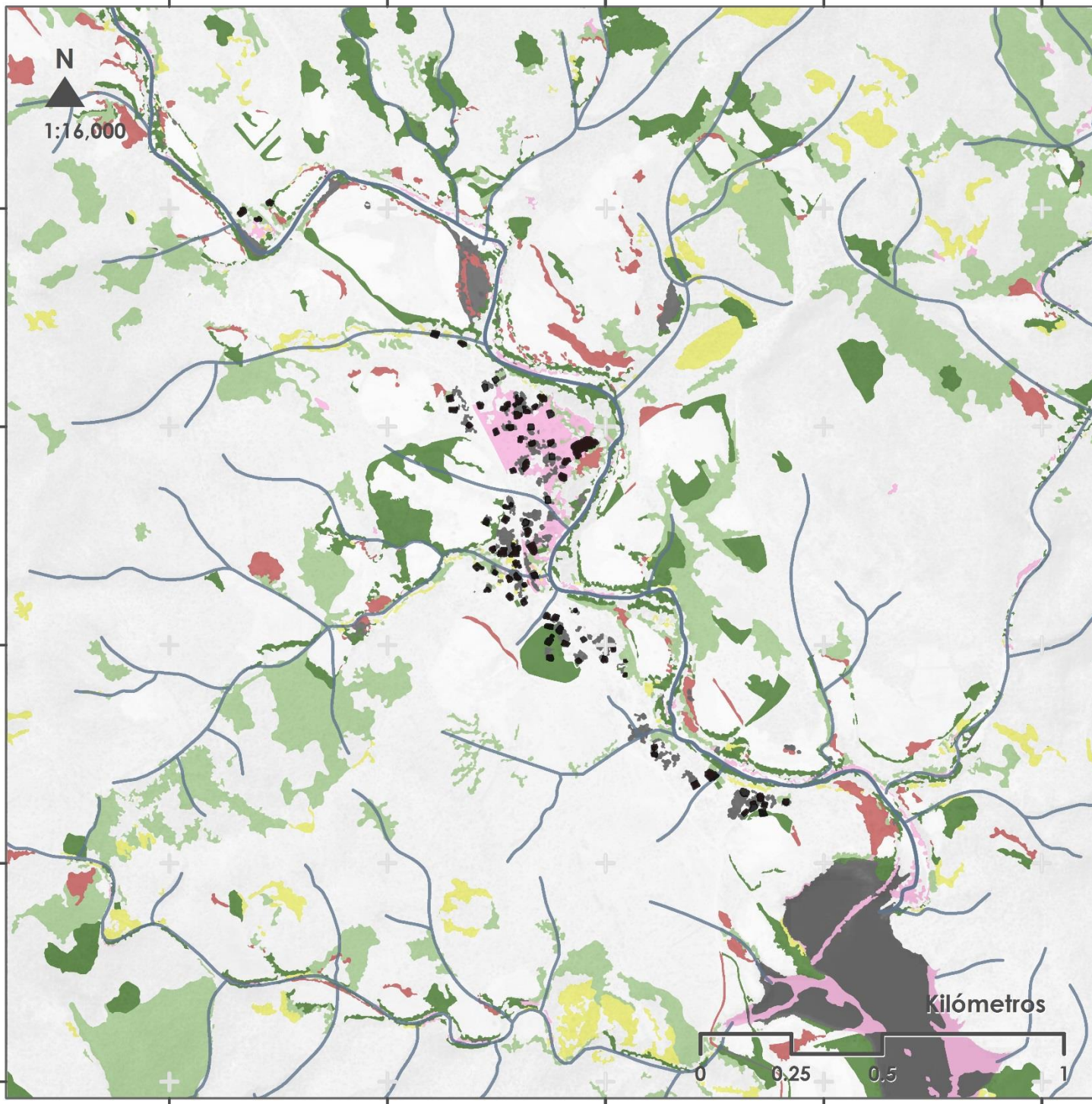


222,200



2,072,750

236



Mapa xxv Sector Bajo La Candelaria

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1974-1996

Legenda:

- Deforestación
- Degradación
- Pérdida
- Permanencia
- Revegetación
- Sucesión
- Otros

Signos convencionales:

- Red de drenaje
- Asentamientos

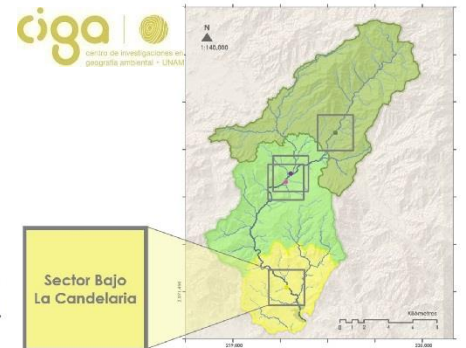
Fuentes cartográficas:

Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática (INEGI):
(i) Topografía, datos digitales 1:50,000
(ii) Ortofotografía 1:10,000

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM
Zona____14 N
Unidades__metros
Datum_WGS_1984
Fecha__julio 2020

Elaboración,
diseño y edición:
Carina Grajales
Veerkamp



224,700

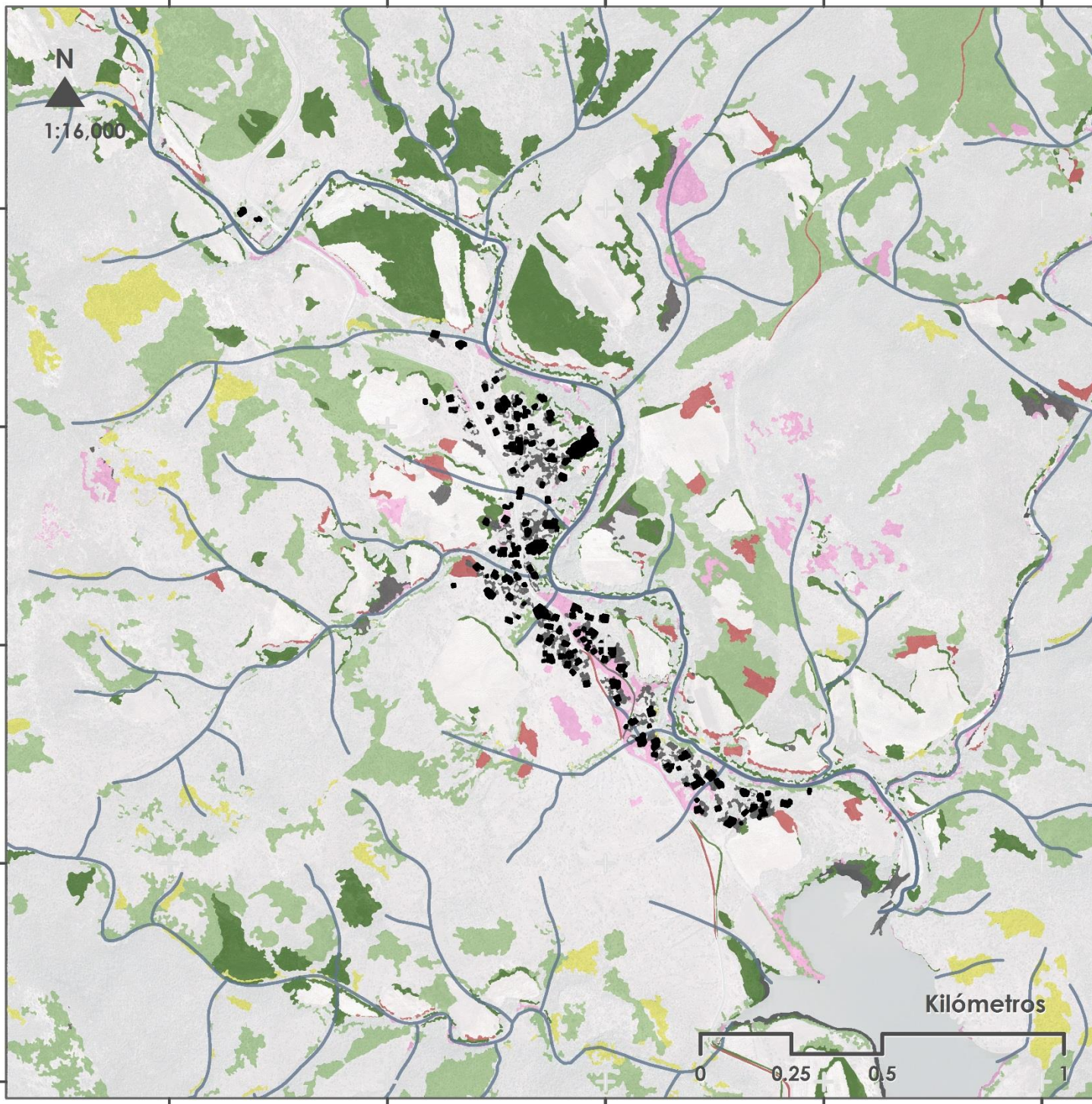
2,070,250



222,200

2,072,750

237



Mapa xxvi Sector Bajo La Candelaria

Procesos de cambio de cubierta del suelo 1996-2011

Legenda:

- | | |
|---|---|
| Deforestación | Revegetación |
| Degradación | Sucesión |
| Pérdida | Otros |
| Permanencia | |

Signos convencionales:

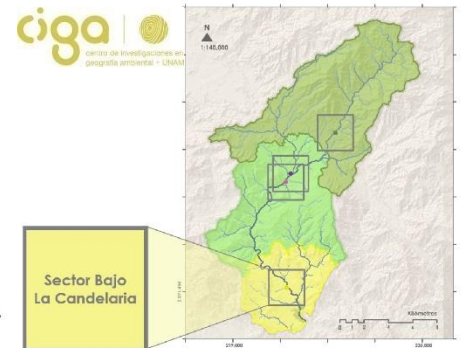
- Red de drenaje
- Asentamientos

Fuentes cartográficas:

- (i) Topografía, datos digitales
1:50,000 (INEGI)
- (ii) World View "0"
1:10,000 (Google Earth)

Especificaciones cartográficas:

Proyección__UTM	Elaboración,
Zona____14 N	diseño y edición:
Unidades__metros	
Datum_WGS_1984	Carina Grajales
Fecha__julio 2020	Veerkamp



Kilómetros



224,700

2,070,250

xxvii. Concentrados de área:

Sector alto-El Olvido		1974	
Clase	Área (m2)	(%)	
Vegetacion ribereña	2,344,539.16	26.051	
Vegetacion ribereña degradada	1,066,878.14	11.854	
Bosque de encino	763,086.64	8.479	
Bosque de encino degradado	1,418,636.07	15.763	
Bosque tropical caducifolio	233,916.24	2.599	
Bosque tropical caducifolio degradado	705,767.99	7.842	
Cultivos de riego	0.000	0.000	
Cultivos de temporal	2,339,864.77	25.999	
Asentamientos e infraestructura	3,881.04	0.043	
Camino	19,324.05	0.215	
Huertos	423.80	0.005	
Cauce activo	94,763.33	1.053	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	8,889.65	0.099	
total	8,999,970.87	100.000	

		1996	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	2,360,157.63	26.224	
Vegetacion ribereña degradada	1,303,263.45	14.481	
Bosque de encino	1,317,897.26	14.643	
Bosque de encino degradado	1,119,152.77	12.435	
Bosque tropical caducifolio	745,906.39	8.288	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,003,294.68	11.148	
Cultivos de riego	0.000	0.000	
Cultivos de temporal	1,022,113.67	11.357	
Asentamientos e infraestructura	2,616.20	0.029	
Camino	27,126.22	0.301	
Huertos	1,924.07	0.021	
Cauce activo	81,766.86	0.909	
Cuerpos de agua	710.02	0.008	
Suelo desnudo	14,041.65	0.156	
total	8,999,970.87	100.000	

		2011	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	2,914,315.03	32.381	
Vegetacion ribereña degradada	797,597.03	8.862	
Bosque de encino	1,419,343.95	15.771	
Bosque de encino degradado	969,058.84	10.767	
Bosque tropical caducifolio	793,735.06	8.819	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,208,316.22	13.426	
Cultivos de riego	0.000	0.000	
Cultivos de temporal	672,829.50	7.476	
Asentamientos e infraestructura	4,479.29	0.050	
Camino	29,245.45	0.325	
Huertos	5,476.89	0.061	
Cauce activo	88,505.15	0.983	
Cuerpos de agua		0.000	
Suelo desnudo	97,068.54	1.079	
total	8,999,970.94	100.000	

Sector medio-Las Juntas		1974	
Clase	Área (m2)	(%)	
Vegetacion ribereña	1,616,943.66	17.966	
Vegetacion ribereña degradada	179,587.86	1.995	
Bosque de encino	109,339.48	1.215	
Bosque de encino degradado	7,396.33	0.082	
Bosque tropical caducifolio	2,401,132.42	26.679	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,724,428.33	19.160	
Cultivos de riego	0.00	0.000	
Cultivos de temporal	2,803,052.87	31.145	
Asentamientos e infraestructura	5,866.65	0.065	
Camino	39,395.20	0.438	
Huertos	3,088.23	0.034	
Cauce activo	65,111.58	0.723	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	44,657.63	0.496	
total	9,000,000.25	100.000	

		1996	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	1,318,060.99	14.645	
Vegetacion ribereña degradada	475,460.16	5.283	
Bosque de encino	113,510.42	1.261	
Bosque de encino degradado	3,352.46	0.037	
Bosque tropical caducifolio	2,998,843.12	33.320	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,680,053.34	18.667	
Cultivos de riego	0.00	0.000	
Cultivos de temporal	2,198,976.67	24.433	
Asentamientos e infraestructura	10,463.24	0.116	
Camino	52,330.21	0.581	
Huertos	35,355.98	0.393	
Cauce activo	69,853.76	0.776	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	43,739.89	0.486	
total	9,000,000.25	100.000	

		2011	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	1,161,750.63	12.908	
Vegetacion ribereña degradada	587,818.20	6.531	
Bosque de encino	112,103.17	1.246	
Bosque de encino degradado	4,759.67	0.053	
Bosque tropical caducifolio	2,766,158.06	30.735	
Bosque tropical caducifolio degradado	2,041,832.46	22.687	
Cultivos de riego	869.82	0.010	
Cultivos de temporal	2,056,880.47	22.854	
Asentamientos e infraestructura	29,016.26	0.322	
Camino	52,499.91	0.583	
Huertos	54,930.17	0.610	
Cauce activo	80,198.35	0.891	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	51,183.07	0.569	
total	9,000,000.25	100.000	

Sector medio-Santa Rosa		1974	
Clase	Área (m2)	(%)	
Vegetacion ribereña	1,264,933.35	14.055	
Vegetacion ribereña degradada	160,592.63	1.784	
Bosque de encino	97,586.71	1.084	
Bosque de encino degradado	105,726.63	1.175	
Bosque tropical caducifolio	3,198,557.66	35.540	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,887,941.51	20.977	
Cultivos de riego	0	0.000	
Cultivos de temporal	1,944,091.84	21.601	
Asentamientos e infraestructura	5,362.76	0.060	
Camino	37,479.73	0.416	
Huertos	2,699.78	0.030	
Cauce activo	76,246.52	0.847	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	218,780.27	2.431	
total	8,999,999.38	100.000	

		1996	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	1,087,120.82	12.079	
Vegetacion ribereña degradada	342,950.94	3.811	
Bosque de encino	101,183.83	1.124	
Bosque de encino degradado	188,155.90	2.091	
Bosque tropical caducifolio	3,630,632.67	40.340	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,349,436.18	14.994	
Cultivos de riego	0	0.000	
Cultivos de temporal	2,003,867.28	22.265	
Asentamientos e infraestructura	10,463.24	0.116	
Camino	51,723.41	0.575	
Huertos	35,355.98	0.393	
Cauce activo	68,721.52	0.764	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	130,387.62	1.449	
total	8,999,999.38	100.000	

		2011	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	1,059,082.78	11.768	
Vegetacion ribereña degradada	337,466.03	3.750	
Bosque de encino	61,617.43	0.685	
Bosque de encino degradado	338,700.60	3.763	
Bosque tropical caducifolio	3,711,637.85	41.240	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,504,769.71	16.720	
Cultivos de riego	869.29	0.010	
Cultivos de temporal	1,734,491.52	19.272	
Asentamientos e infraestructura	25,885.91	0.288	
Camino	53,930.33	0.599	
Huertos	54,502.65	0.606	
Cauce activo	74,055.62	0.823	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	42,989.65	0.478	
total	8,999,999.38	100.000	

Sector bajo-La Candelaria		1974	
Clase	Área (m2)	(%)	
Vegetacion ribereña	654,517.25	7.272	
Vegetacion ribereña degradada	252,949.20	2.811	
Bosque tropical caducifolio	565,339.74	6.282	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,337,912.63	14.866	
Bosque espinoso	1,224,797.87	13.609	
Bosque espinoso degradado	2,978,537.48	33.095	
Cultivos de riego	0	0.000	
Cultivos de temporal	1,679,620.11	18.662	
Asentamientos e infraestructura	3,088.62	0.034	
Camino	22,045.96	0.245	
Huertos	1,898.60	0.021	
Cauce activo	237,663.01	2.641	
Cuerpos de agua	0.00	0.000	
Suelo desnudo	41,629.56	0.463	
total	9,000,000.02	100.000	

		1996	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	810,818.53	9.009	
Vegetacion ribereña degradada	206,976.36	2.300	
Bosque tropical caducifolio	856,115.23	9.512	
Bosque tropical caducifolio degradado	1,080,720.00	12.008	
Bosque espinoso	1,647,558.55	18.306	
Bosque espinoso degradado	2,625,142.49	29.168	
Cultivos de riego	0	0.000	
Cultivos de temporal	1,272,716.40	14.141	
Asentamientos e infraestructura	13,709.54	0.152	
Camino	22,617.03	0.251	
Huertos	39,703.81	0.441	
Cauce activo	135,675.87	1.508	
Cuerpos de agua	201,246.95	2.236	
Suelo desnudo	86,999.26	0.967	
total	9,000,000.02	100.000	

		2011	
Clase	Área (m2)	%	
Vegetacion ribereña	980,062.83	10.890	
Vegetacion ribereña degradada	97,522.30	1.084	
Bosque tropical caducifolio	1,072,293.34	11.914	
Bosque tropical caducifolio degradado	834,083.30	9.268	
Bosque espinoso	2,443,137.20	27.146	
Bosque espinoso degradado	2,018,738.85	22.430	
Cultivos de riego	2,352.52	0.026	
Cultivos de temporal	895,940.74	9.955	
Asentamientos e infraestructura	27,582.19	0.306	
Camino	25,593.26	0.284	
Huertos	70,769.40	0.786	
Cauce activo	132,427.20	1.471	
Cuerpos de agua	215,631.77	2.396	
Suelo desnudo	183,865.10	2.043	
total	9,000,000.01	100.000	

xxviii. Matrices de cambio resumidas:

1974-1996

1996-2011

**Sector alto-
El Olvido**

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '74:
vrc	20.37	4.72			0.29	0.67	26.05
vrđ	4.00	7.40			0.04	0.41	11.85
vac			8.55	2.31	0.03	0.19	11.08
vad			9.05	12.42	0.15	1.99	23.61
sva	0.26	0.06	0.03	0.24	0.53	0.02	1.15
ca	1.59	2.30	5.30	8.61	0.04	8.42	26.26
suma '96:	26.22	14.48	22.93	23.58	1.07	11.71	100.00

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '96:
vrc	19.59	5.80			0.44	0.39	26.22
vrđ	11.58	2.68			0.07	0.15	14.48
vac			14.48	7.06	0.13	1.25	22.93
vad			8.39	12.64	0.37	2.18	23.58
sva	0.21	0.06	0.07	0.17	0.53	0.03	1.07
ca	1.01	0.32	1.65	4.31	0.51	3.91	11.71
suma '11:	32.38	8.86	24.59	24.19	2.06	7.91	100.00

**Sector medio
-Las Juntas**

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '74:
vrc	11.10	4.24			0.39	2.23	17.96
vrđ	1.29	0.57			0.02	0.11	2.00
vac			23.84	2.35	0.00	1.71	27.90
vad			7.96	8.02	0.08	3.19	19.24
sva	0.32	0.04	0.03	0.29	0.48	0.06	1.22
ca	1.93	0.43	2.76	8.04	0.29	18.23	31.68
suma '96:	14.65	5.28	34.58	18.70	1.26	25.52	100.00

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '96:
vrc	10.04	3.08			0.37	1.15	14.63
vrđ	1.82	2.83			0.03	0.61	5.29
vac			26.97	6.24	0.01	1.38	34.60
vad			4.12	10.26	0.14	4.18	18.69
sva	0.24	0.01	0.01	0.07	0.84	0.09	1.26
ca	0.81	0.61	0.89	6.16	0.07	16.97	25.52
suma '11:	12.91	6.53	31.98	22.74	1.46	24.38	100.00

**Sector medio
-Santa Rosa**

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '74:
vrc	9.15	2.84			0.37	1.70	14.05
vrđ	1.09	0.52			0.02	0.15	1.78
vac			31.23	2.78	0.00	2.61	36.63
vad			8.96	9.16	0.10	3.93	22.15
sva	0.41	0.05	0.03	1.13	1.50	0.17	3.28
ca	1.43	0.40	1.25	4.01	0.22	14.79	22.11
suma '96:	12.08	3.81	41.46	17.08	2.21	23.35	100.00

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '96:
vrc	8.91	1.80			0.36	1.00	12.07
vrđ	1.73	1.57			0.02	0.49	3.82
vac			35.59	4.51	0.01	1.37	41.48
vad			4.80	9.24	0.13	2.91	17.08
sva	0.25	0.01	0.01	1.12	0.73	0.10	2.21
ca	0.88	0.37	1.53	5.62	0.06	14.90	23.35
suma '11:	11.77	3.75	41.93	20.48	1.30	20.77	100.00

**Sector bajo-
La Candelaria**

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '74:
vrc	5.77	0.72			0.44	0.34	7.27
vrđ	1.55	1.26			0.00	0.00	2.81
vac			18.29	1.15	0.16	0.28	19.89
vad			8.37	37.58	0.69	1.31	47.96
sva	0.76	0.02	0.05	0.04	2.00	0.23	3.10
ca	0.93	0.30	1.10	2.40	1.41	12.82	18.96
suma '96:	9.01	2.30	27.82	41.18	4.71	14.99	100.00

	vrc	vrđ	vac	vad	sva	ca	suma '96:
vrc	7.87	0.60			0.33	0.21	9.01
vrđ	1.77	0.48			0.03	0.01	2.30
vac			26.51	1.25	0.01	0.04	27.82
vad			10.63	28.30	1.17	1.08	41.18
sva	0.44	0.00	0.04	0.05	4.07	0.10	4.71
ca	0.80	0.00	1.88	2.10	0.30	9.91	14.99
suma '11:	10.89	1.08	39.06	31.70	5.91	11.36	100.00

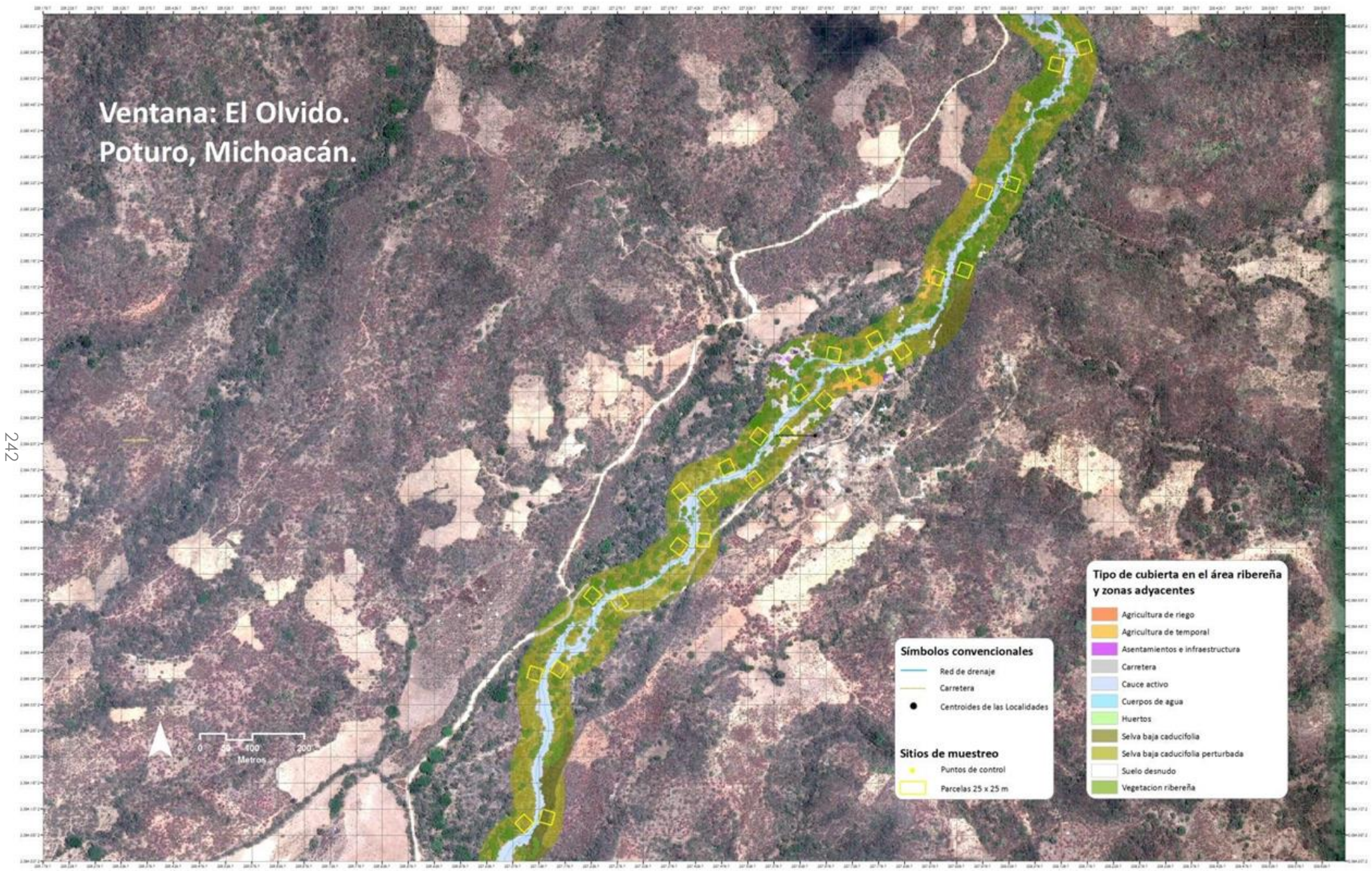
Anexo C. Caracterización de la condición geomorfológica y de la vegetación actual del corredor ribereño principal (Objetivo 2)

Se despliegan los mapas de campo con la ubicación espacial de los cuadrantes de muestreo así como las planillas empleadas en el levantamiento de datos geomorfológicos, usos locales, cubiertas adyacentes y censo de especies vegetales.

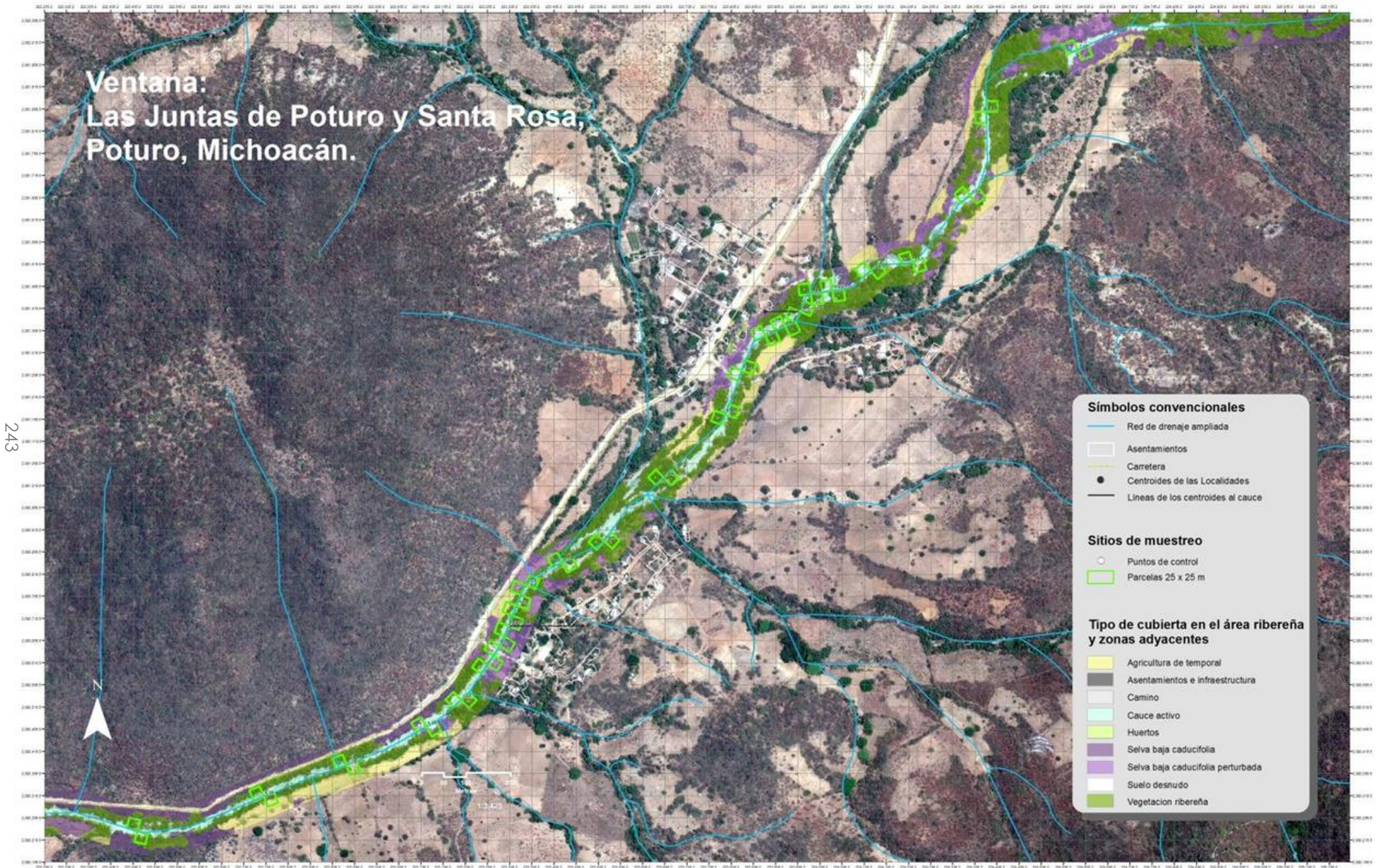
También se presentan algunas de las fotografías panorámicas tomadas en cada locación de muestreo.

Posteriormente se enlista a las especies encontradas.

xxix. Mapa de cuadrantes para el levantamiento de datos en el Sector Alto-El Olvido.

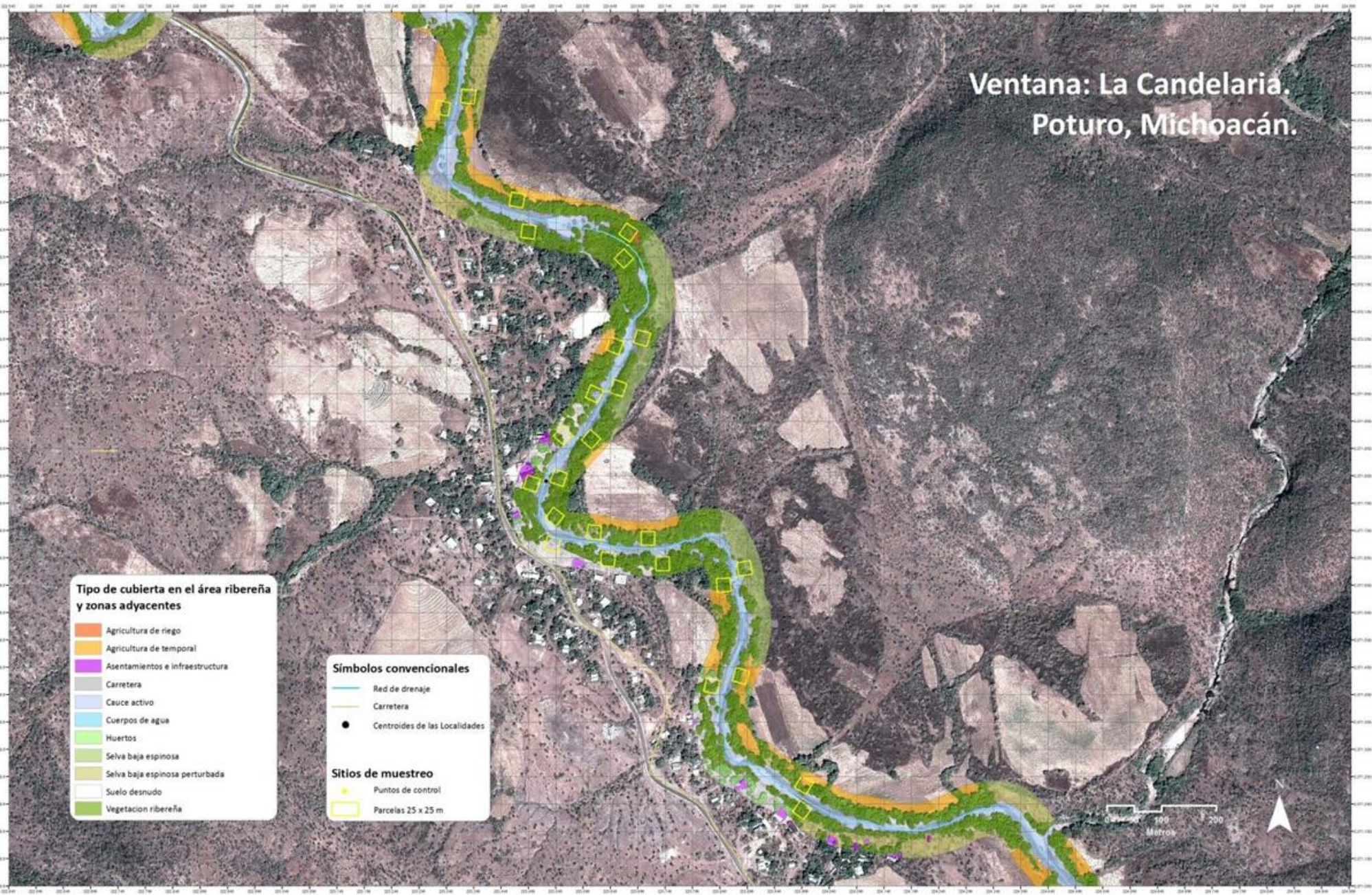


xxx. Mapa de cuadrantes para el levantamiento de datos en el Sector Medio-Las Juntas de Poturo y Sector-Medio Santa Rosa.



xxxi. Mapa de cuadrantes para el levantamiento de datos en el Sector Bajo-La Candelaria.

244









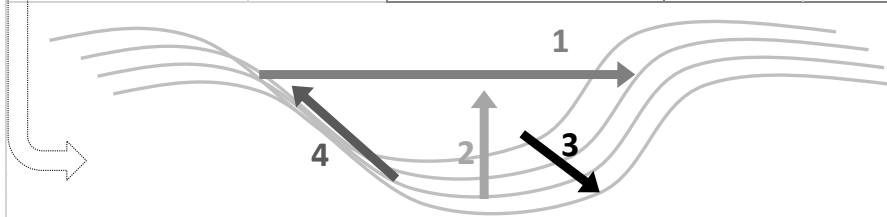
xxxii. Planilla de levantamiento de datos:

Proyecto: Cambios y condición actual del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el trópico seco de Michoacán (México)				
LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CONDICIÓN DE PARCELAS EN ÁREAS RIBEREÑAS				
PARCELA DE OBSERVACION DE 25 m x 25 m				
Fecha:	Nombre de quien registra:			
Las Juntas <input type="checkbox"/>				
Ventana: 1 Sta. Rosa <input type="checkbox"/>	# Parcela:			
Coordenadas UTM:	Latitud	Longitud	Altitud	Margen (viendo hacia la presa): izquierdo <input type="checkbox"/> derecho <input type="checkbox"/>

USOS OBSERVADOS EN EL SITIO				
Uso	Observación directa	Evidencia indirecta	Comentarios	
1. Vivienda local				
2. Huertos				
3. Parcelas temporal				
4. Parcelas riego				
5. Potreros				
6. Corrales				
7. Colecta de ramas, hojas y frutos				
8. Extracción de leña				
9. Extracción de tierra y materiales				
10. Extracción de agua				
11. Libre pastoreo y cesteo				
12. Tránsito de personas y animales				
13. Tránsito de vehículos				
14. Uso para día de campo				
15. Presencia de basura				

Proyecto: Cambios y condición actual del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el trópico seco de Michoacán (México)				
CUBIERTA DEL SUELO OBSERVADA EN LAS TIERRAS ALTAS ADYACENTES				
Cubierta	Observación directa	Cubierta	Observación directa	Comentarios
1. Agricultura de riego		10. Cuerpos de agua		
2. Agricultura de temporal		11. Huertos		
3. Asentamientos o Casas		12. Pastizal		
4. Bosque de encino		13. Selva baja caducifolia		
5. Bosque de encino perturbado		14. Selva baja caducifolia perturbada		
6. Bosque de pino-encino		15. Selva baja espinosa		
7. Bosque de pino-encino perturbado		16. Selva baja espinosa perturbada		
8. Carretera o brecha		17. Suelo desnudo		
9. Cauce activo		18. Vegetación ribereña		

DATOS GEOMORFOLÓGICOS DEL CAUCE Y AREA RIBEREÑA				
Parámetros	Medidas	Comentarios	Tipo de lecho	
1. Ancho de cauce			lajas  <input type="checkbox"/>	grava  <input type="checkbox"/>
2. Profundidad máxima de cauce			cantos  <input type="checkbox"/>	arena  <input type="checkbox"/>
3. Pendiente longitudinal del cauce			guijarros  <input type="checkbox"/>	limo arcilla  <input type="checkbox"/>
4. Pendiente del área ribereña				



Proyecto: Cambios y condición actual del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el trópico seco de Michoacán (México)					
CENSO DE VEGETACION LEÑOSA					
Especie	Perímetro	Altura estimada	¿Se colectó?	Clave de colecta	Comentarios

xxxiii. Fotografías panorámicas de algunas de las locaciones de muestreo, ubicadas a distancias contrastantes respecto del punto paralelo al centroide de cada asentamiento



Sector alto El Olvido, distancia: 1,000 m aguas arriba respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector alto El Olvido, distancia: 0 m respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector alto El Olvido, distancia: 1,000 m aguas abajo respecto al punto paralelo al asentamiento humano



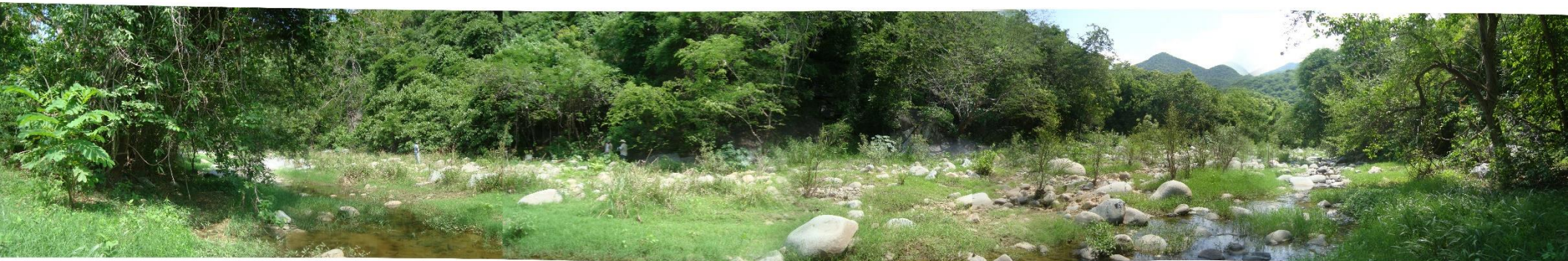
Sector medio Las Juntas de Poturo, distancia: 1,000 m aguas arriba respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector medio intersección de Las Juntas de Poturo y Santa Rosa, distancia: 0 m respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano LJP



Sector medio intersección de Las Juntas de Poturo y Santa Rosa, distancia: 0 m respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano SR



Sector medio Santa Rosa, distancia: 1,000 m aguas abajo respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector bajo La Candelaria, distancia: 1,000 m aguas arriba respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector bajo La Candelaria, distancia: 0 m respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano



Sector bajo La Candelaria, distancia: 1,000 m aguas abajo respecto al punto paralelo al centroide del asentamiento humano

xxxiv. Listado de especies

Familia	Género	Especie	Nombre común
Achatocarpaceae Heimerl	Acalypha L.	<i>Achatocarpus gracilis</i> H. Walter	Huitzicuco o Witzicuco o Cerecillo
Anacardiaceae R. Br.	Cyrtocarpa Kunth	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	Chocompus
Annonaceae Juss.	Annona L.	<i>Annona reticulata</i> L.	Anono
Annonaceae Juss.	Annona L.	<i>Annona</i> sp	Ilamo
Apocynaceae Juss.	Plumeria	<i>Plumeria rubra</i> L.	Camem o Pandacicua
Apocynaceae Juss.	Rauvolfia L.	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Coralillo
Apocynaceae Juss.	Stemmadenia Benth.	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson	Torito
Apocynaceae Juss.	Thevetia	<i>Thevetia</i> sp	Camem
Araliaceae Juss.	Aralia L.	<i>Aralia humilis</i> Cav.	Nogal
Asteraceae Bercht. & J. Presl	<i>Sin dato</i>	<i>Asteraceae</i> sp 1	Prodigiosa
Asteraceae Bercht. & J. Presl	Verbesina	<i>Asteraceae</i> sp 2	Lengua de vaca
Bignoniaceae Juss.	Astianthus D. Don	<i>Astianthus viminalis</i> (Kunth) Baill.	Ahuijote
Bignoniaceae Juss.	Handroanthus Mattos	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Cañufístula
Bignoniaceae Juss.	Roseodendron Miranda	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Primavera
Boraginaceae Juss.	Cordia L.	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Frutilla
Boraginaceae Juss.	Cordia L.	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	Cueramo
Boraginaceae Juss.	Cordia L.	<i>Cordia seleriana</i> Fernald	Boraginacea
Boraginaceae Juss.	Wigandia Kunth	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Ortiga negra
Burseraceae Kunth	Bursera Jacq. ex L.	<i>Bursera copallifera</i> (DC.) Bullock	Copal
Burseraceae Kunth	Bursera Jacq. ex L.	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.	Guande
Burseraceae Kunth	Bursera Jacq. ex L.	<i>Bursera heteresthes</i> Bullock	Tecomac o Tecomaca
Cannabaceae Martinov	Celtis L.	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Ovofolia
Capparaceae Juss.	Capparis L.	<i>Capparis asperifolia</i> C. Presl	Tamarindillo
Capparaceae Juss.	Capparis L.	<i>Capparis indica</i> (L.) Fawc. & Rendle	Chico
Capparaceae Juss.	Morisonia L.	<i>Morisonia americana</i> L.	Desconocida
Caricaceae Dumort.	Jacaratia A. DC.	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Bonete
Convolvulaceae Juss.	Ipomoea L.	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose subsp <i>wolcottiana</i>	Casahuate

Erythroxylaceae Kunth	Erythroxylum P. Browne	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Ocotillo
Erythroxylaceae Kunth	Erythroxylum P. Browne	<i>Erythroxylum</i> sp	sp 5
Euphorbiaceae Juss.	Acalypha L.	<i>Acalypha filipes</i> (S. Watson) McVaugh	Arbustito
Euphorbiaceae Juss.	Achatocarpus Triana	<i>Acalypha cincta</i> Müll. Arg.	Ramón colorado o Cepillito rojo
Euphorbiaceae Juss.	Croton L.	<i>Croton flavescens</i> Greenm.	Nanche tres costillas
Euphorbiaceae Juss.	Jatropha L.	<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñoncillo
Euphorbiaceae Juss.	Sebastiana	<i>Sebastiania pavoniana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Lecherillo
Fabaceae Lindl.	Bauhinia L.	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de venado negro
Fabaceae Lindl.	Acacia Mill.	<i>Acacia</i> sp	Quiebra fierro
Fabaceae Lindl.	Acacia Mill.	<i>Acacia cochliacantha</i> S. Watson	Huizache lacio
Fabaceae Lindl.	Acacia Mill.	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache
Fabaceae Lindl.	Acacia Mill.	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Huizache
Fabaceae Lindl.	Acacia Mill.	<i>Acacia picachensis</i> Brandegee	Cuindora
Fabaceae Lindl.	Andira Lam.	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Quiringucua
Fabaceae Lindl.	Apoplanesia C. Presl	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl	Cansangre
Fabaceae Lindl.	Caesalpinia L.	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Cascabelillo
Fabaceae Lindl.	Caesalpinia L.	<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	Carahuate
Fabaceae Lindl.	Caesalpinia L.	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	Frijolillo
Fabaceae Lindl.	Caesalpinia L.	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	San Agustín
Fabaceae Lindl.	Dalbergia L. f.	<i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	Campinchirán
Fabaceae Lindl.	Enterolobium Mart.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Parota
Fabaceae Lindl.	Erythrina L.	<i>Erythrina lanata</i> Rose	Colorín
Fabaceae Lindl.	Haematoxylon L.	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil
Fabaceae Lindl.	Heteroflorum M. Sousa	<i>Heteroflorum sclerocarpum</i> M. Sousa	Ojo de perico
Fabaceae Lindl.	Indigofera L.	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Plumilla o Sosupe
Fabaceae Lindl.	Lonchocarpus Kunth	<i>Lonchocarpus</i> sp 1	Cagüirica
Fabaceae Lindl.	Lonchocarpus Kunth	<i>Lonchocarpus</i> sp 2	Cagüirica
Fabaceae Lindl.	Lonchocarpus Kunth	<i>Lonchocarpus</i> sp 3	Carambolo

Fabaceae Lindl.	Lysiloma Benth.	<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	Cuitaz
Fabaceae Lindl.	Mimosa L.	<i>Mimosa rosei</i> B.L. Rob.	Uña de gato
Fabaceae Lindl.	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Pinzán
Fabaceae Lindl.	Prosopis L.	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite
Fabaceae Lindl.	Senna Mill.	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Hediondillo
Fabaceae Lindl.	Senna Mill.	<i>Senna fruticosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Caca de gato
Fabaceae Lindl.	Senna Mill.	<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Hormiguillo
Fabaceae Lindl.	Senna Mill.	<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby	Mulato
Fabaceae Lindl.	Senna Mill.	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Bricho
Hernandiaceae Blume	Gyrocarpus Jacq.	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i> Domin	Tambola
Lamiaceae Martinov	Vitex L.	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Atuto
Malpighiaceae Juss.	Bunchosia Kunth	<i>Bunchosia palmeri</i> S. Watson	Nanche de perro
Malvaceae Juss.	Ceiba Mill.	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f. subsp parvifolia (Rose) P.E. Gibbs & Semir	Puchote
Malvaceae Juss.	Guazuma Mill.	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote
Malvaceae Juss.	Heliocarpus L.	<i>Heliocarpus occidentalis</i> Rose	Guazima
Malvaceae Juss.	Heliocarpus L.	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.	sp 7
Meliaceae Juss.	Trichilia P. Browne	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn.	Cascabelillo
Moraceae Gaudich.	Ficus L.	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Camuchina
Moraceae Gaudich.	Ficus L.	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuera blanca
Moraceae Gaudich.	Ficus L.	<i>Ficus pertusa</i> Kunth	Camuchina negra
Muntingiaceae C. Bayer, M.W. Chase & M.F. Fay	Muntingia L.	<i>Muntingia calabura</i> L.	sp Barranca
Opiliaceae Valetton	Agonandra Miers ex Benth. & Hook. f.	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.	Palo golpe
Polygonaceae Juss.	Coccoloba P. Browne	<i>Coccoloba liebmannii</i> Lindau	Palo perico

Polygonaceae Juss.	Ruprechtia C.A. Mey.	<i>Ruprechtia fusca</i> Fernald	Palo perico
Primulaceae Batsch ex Borkh.	Jacquinia L. Bonellia Bertero ex Colla	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Stähl & Källersjö	Limoncillo
Rhamnaceae Juss.	Karwinskia Zucc.	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Cerecillo
Rhamnaceae Juss.	Ziziphus Mill.	<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	Corongoro
Rubiaceae Juss.	Cephalanthus L.	<i>Cephalanthus occidentalis</i> L.	Jazmín
Rubiaceae Juss.	Guettarda L.	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Gallinillo
Rubiaceae Juss.	Machaonia Bonpl.	<i>Machaonia acuminata</i> Bonpl.	Rubiacea
Rubiaceae Juss.	Machaonia Bonpl.	<i>Machaonia erythrocarpa</i> (Standl.) Borhidi	Corazón rojo
Rubiaceae Juss.	Randia L.	<i>Randia nelsonii</i> Greenm.	Crucillo
Rubiaceae Juss.	Randia L.	<i>Randia</i> sp	Crucillo chino
Rutaceae Juss.	Zanthoxylum L.	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Rudillo
Salicaceae Mirb.	Casearia Jacq.	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Aguacatillo
Salicaceae Mirb.	Casearia Jacq.	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Amarillillo
Salicaceae Mirb.	Xylosma G. Forst.	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	Palo espino
Sapindaceae Juss.	Thouinia Poit.	<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	Zorrillo
Sapindaceae Juss.	Thouinidium Radlk.	<i>Thouinia serrata</i> Radlk.	Huesillo
Sapotaceae Juss.	Pouteria Aubl.	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Capire
Sapotaceae Juss.	Bumelia Sw.	<i>Bumelia</i> aff. <i>celastrina</i> Kunth	Reseda de campo
Solanaceae Juss.	Solanum L.	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Sosa
Urticaceae Juss.	Urera Gaudich.	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Ortiga
Urticaceae Juss.	Pouzolzia guatemalana (Blume) Wedd. Pouzolzia Gaudich.	<i>Pouzolzia guatemalana</i> (Blume) Wedd. var. <i>nivea</i> (S. Watson) Friis & Wilmot-Dear	Sal de cuajo
Verbenaceae J. St.-Hil.	Lippia L.	<i>Lippia myriocephala</i> Schltldl. & Cham.	Tepoja
Verbenaceae J. St.-Hil.	Lippia L.	<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Tecatudo

Anexo D. Conocimiento local sobre cambios en la vegetación ribereña (objetivo 3)

Se incluye el protocolo para desarrollar las dinámicas de grupos focales y las fotografías correspondientes.

xxxv. Protocolo de grupos focales.

Dinámica con grupos focales

Cambios y condición actual del corredor ribereño principal de una cuenca rural en el trópico seco de Michoacán (México)

Participantes:

- Pobladores de las localidades de El Olvido, Las Juntas de Poturo, Santa Rosa y La Candelaria (3 hombres y 3 mujeres por localidad) con un rango de edades entre 55 y 65 años y que hayan vivido en la localidad desde 1970, quienes participarán como entrevistados.
- Técnicos comunitarios de cada una de las localidades, quienes apoyarán con las dinámicas de levantamiento de información.
- Un ayudante para el desarrollo de las actividades.
- Estudiante que desarrolla la presente investigación, quien diseña y guiará las actividades correspondientes a la compilación del conocimiento local.

Objetivo general:

Identificar mediante el conocimiento local, las fuerzas conductoras de cambios en la cubierta y uso del suelo de diversos segmentos de arroyo. Éstos serán seleccionados por su distancia a los asentamientos, considerando dos sitios de muestreo dentro del corredor ribereño: (1) el más cercano al centroide del asentamiento de la localidad en cuestión; y (2) el más lejano, tomando un límite de distancia de 1 km.

Objetivos particulares:

Llevar a cabo una dinámica de grupos focales a partir de herramientas de mapeo participativo, en donde se buscará:

- Reconstruir los cambios en el paisaje a partir de los recuerdos de los pobladores de cada localidad.
- Registrar las causas que los participantes dan a dichos cambios.
- Observar si los pobladores asocian algún tipo de cubierta o práctica a los cambios en la vegetación ribereña.
- Reconocer si la vegetación ribereña, o alguna especie en particular dentro de la ribera, tiene algún valor de uso o cultural.
- Identificar si existen acuerdos, reglas o normas de uso de la vegetación ribereña.
- Detectar si existe un vínculo de pertenencia a los corredores ribereños (CR).

- Examinar si la legislación vigente, que señala que los cuerpos de agua son de propiedad Federal, influye en las decisiones locales relacionadas con los CR.

Dinámica general:

Se propone organizar la dinámica en cinco secciones:

PARTE 1: Presentación ante el grupo participante de la estudiante, del proyecto y de la actividad.

PARTE 2: Dinámica rompehielos.

PARTE 3: Observación *in situ* del corredor ribereño en dos sitios muestrales. Mostrar imágenes satelitales y fotografías aéreas para observar los cambios que ha habido desde 1974 hasta la fecha. Registrar recuerdos colectivos a partir de transectos temporales.

PARTE 4: Comer con los participantes. Entregar obsequios.

Programa de trabajo:

PARTE 1: Presentación (Apéndice I, Parte 1).

8:00 - 8:10 Esperar a que se reúna el grupo.

8:10 - 8:25 Presentarme: decir mi nombre, mi ocupación,, hablar del marco de las investigaciones y acciones que ha llevado a cabo el Grupo Balsas A. C., decir por qué me interesa estudiar los corredores ribereños, decirles lo que he hecho hasta ahora en la tesis, mostrarles los cambios que he encontrado. Decirles por qué estamos reunidos, aclarar que nadie sabe mejor que ellos qué es lo que pasó durante los últimos 40 años, y que por eso la información que puedan compartir es muy importante. Mostrar el mapa de sitios de muestreo. Describir la dinámica general a grandes rasgos. Preguntar si están de acuerdo con ésta. Preguntar si están de acuerdo con que grabemos lo que ellos digan.

8:25 - 8:40 Traslado hacia el primer sitio de muestreo.

8:40 - 8:50 Encontrar un lugar con sombra y acomodar el material (mesa pequeña, bancos, láminas de trabajo).

PARTE 2: Dinámica rompehielos (Apéndice I, Parte 2).

8:50 - 9:10 Dinámica rompehielos que consistirá en un juego narrativo. Hablar a grandes rasgos de la memoria colectiva.

PARTE 3: Observación del corredor ribereño (Apéndice I, Parte 3; Apéndices II y III).

9:10 - 9:30 Mostrar imágenes satelitales y fotografías aéreas para observar los cambios que ha habido desde 1974 hasta la fecha. Enseñar las respectivas digitalizaciones y mostrar contrastes.

9:30 - 9:40 Explicar la dinámica mostrando el material que se usará: una lámina con fotografías de un segmento de arroyo en las cuatro fechas que comprende el estudio; distintos íconos de tipos de uso de suelo y cubierta que puedan explicar las causas de los cambios más relevantes en el sitio.

9:40 - 11:00 Llevar a cabo la primer actividad de transectos temporales. Procurar destinar ~ 10 minutos a la caracterización del estado más antiguo, ~ 15 minutos a cada cambio dentro de las fechas del análisis y ~ 10 minutos a la caracterización del estado actual. Quedarían ~ 15 minutos para discutir (ya sea al final o después de cada cambio).

11:00 - 11:15 Traslado hacia el segundo sitio de muestreo.

11:15 - 11:45 ALMUERZO en el lugar de muestreo (Tacos de papa y frijol, aguas y refrescos).

11:45 - 12:00 Acomodo del material y preparación para retomar y repetir la dinámica.

12:00 - 13:30 Hacer la dinámica de transectos históricos para el lugar más alejado del asentamiento (1 km).

13:30 - 14:00 Concluir la actividad haciendo un recuento de lo observado y registrado, preguntar si quieren agregar algo más. Si da tiempo, se considera importante y los participantes están de acuerdo, hacer una línea del tiempo de eventos importantes en la localidad desde 1970.

PARTE 4:

14:00 - 14:15 Traslado al lugar en el que comeremos.

14:15 – 15:15 COMER CON LOS PARTICIPANTES.

15:15 - 15:30 Llevar a cabo un momento de reflexión y preguntarles si les parece que la actividad sirvió de algo, y para qué sirvió. Agradecimiento, entregar regalos. Fotos grupales.

Apéndice I: Estructura de la presentación y de la dinámica rompehielos. Descripción y justificación del recorrido por los corredores ribereños.

PARTE 1:

8:10 - 8:25 Presentación personal:

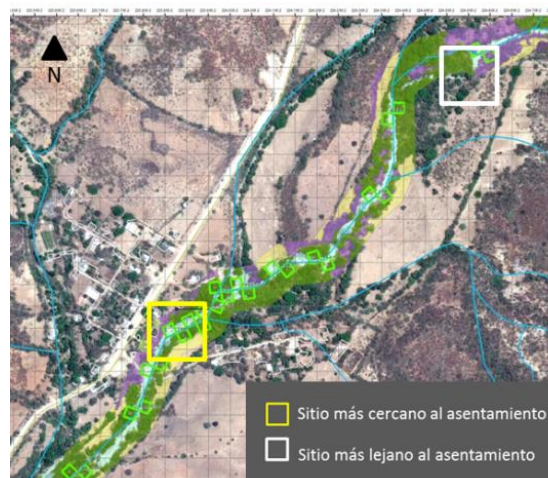
Presentación de acompañantes: Ana y Ezau.

Presentación personal: Buenos días, muchas gracias por estar aquí. Mi nombre es Carina y estudio en la UNAM, Ana es mi maestra y asesora de tesis, y Ezau ha venido a ayudarme en las dinámicas.

Bueno, les platico un poco más de mí, de porqué estamos aquí reunidos y de lo que vamos a hacer. Lo que estudio tiene que ver con el manejo de los recursos naturales, y a mí me interesa particularmente la vegetación que crece en las orillas de los ríos, pues cumple con muchas funciones. Para ello, he estado trabajando con fotografías aéreas de cuatro localidades, entre las que está... (decir la localidad que corresponda). Con estas fotografías he visto que ha habido muchos cambios, como que ahora hay menos cultivos, más casas y más vegetación en los arroyos. Y siendo la vegetación de los arroyos el tema principal de mi tesis, también me interesa saber cómo está la vegetación, y para eso vine hace unos meses a ver qué árboles hay, si son grandes o pequeños, entre otras cosas. Pero hay algo muy importante que no es fácil ver y que ustedes saben mejor que nadie, es por esto que les pedí que nos reuniéramos. Me interesa saber por qué cambia la vegetación de los arroyos, particularmente en la subcuenca del arroyo Poturo. Para tratar de responder esta pregunta, escogí dos lugares diferentes, uno muy cerca de las casas y otro alejado a 1 km. A esos dos lugares iremos a hacer algunas actividades. La idea es ver el lugar, y con ayuda de las fotografías aéreas, tratar de recordar porqué ha cambiado esa parte del arroyo.

–Mostrar el mapa de los sitios a los que iremos a hacer las actividades de mapeo participativo (Figura 1)–

Figura 1. Representación cartográfica del cauce del arroyo de mayor orden, con los sitios en los que se desarrollará la dinámica de grupos focales.



¿Están de acuerdo con dar inicio al recorrido? Bueno, también quisiera pedirles permiso para prender unas grabadoras de voz, pues me interesa mucho poder registrar lo que digan respecto a los cambios en el arroyo, y si lo escribiera, me perdería de más de la mitad ¿Están de acuerdo con que grabemos?

-En caso de estar de acuerdo, decirles que nos repartiremos tres grabadoras, para poder registrar lo que dicen, tanto mientras caminamos hacia los sitios de muestreo, así como durante las actividades. La idea es que el técnico comunitario, la persona que vaya de apoyo y yo, tengamos las grabadoras y caminemos con dos personas. Así, estaríamos repartidos en tres tercias-

Bueno, daremos inicio al recorrido entonces.

PARTE 2:

-Ya que estén los materiales acomodados (mesa, sillas y láminas), dar inicio a la dinámica-

8:50 - 9:10 Dinámica rompehielos:

Bueno, antes de empezar con las fotografías aéreas, vamos a relajarnos un poquito y vamos a recordar un poco cómo eran las cosas antes. Para eso, quisiera saber si ustedes se conocen desde hace tiempo y desde hace cuánto.

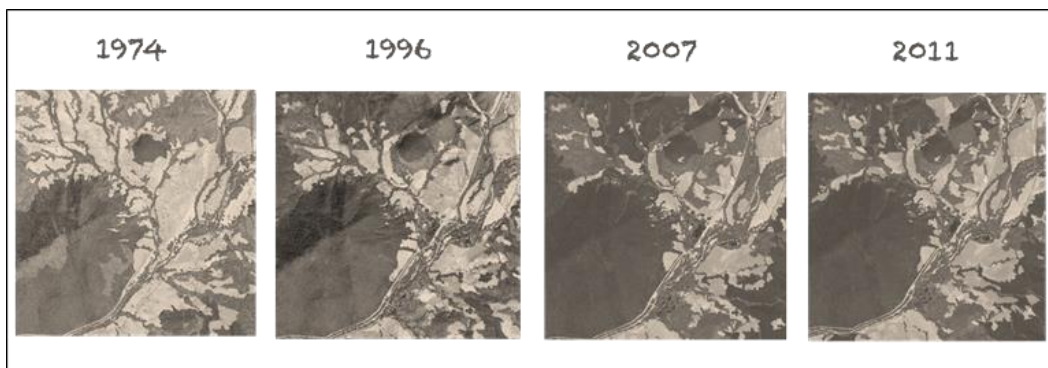
Mucho de lo que vamos a hacer el día de hoy, estará relacionado con recordar. Hay muchas cosas que hacemos diariamente de las cuales no nos acordamos, pero hay eventos importantes en nuestras vidas que difícilmente olvidamos... Por ejemplo, en qué año nacieron nuestros hermanos o hijos. También, cuando compartimos nuestras memorias, es más fácil recordar qué fue lo que pasó. Por eso es importante que entre todos vayamos reconstruyendo qué es lo que ha pasado en los últimos 40 años. Así que, si están de acuerdo, vamos a empezar a hacer memoria...

PARTE 3:

Primero les mostraré lo que he visto a partir de algunas fotografías aéreas de... (decir la localidad) y como pueden ver, son fotos de fechas diferentes, la más antigua es de hace 40 años aproximadamente.

-Acomodar las fotografías aéreas en orden cronológico sobre alguna superficie (Figura 2)

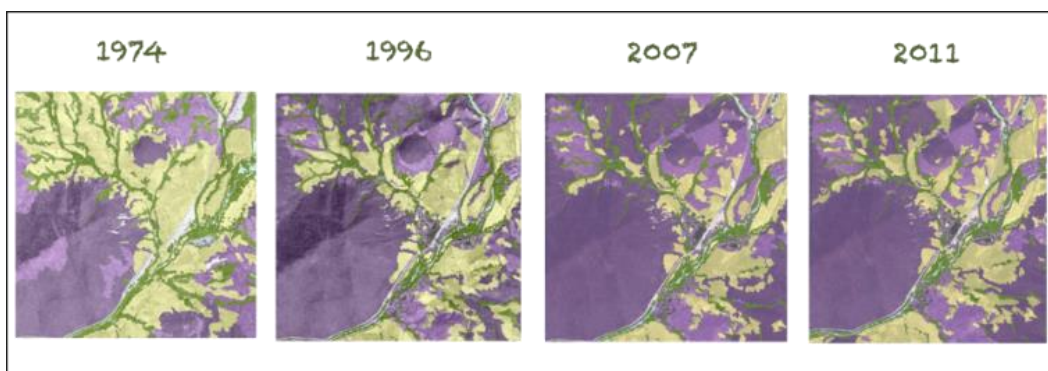
Figura 2. Ejemplo de cómo se verían las fotografías aéreas en orden cronológico.



Como pueden ver, a veces es difícil identificar a primera vista algunas cosas, es por eso que los geógrafos agrupamos las cosas, y a todo lo que cubre el suelo, le llamamos cubierta. Así, los cultivos son una cubierta, las casas son otra. Al agruparlas, las podemos pintar de colores. Yo agrupé todo lo que es selva con color morado, la vegetación de los arroyos con color verde y los cultivos con amarillo.

–Poner las digitalizaciones impresas en acetato para que tengan cierta transparencia (Figura 3)

Figura 3. Ejemplo de cómo se verían las fotografías aéreas con las digitalizaciones en acetatos.







Lo que encontré al comparar el tamaño de éstas cubiertas, es que antes había más cultivos que ahora y que la vegetación de los arroyos ha cambiado varias veces, primero era poca, luego aumentó, luego volvió a disminuir y ahora hay más. Para mí es muy importante saber qué es lo que ha provocado esos cambios, y ustedes lo saben mejor que nadie.

Así que, ahora les pediré que entre todos ustedes me ayuden a identificar las causas de los cambios en el territorio. Estamos en la zona del arroyo más cercana a las casas, y lo que haremos es que veremos las imágenes de ésta zona, y ustedes nos contarán cuáles son las causas de los cambios en cada fecha.

Traemos también, unas estampas con causas probables de estos cambios. Se separan en causas naturales, causas del uso del territorio y decisiones tomadas, ya sean dentro de la localidad entre ejidatarios o vecinos, o al aceptar algún apoyo del gobierno (Figura 5).

La idea es que tratemos de manejar ciertas cantidades para cada causa, como poco, más o menos o mucho. Así, si lo que cambió de una fecha a otra es que cada vez hubo más vacas, podemos decir que hubo más vacas pero pocas (1 sola estampa de vaca), más vacas, pero ni muchas ni pocas (2 estampas) y muchas vacas (4 estampas). También puede ser que las vacas hayan disminuido, así que pondremos una sola estampa de vaca y a un lado le dibujaremos una flecha hacia abajo. Y después ustedes nos dirán por qué hubo más o menos vacas y si eso afecta la vegetación del río y por qué (Figura 4).

Figura 4. Ejemplo de contabilidad de causas de cambio.

poco	
más o menos	
mucho	
menos	

La idea es que vayamos por partes, y primero observemos las fotografías, ustedes traten de recordar y entre todos se llegue al acuerdo de qué causas de las que traemos en estampas, pudieron cambiar las cubiertas, y si no traemos una estampa que lo diga, pues lo anotamos en un cuadrito y lo pegamos (Figuras 5, 6 y 7).

-Conforme se vayan narrando los recuerdos colectivos, haré las preguntas previstas que estén relacionadas con lo que ellos vayan diciendo (Apéndice II). En cada lugar de muestreo se desplegará la lámina correspondiente y se entregarán los íconos explicativos a los entrevistados, para que entre todos reconstruyan el momento que se pretende analizar-

Figura 5. Íconos de posibles causas de los cambios en los corredores ribereños.


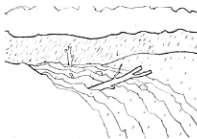










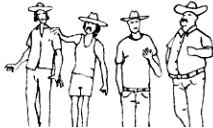

Causas naturales	<p>especies invasoras</p> 	<p>inundación</p> 	<p>revegetación</p> 	<p>sequía</p> 
Causas del uso del territorio	<p>casas</p> 	<p>cultivos</p> 	<p>incendios</p> 	<p>reforestar</p> 
Causas institucionales	<p>cercas</p> 	<p>extracción de leña</p> 	<p>ganado</p> 	<p>programas del gobierno</p> 
		<p>acuerdos</p> 	<p>desacuerdos</p> 	

Figura 6. Íconos de magnitud y dirección para ayudar a identificar los tipos y la proporción de los cambios.






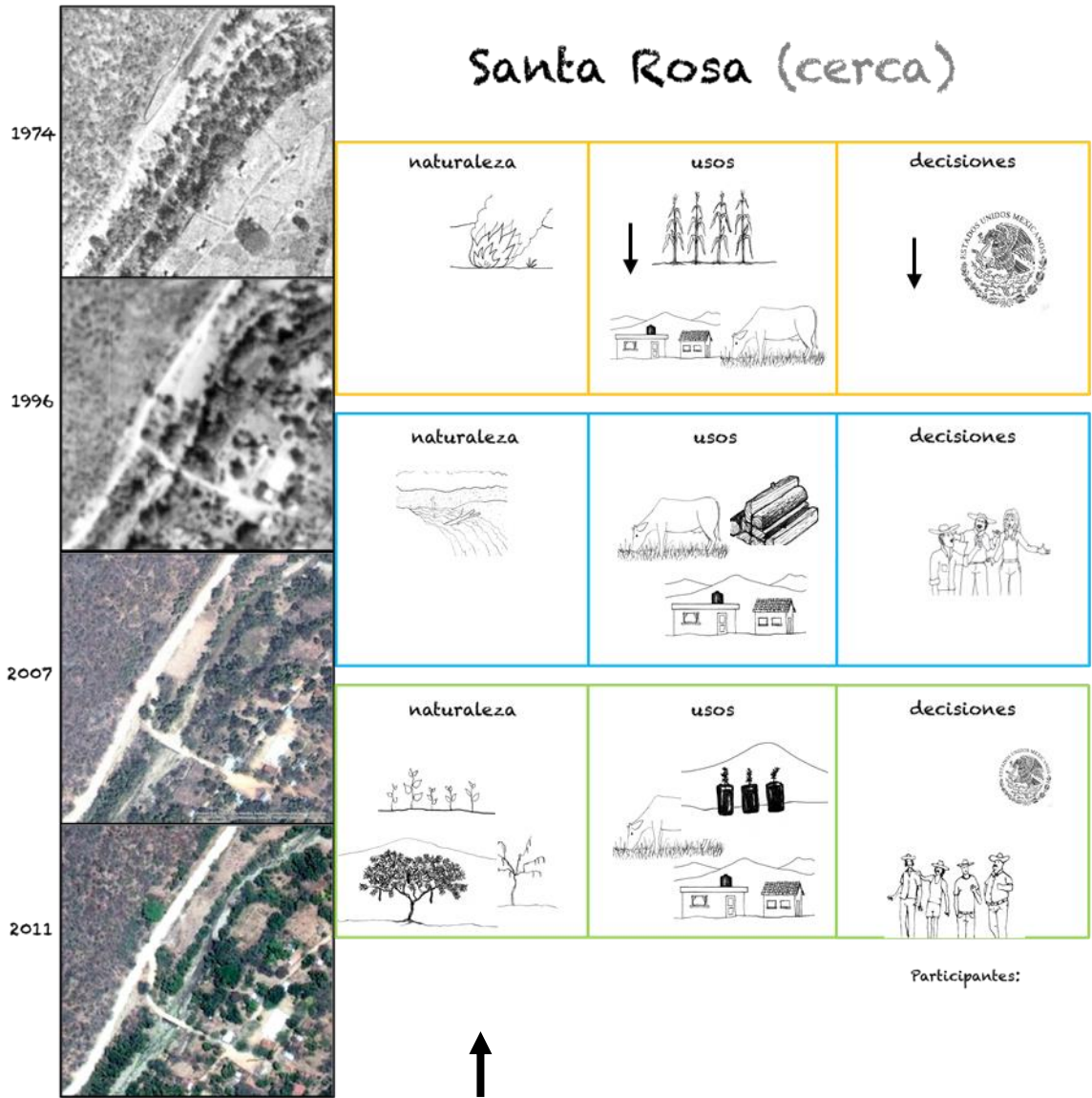
Flechas de magnitud para cambios totales de una fecha a otra	<p>cambio grande</p> 	<p>cambio mediano</p> 	<p>cambio pequeño</p> 
Flechas de dirección para indicar si una actividad aumentó o disminuyó	<p>aumentó</p> 	<p>disminuyó</p> 	

Figura 7. Ejemplo preliminar de cómo se podría ver la lámina con la información compartida por los entrevistados.



En este espacio también se anotará qué cambios perciben en la actualidad, para eventualmente relacionarlos con los datos de comunidades vegetales colectados previamente

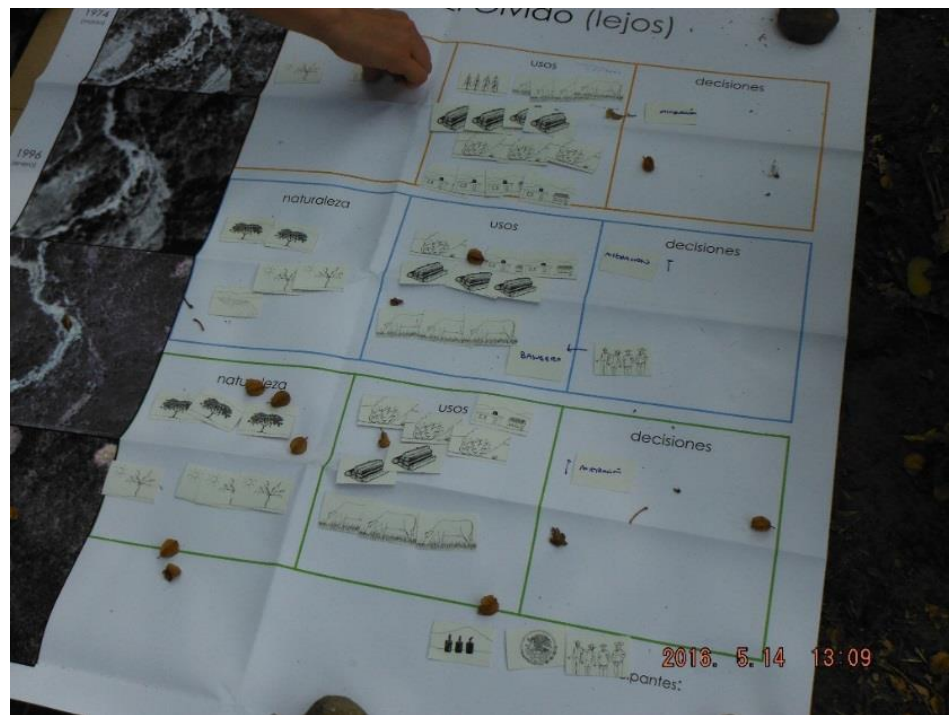
Apéndice II: Instrumento de entrevista semiestructurada.

	¿Qué quiero saber?	¿Cómo lo voy a preguntar?	¿Para qué lo quiero saber?	¿Cuáles son las posibles respuestas?
	Cuáles son los cambios que perciben desde 1970	¿Recuerdan cómo era (la localidad) hace 10 años? ¿Y hace 20? ¿30? ¿40? ¿Más o menos cuántos años tenían en esas fechas? ¿Qué eventos importantes recuerdan? ¿Les viene algún recuerdo sobre cómo era el paisaje en ese entonces? ¿Cómo eran los cultivos? ¿Y las casas? ¿Cuánto ganado había? ¿Qué tanta migración? ¿Recuerdan los arroyos en ese entonces? ¿Cómo era su vegetación? ¿Hay algo más que quieran agregar?	Para caracterizar el sitio de estudio de acuerdo a las memorias compartidas por los entrevistados.	Pueden dar descripciones detalladas de algunas cosas y de otras no tanto.
	Cuáles creen que sean las causas de dichos cambios	De acuerdo a sus respuestas, preguntar: ¿Por qué creen que ahora haya más o menos de ésta o aquella cubierta o uso? ¿Qué consecuencias ha tenido esto?	Para empezar a asociar los cambios con procesos históricos colectivos	Puede ser que respondan que el trabajo en el campo no es redituable, y que hubo procesos de migración generalizados.
	Si hay alguna cubierta o actividad que afecte a la vegetación ribereña (VR)	¿Creen que haya alguna actividad que afecte la vegetación de las orillas? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué?	Para identificar si ellos han observado las consecuencias de algunos usos sobre los arroyos.	Puede ser que respondan que la agricultura, el libre pastoreo y los potreros o corrales.
	Si hay fenómenos naturales que afecten la VR	¿Hay algo más que afecte la vegetación de los arroyos? ¿Qué le pasa a la vegetación cuando los arroyos se inundan? ¿Es frecuente que se inunden? ¿Antes era más frecuente o ahora? ¿Recuerdan alguna inundación muy fuerte? ¿Cuándo fue? ¿La vegetación se tardó en recuperarse?	Para registrar si ha habido algún cambio en los patrones de inundación y saber qué tanto afecta.	Seguramente se acordarán muy bien de las inundaciones más fuertes.

	¿Qué quiero saber?	¿Cómo lo voy a preguntar?	¿Para qué lo quiero saber?	¿Cuáles son las posibles respuestas?
	Si la VR tiene algún nombre local	¿Ustedes le dicen de alguna manera a la vegetación que crece en las orillas de los arroyos? Si es así ¿Cómo le llaman?; ¿Para ustedes es importante ésta vegetación? ¿Por qué?	Para saber si hay algún valor asociado a ésta.	Que sí lo haya. Que no lo haya.
	Si la VR y los arroyos tienen un uso particular y si son importantes para ellos	¿Ustedes usan la vegetación que crece cerca de los arroyos? ¿Qué usos les dan?; ¿Hay algún árbol particular que crezca ahí y en ningún otro lugar, que ustedes usen para algo en especial? ¿Para qué? ¿Si la encuentran en el arroyo, la dejan crecer para aprovecharla?; ¿La vegetación que crece en las orillas de los arroyos es importante para ustedes? ¿Por qué?; ¿Ustedes visitan con frecuencia los arroyos? Si es así ¿Qué actividades hacen? ¿Nadan? ¿Pescan? ¿Extraen suelo o materiales del arroyo? ¿Usan el agua del arroyo?	Para empezar a relacionar la importancia de uso con el manejo.	Que sí lo es. Que no lo es. Si usan alguna en particular, lo mencionarán.
	Si existen normas de uso de la vegetación ribereña	¿Se puede talar la vegetación de las orillas de los arroyos? ¿Por igual o hay algunas plantas o árboles que no?; ¿El ganado puede ir libremente hacia los arroyos? ¿A todos? Si no es así, ¿A cuáles no? ¿Por qué? ¿Han notado que la presencia del ganado en los arroyos tenga alguna consecuencia? ¿Cuál o cuáles?	Para saber si dichas normas propician algún estado de conservación o degradación de las comunidades vegetales.	Es igualmente probable que las haya o no. O que algunos digan que sí y otros que no.

	¿Qué quiero saber?	¿Cómo lo voy a preguntar?	¿Para qué lo quiero saber?	¿Cuáles son las posibles respuestas?
	Si existen normas de uso de la vegetación ribereña (continuación)	¿La comunidad ha discutido algo sobre el uso de las barrancas? Si es así ¿Qué han acordado? ¿Por qué?; ¿Hay algo relacionado al uso de barrancas en lo que estén en desacuerdo? ¿En qué? ¿Por qué?; ¿Cómo se ponen de acuerdo para éstas normas? ¿Hay alguien que se encargue de vigilar su cumplimiento? ¿Quién? ¿Hay algún documento con éstos acuerdos?; ¿Ha habido conflictos por el uso de los arroyos o el uso de su vegetación? ¿Cuáles?	ídem	ídem
	Si existe algún vínculo de pertenencia a los corredores ribereños	¿Los arroyos le pertenecen a alguien? ¿A quién o a quiénes?; He visto que hay casas cerca del arroyo más grande, los dueños de esas casas ¿se apropian de segmentos del arroyo? En caso afirmativo ¿Por qué? ¿Esto le afecta a alguien? ¿Por qué?, ¿Hacen algo al respecto? ¿Qué?	Para identificar si el sentido de pertenencia influye o no en el uso del corredor ribereño.	Pueden decir que son no son de nadie, o que son de algunos con propiedades cercanas al arroyo.
	Si la legislación vigente, que señala que los cuerpos de agua son de propiedad Federal, influye en las decisiones relacionadas con los corredores ribereños.	¿Conocen alguna ley que tenga que ver con el uso de los arroyos? ¿Cuál?; ¿Alguna vez el gobierno municipal o estatal han intervenido en el uso de los arroyos? ¿Cómo lo han hecho? ¿Esto ha generado algún conflicto? ¿Por qué?	Para identificar si la ley aplica de manera tangible o si está lejos de influir en el uso de los corredores.	Es muy probable que reconozcan que hay una ley que dice que los cuerpos de agua son propiedad de la Federación (aunque en términos prácticos no sean de nadie). Es igualmente probable que mencionen o no, alguna intervención.

xxxvi. Fotografías de la dinámica de grupos focales en el Sector Alto-El Olvido.



xxxvii. Fotografías de la dinámica de grupos focales en el Sector Medio-Las Juntas de Poturo



xxxviii. Fotografías de la dinámica de grupos focales en el Sector-Medio Santa Rosa.



xxxix. Fotografías de la dinámica de grupos focales en el Sector Bajo-La Candelaria.

