



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN GEOGRAFÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
GEOGRAFÍA AMBIENTAL

Caracterización de silvofacies en las Áreas de Valor Ambiental
con categoría de barranca de la alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México,
con fines de restauración ecológica forestal.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

AMEYALLI PÉREZ HERNÁNDEZ

Director de Tesis:

Mtro. José Antonio Quintero Pérez
Instituto de Geografía

Ciudad Universitaria Cd.Mx.,

junio, 2019



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.

	CONTENIDO	PÁG.
1.	INTRODUCCIÓN	
	Restauración Ecológica en el ámbito urbano de la Ciudad de México.	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
	Restauración del paisaje forestal en las AVA con categoría de barranca.	3
	Ecología del paisaje como marco metodológico	4
	Del geosistema a la silvofacie	4
3.	ANTECEDENTES	7
4.	JUSTIFICACIÓN	18
5.	HIPÓTESIS	18
6.	OBJETIVOS	19
7.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	20
	Ubicación	20
	Geología	24
	Litología	26
	Geomorfología	26
	Clima	33
	Hidrología	35
	Edafología	40
	Biodiversidad	42
	Aspectos socio territoriales	44
8.	MÉTODO	49
	Diseño experimental	49
	Diagrama de flujo	50
	Muestreo	51
	Trabajo de campo	52
	Trabajo de gabinete	56
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
11.	BIBLIOGRAFÍA	100
12.	ANEXOS	105

1. INTRODUCCIÓN

Restauración ecológica en el ámbito urbano de la Ciudad de México.

En las ciudades el cambio de uso de suelo es un proceso muy drástico y dinámico, provocados por las actividades extractivas y productivas de los grupos humanos. Los cambios configuran un paisaje que tiende a perder, casi por completo las características que se tenían previas a la ocupación humana y se da paso a la urbanización. Bajo esta compleja interacción entre los procesos naturales y humanos, cabe preguntarse si las ciudades son objetos de estudio de la restauración ecológica.

Si bien, las distintas definiciones de “Restauración Ecológica” comparten la noción del restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado o destruido (SER, 2004), e incluso se reconoce la existencia de socio ecosistemas, como aquellos paisajes transformados que integran fragmentos con diversos usos de suelo y que aportan diversos servicios ambientales a la humanidad (Clewel y Aronson, 2007), la restauración urbana sigue siendo un gran reto (Ingram, 2008), justamente porque los elementos naturales que quedan inmersos entre las infraestructuras urbanas, como en el caso de las barrancas, están determinados por la dinámica antrópica.

Al poniente de la Ciudad de México (CdMx), existe un amplio sistema de barrancas, que forman parte de la Sierra de las Cruces; muchas de las cuales han quedado insertas en el tejido urbano y aunque aún guardan ciertos elementos de valor ecológico, las acciones que evitan su deterioro y fragmentación son a todas luces insuficientes. En las Áreas de valor Ambiental con categoría de barranca (ver **Anexo 6**), es recomendable que se consideren procesos de restauración debidamente sustentados para agilizar la recuperación de estos socioecosistemas, ante la presión del crecimiento urbano (Mendoza-Hernández, 2013) así como de los servicios ecosistémicos emanados de ellos, fundamentales para la viabilidad de la ciudad.

De acuerdo con la Ley de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, las barrancas son depresiones geográficas que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico, sobre todo en el contexto urbano.

Aunque estos sitios son parte del patrimonio natural con que cuenta la CdMx, existe en ellas un claro deterioro ecológico que obedece a la acumulación de diversos factores, los cuáles no se pueden deslindar del abandono y falta de interés político como consecuencia del desconocimiento del verdadero valor ambiental que tales espacios representan.

En la CdMx existen algunas experiencias relacionadas con la restauración de socio ecosistemas, como los intentos de sanear el Río Magdalena, entre los más conspicuos, sin embargo, tales experiencias no han logrado insertarse en la agenda política de manera transversal; aquí se propone abordar la restauración ecológica en el mosaico urbano de la CdMx, a la luz de ciertos fenómenos como un escenario de prioridades a atender:

1. Actualmente el 80% de la población nacional vive en medios urbanos (INEGI, 2008), los cuales carecen de planificación, por lo que la demanda de servicios y la tendencia a la expansión, son consecuencias que tienen una manifestación a través de las presiones que generan en los ecosistemas naturales próximos y lejanos. Por su historia, la CdMx resulta ser el ejemplo más conspicuo del país bajo estas condiciones.

2. Los ecosistemas naturales del país están tan fragmentados, que su mantenimiento bajo las presiones de una población humana (urbana) en aumento, puede derivar en la degradación y pérdida de ellos a mediano plazo, redundando en condiciones ambientales adversas o al menos poco gratas para los habitantes del país. Hasta el año 2007, alrededor de 29% de la cubierta de vegetación natural original en México se había transformado en otros usos del suelo. Para ese año, los ecosistemas que habían perdido un mayor porcentaje de su superficie original fueron las selvas (42%), seguidas por los bosques mesófilos de montaña (40%), los bosques templados (27%) y los matorrales (10%), con implicaciones para la seguridad ambiental, la estabilidad socioeconómica y el desarrollo sustentable (Conabio, 2012).
3. Es preciso tener en consideración los posibles escenarios que el cambio climático puede provocar en la movilidad y concentración de las poblaciones humanas, pero también en las poblaciones de especies que componen la flora y fauna de los distintos ecosistemas, que representan el capital natural efectivo para una localidad y el patrimonio con que puede enfrentar al calentamiento global.
4. La crisis del petróleo comienza a evidenciar cada vez más, la necesidad de contar con fuentes de energía alternativas con capacidad de suministro masivo, lo que conduce a una necesaria revisión de las demandas reales y prioritarias de energía, en donde las megaciudades resultan ser los territorios menos adaptables a los cambios en los paradigmas energéticos, pero son posiblemente los más vulnerables a la contaminación.
5. Como consecuencia del aspecto anterior, la capacidad de abasto de alimentos, se suma a la responsabilidad ética de garantizar la calidad de los mismos en términos de inocuidad y valor nutricional para la población.
6. El centro del país, donde ha tenido lugar esta continua urbanización desde siglos atrás, es el que mayor pérdida de biodiversidad registra, provocando que los relictos de ecosistemas que van quedando a su paso (generalmente parches muy reducidos en franca competencia frente a especies invasoras), se constituyan como el Patrimonio Natural con que cuenta esta región, en el más estricto sentido de la herencia, sin el cual, la vida sin duda se tornará cada vez más cara y hostil, dando lugar al consumo intensificado de los ecosistemas naturales que aún persisten en el resto del territorio nacional.

Visibilizar las consideraciones señaladas en un contexto de prioridades, hace que la restauración ecológica de entornos degradados por la urbanización, cobre un sentido trascendental, pues es una estrategia capaz de articular la solución de estos y otros aspectos relevantes en diferentes escalas de tiempo, toda vez que la restauración plantea intervenciones para que estos ambientes modificados aporten los bienes y servicios ambientales de los que depende la población humana (Arriaga, *et al*, 2014).

El presente trabajo parte de los principios de la Ecología del Paisaje (EP), para desarrollar un método de caracterización de unidades de paisaje forestal o silvofacies, útil para propiciar la restauración de la vegetación y sus servicios ambientales en las barrancas de la CdMx.

Se considera que los planteamientos de la EP, en tanto estudio de los patrones de comportamiento y distribución espacial de los ecosistemas, son una herramienta adecuada para abordar el conocimiento del patrimonio natural que se manifiesta en el sistema forestal de las barrancas de la CdMx. Ya que, el conocimiento adquirido por este recurso, permite “restaurar la habilidad para equilibrar las fuerzas tecnológicas y naturales” (Zonneveld, 1995 en Aguilar 2006) ofreciendo la posibilidad de moldear el medio ambiente en óptimas condiciones para el uso humano, pero sin deteriorar el ecosistema. (Aguilar, *Op cit*).

2. MARCO TEÓRICO

Restauración del paisaje forestal en las AVA con categoría de barranca.

La Restauración Ecológica (RE), se plantea “asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”, en un esfuerzo práctico por recuperar las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región, entendiendo que la recuperación de las dinámicas naturales no será total sino de algunos elementos básicos de la estructura, composición y función, de acuerdo con las condiciones actuales (Carabias, *et al*, 2007).

La restauración de ecosistemas degradados se establece como el tercer objetivo de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (Conabio, 2012), definiendo como su segunda línea de acción la rehabilitación y restauración de ecosistemas terrestres, cuyas metas son:

- Mantener zonas urbanas con corredores biológicos existentes o potenciales para la conservación de especies vegetales nativas.
- Identificar e incluir las especies nativas adecuadas, en las paletas vegetales de los programas de restauración urbana y rural en estados y municipios.

La más importante implicación de este objetivo para la Ciudad de México, es la de sustentar los esfuerzos de restauración ecológica de su patrimonio natural, el cual debe ser entendido como los bienes y servicios ambientales susceptibles de ser heredados a las generaciones futuras. Conocer el patrimonio natural que constituyen las AVA, es un ejercicio que supone aprender las relaciones y vínculos que sostienen la vida no sólo para el ser humano, sino para el resto de las especies de manera integral (SCGDF, 2010) y que emergen o pueden emerger de estas porciones del entramado urbano.

En ese sentido, cobra pertinencia el concepto de restauración del paisaje, definido como “un proceso planificado que tiene como objetivo recuperar la integridad ecológica y mejorar los paisajes deforestados o degradados para el bienestar humano” (Nellemann y Corcoran, 2010), puesto que da cobijo a una gama más amplia de problemas y necesidades para recuperar y mantener los socioecosistemas y en buena medida, da pie para justificar una mayor variedad de intervenciones útiles a la conservación, a la prevención de riesgos ambientales y a la restauración (Arriaga, *Op Cit*).

Por otra parte, de acuerdo con el Centro Internacional para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR); la restauración forestal es una actividad deliberada que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies de interés del ecosistema de referencia (Murcia y Guariguata, 2014 en Vanegas 2016). La restauración forestal, a través de distintas herramientas, logra el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original. La ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de México expresa que este proceso engloba el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución (Artículo 7), (Vanegas, 2016).

Echando mano de todas estas referencias conceptuales es como se construye la noción de restauración del paisaje forestal, ya que acota adecuadamente los alcances del presente trabajo, pues en él se implica el reconocimiento de que el estudio y las intervenciones concluyentes, están dirigidas al componente forestal del socio ecosistema que constituyen las AVA, en donde es válido incorporar diferentes

estrategias para la recuperación de servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar humano, las cuales, desde el enfoque de la restauración ecológica estricta no lo serían.

Ecología del paisaje como marco metodológico.

Troll introdujo el término “ecología del paisaje” en 1939, con la intención de relacionar las estructuras espaciales objeto de la geografía con los procesos ecológicos. En este contexto, el paisaje se considera como la aproximación espacial del ecosistema (Richard, 1975 en Burel, *et al*, 2002).

La Ecología del Paisaje (EP), estudia los paisajes naturales y antroponaturales (equivalentes a los socioecosistemas desde el punto de vista de la restauración ecológica), con el objetivo de crear un medio de hábitat y de trabajo que sea adecuado para los seres humanos. Le es propio el enfoque ambiental, dirigido a la solución de los problemas de la optimización de los paisajes, a la elaboración de los principios y los métodos del uso ecológicamente racional de sus recursos, a la conservación de la diversidad biológica, los valores (recreativos, históricos, culturales, estéticos y de otro tipo), y las propiedades estructuro-funcionales de los geosistemas utilizables en las actividades socioeconómicas, necesarios para el Desarrollo Sustentable.

Las primeras definiciones del paisaje en ecología son las de Bertrand (1975) y Forman y Gordon (1986). No obstante, para los fines del presente estudio, se parte de la definición de paisaje como “Un nivel de organización de los sistemas ecológicos, superior al ecosistema, que se caracteriza por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas y que existe independientemente de la percepción”, por lo cual, la gama de escalas consideradas se reduce de algunos cientos de km² a algunas hectáreas.

El paisaje puede caracterizarse por su organización, su heterogeneidad, su diversidad y su dinámica en sus relaciones espaciales. Este conocimiento del paisaje se confronta con la organización ecológica para relacionarla con la estructura espaciotemporal del paisaje. Para comprobar las relaciones espaciales entre las características ecológicas y las estructuras paisajísticas, es indispensable la utilización de variables métricas (proximidad, orientación, exposición) y topológicas (adyacencia, coincidencia, sobreposición): pero antes de ello es necesario localizar espacialmente los elementos paisajísticos, nombrarlos y clasificarlos. La definición de objetos y eventos de estudio espaciales constitutivos de la estructura paisajística, y comunes a varias disciplinas, es crucial en el proceso de investigación.

De acuerdo con lo anterior, la cartografía es la herramienta básica para la representación del paisaje. Con ella, se trata de identificar las unidades ecológicas y espaciales, cuya ontología deriva de cierto grado de homogeneidad relativo a uno o varios atributos del territorio. La cartografía de los sistemas ecológicos exige un inventario ecológico completo y relativamente detallado. Incluso si no figuran directamente en el mapa, los tipos ecológicos (unidades elementales del paisaje) deben ser analizados y clasificados; su conocimiento es esencial para conferir una dimensión ecológica a la cartografía, con lo cual es posible describir los paisajes de un territorio a una escala dada, constituyendo un cuadro de referencia a su determinismo ecológico y entonces da acceso naturalmente a los problemas de ordenación del territorio y de planificación ecológica (Burel, *et al*, 2002).

Del Geosistema a la Silvofacie

Desde el enfoque de la ecología del paisaje, resulta útil el sistema taxonómico de áreas diseñado por Bertrand (1978), compuesto de seis niveles jerarquizados: zona, dominio, región natural, geosistema, geofacies y geotopo; cada uno de los cuales se diferencia por su escala dimensional y por el peso relativo de los componentes geoecológicos (morfoestructura, clima, aguas, relieve, vegetación, suelos y antropismo).

La noción de geosistema es muy útil para designar un sistema geográfico natural homogéneo ligado a un territorio (Baudry, 2002), donde se manifiestan simultáneamente los procesos de la dinámica transformadora humana y la estabilizadora u homeostasis del ecosistema, (Mateo, *et al*, 2012); se caracteriza por una morfología, es decir, por una serie de estructuras espaciales, verticales (geohorizontes) y horizontales (geofacies), un funcionamiento y un comportamiento (dinámica y evolución) específico (Bertrand, 1978 en Burel, *et al*, 202). Sus dimensiones son expresables en términos de km², (Bertrand, 1968 en García, 1998).

Las geofacies son formas del relieve de detalle sujetas al influjo de topoclimas y distinguibles por un cierto tipo de expresión natural o humana. Según Bertrand (1968) este nivel escalar consistente en cientos de m², es en el que se obtiene la mejor síntesis del medio y en el que se ha de fundar la operatividad del análisis geográfico integrado.

Las geofacies conforman el nivel más adecuado para observar las interacciones entre los componentes más sensibles del complejo territorial, ya que constituyen unidades de escala dimensional reducida, coincidentes con paisajes elementales (o unidades de paisaje), que conforman al geosistema, y que no son sino la expresión de sus distintos “estados de evolución”, distintas etapas seriales que tienen como referencia un mismo paisaje clímax y que están más o menos próximas a él (Muñoz, 1998 en García, 1998). Un fenómeno que desde la Ecología se denomina sucesión ecológica, pero que llevado al análisis espacial se observa en diferentes estadios a través del territorio.

Aplicando el concepto de geosistema al bosque urbano, donde el análisis del sistema forestal ocupa un lugar privilegiado por considerarse un factor integrador del medio (Long, 1974) y partiendo de la dificultad de encontrar paisajes naturales prístinos, se define al silvosistema como una coproducción de la naturaleza y la sociedad en una relación espacio temporal.

De esta manera, las silvofacies se expresan como subconjuntos del silvosistema y ocupan superficies modestas, del orden de algunas decenas a varias centenas de hectáreas. A esta escala de estudio, los datos locales llegan a ser discriminantes: topografía, formaciones superficiales y suelos, reserva de agua; así como la sucesión de tratamientos silvícolas impuestos a la comunidad vegetal.

Las silvofacies constituyen la unidad fundamental de una cartografía a gran escala (de 1:25.000 a 1:5.000), equivalentes a una Unidad de Paisaje, que es la célula elemental de información y análisis para la evaluación (Galochet, *Op cit*) de los factores físicos y las potencialidades de los territorios (Burel, *Op cit*)

Recordemos que la restauración y la rehabilitación de bosques se llevan a cabo en territorios en los que la pérdida de la cobertura vegetal ha provocado una disminución de la calidad de los servicios ecosistémicos. Su finalidad es fortalecer la resiliencia de zonas y paisajes forestales y, por lo tanto, mantener abiertas las futuras opciones de ordenación y gestión territorial (Vanegas, 2016).

Teniendo presentes dichos objetivos, los conceptos de silvosistema y de silvofacies pueden emplearse para satisfacerlos de una manera más particular, ya que designan porciones de espacios caracterizadas por combinación de elementos físicos, cobertura vegetal e intervenciones humanas.

En términos de lo que se ha descrito antes, a las microcuencas Vista Hermosa y Dolores, donde se insertan las barrancas de la Alcaldía de Miguel Hidalgo (barrancas Barrilaco, Bezares-El Castillo y Tecamachalco en la primera y barranca Dolores en la segunda - Figuras. 7.27 y 7.28-), les correspondería la jerarquía de silvosistemas. Esta decisión se basa en el hecho de que una cuenca hidrográfica es un área limitada físicamente por su topografía, en donde las aguas superficiales son drenadas por una corriente o sistema de corrientes, de caudal continuo o intermitente, que pueden

desembocar en un río principal, en una laguna o bien directamente en el mar. En los trabajos de conservación y restauración de ecosistemas es considerada como la unidad de planeación (Franquet, 2005 en Vanegas, 2016). - Las características propias de una cuenca son la forma, el tamaño, el relieve y la vegetación -.

Mientras que, las silvofacies que conforman dichos silvosistemas, (en la superficie propia de las barrancas), corresponderían a unidades de paisaje, distinguibles conforme a su composición (tipos de elementos que la unifican), estructura (configuración física: distribución horizontal y estratos verticales de dichos elementos) y procesos (flujo de organismos, materiales o disturbios a través del mosaico), (Gutzwiller, 2002).

Desde esta perspectiva, el conocimiento de los atributos sistémicos de las silvofacies: estructura, composición, funcionamiento; resultan ser el punto de partida para la generación de propuestas de restauración ecológica mediante la articulación paisajística de las silvofacies conservadas y las silvofacies degradadas de dichas microcuencas.

3. ANTECEDENTES

Debido a que la mayor parte de la superficie que constituye el sistema de barrancas del poniente de la Ciudad de México se encuentra deteriorado, es difícil definir el Paisaje Forestal de referencia para las AVA de la alcaldía Miguel Hidalgo.

Los registros con los que se cuentan son testimonio de que el fenómeno de degradación ecológica por causas antrópicas es muy antiguo. Basta observar el dibujo de Chapultepec que aparece en el mapa de *México-Tenochtitán y sus contornos hacia 1550* (Mapa de Uppsala), en donde destaca, para los fines de este trabajo, la presencia de áreas deforestadas, las cuales aparecen como formaciones cerriles, que bien pueden corresponder con la zona de barrancas objeto de estudio, que se encuentra, lo menos, a una altitud de 100m aproximadamente con respecto a la Parroquia de San Miguel. Ver figuras 3.1 y 3.2.

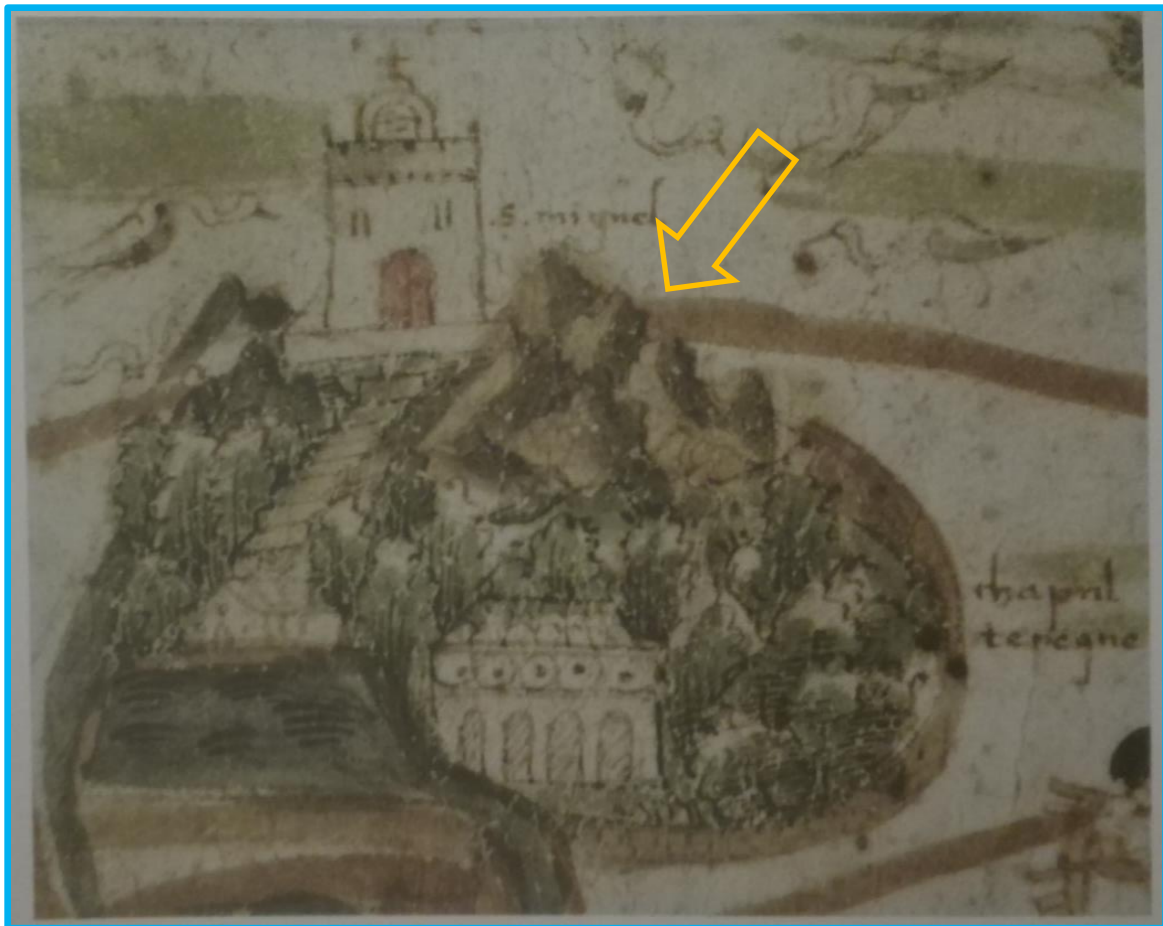


Fig. 3.1 Porción de la Lámina B del Mapa de Uppsala, (zona occidental de México-Tenochtitlan) en donde se ubica Chapultepec, con la iglesia de San Miguel, el manantial y el inicio del acueducto que llega al centro de la ciudad. Nótese el contraste en la vegetación que se observa en la parte más baja en relación con las formaciones cerriles de color café... “lo que muestra que ya están deforestadas”...(León-Portilla, *et al*, 1016).

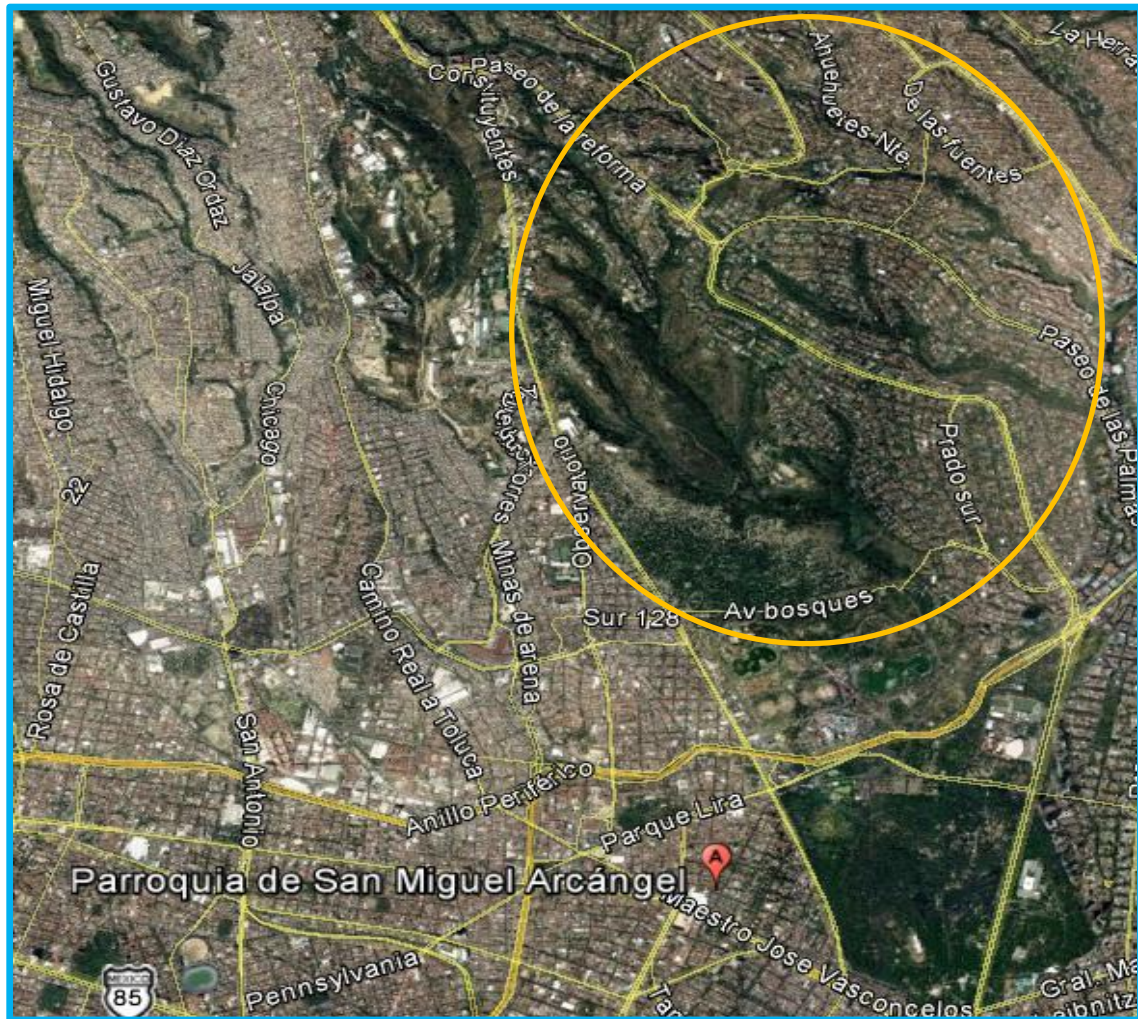


Fig. 3.2. Imagen satelital (*Google Earth*, 2018), en donde se ubica la Parroquia de San Miguel, con respecto a la actual superficie del Bosque de Chapultepec y las barrancas Barrilaco y Dolores de su tercera sección (círculo amarillo). El norte se encuentra hacia el lado derecho de la imagen.

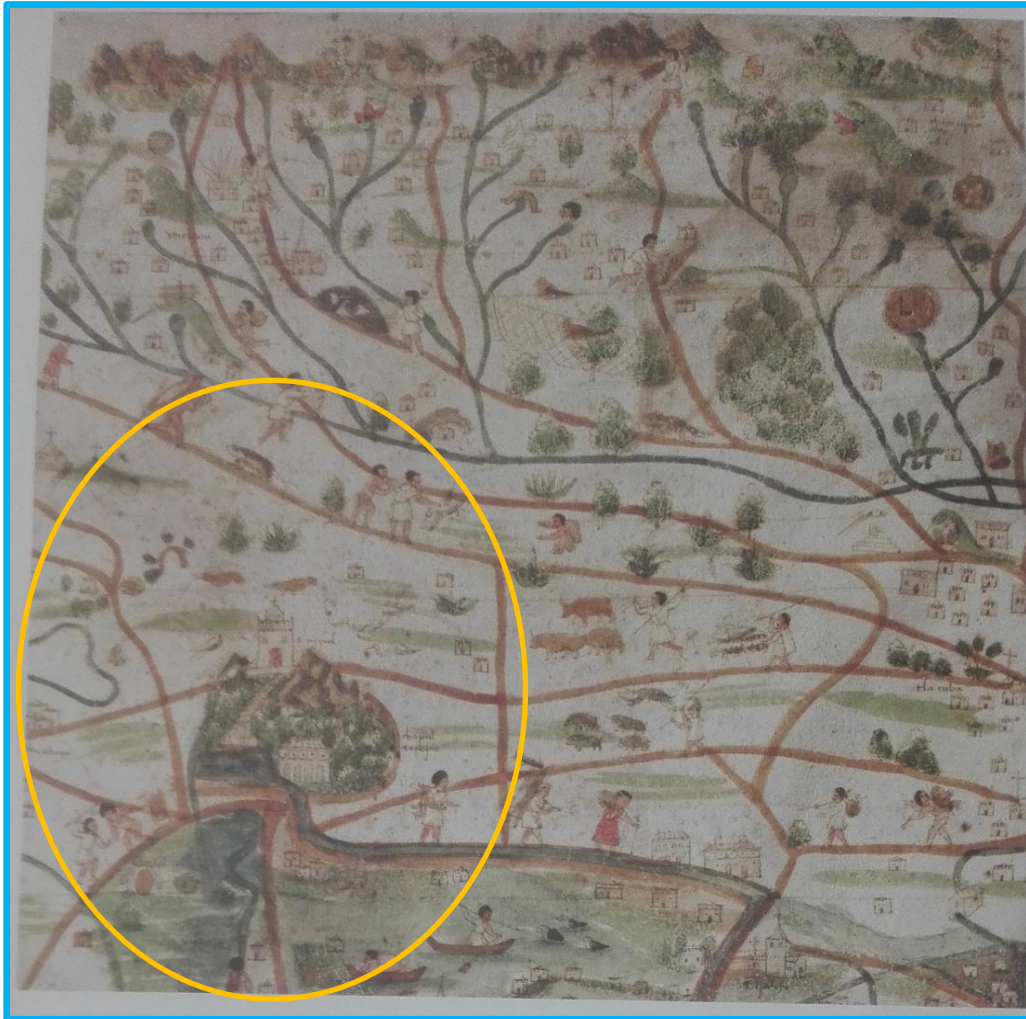


Fig. 3.3. Se resalta con una línea amarilla el contorno inmediato a Chapultepec que se muestra en el mapa de México Tenochtitlan hacia 1550, Las líneas cafés son caminos y las azules, son ríos. (León-Portilla, *et al*, 1016).

Siguiendo con dicho mapa, que cabe decir, está orientado hacia el poniente y elaborado como un cuadro renacentista en donde puede apreciarse un paisaje; se tiene que en el contexto inmediato que bordea a Chapultepec, hay diversos caminos, algunos agaves y arboles aislados pequeños (más pequeños que otros que se observan en el mapa), también se observan aves y serpientes, (Figura 3.3), lo cual podría ser indicio de una vegetación de tipo matorral y/o de un entorno degradado por intervención antrópica.

De acuerdo con el Mapa Esquemático de la Vegetación de México (Fig. 3.4), de Rzedowski (1981), el poniente de la Ciudad de México presenta una vegetación original o potencial de Bosques de coníferas y de *Quercus*, mientras que el oriente se encuentra más dominado por Pastizal.

En dicho trabajo se menciona que los bosques de *Quercus* son muy comunes en el Eje Volcánico Transversal y que este tipo de vegetación se ha observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos. No tolera, aparentemente, deficiencias de drenaje, aunque puede crecer a orillas de arroyos en tierra permanentemente húmeda. No es rara su presencia en suelos someros de terrenos muy rocosos e inclinados o de pedregales. Típicamente el suelo es de reacción ácida moderada (pH 5.5 a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superficial y a menudo también a mayor profundidad. La textura varía de arcilla a arena al igual que la coloración que frecuentemente es roja, aunque puede ser amarilla, negra, café o gris.

Por su fisonomía y estructura cabe distinguir dentro de los bosques de *Quercus* varios tipos distintos, aunque suelen existir todas las situaciones intermedias entre un tipo y otro, de manera que más de categorías discretas cabe hablar de situaciones extremas o tendencias que se manifiestan.

Así, por ejemplo, no existe una separación neta entre los matorrales de *Quercus* o encinares arbustivos y los arbóreos. Los caracteres principales que se emplean para distinguir los arbustos de los árboles son la estatura y la forma de ramificación, sin embargo, estos dos rasgos no siempre van unidos de manera perfecta en el caso de los encinos y no son raras las poblaciones de individuos que miden 4 o 5 m, pero que carecen de tronco único bien definido, mientras que otros que sólo tienen 2 o 2.5 m de alto pueden presentar un eje claro de ramificación primaria. Se ha observado más de una vez que una determinada especie de *Quercus* puede comportarse tanto como planta arbórea como arbustiva. No debe sorprender entonces el hecho de que comunidades que unos autores llaman matorrales, constituyen bosques bajos para otros.

Aunque la mayoría de los encinares mexicanos son formaciones bastante densas o al menos, cerradas, no son raros los bosques de *Quercus* con árboles separados por amplios espacios cubiertos sólo por plantas herbáceas o arbustivas. En el sur y centro de México esto ocurre casi siempre en lugares que evidentemente indican una condición de transición entre el encinar por un lado y el pastizal o matorral por el otro.

Muchas especies mexicanas de *Quercus* son caducifolias y por extensión así se comporta gran parte de los bosques en que estas plantas son dominantes. Sin embargo, el periodo de carencia de follaje de la mayor parte de las especies de hoja decidua es breve, con frecuencia menor de un mes y además no siempre coincidente entre una y otras, de modo que un bosque en que la dominancia se reparte entre varias especies de encinos puede conservar siempre una parte de verdor. El mismo efecto se obtiene cuando participan en la vegetación encinos perennifolios, pinos u otros árboles.

Los encinares que se degradan se convierten en bosques, matorrales o zacatales secundarios, lo que sobreviene en muchos casos, es que los terrenos pierden la capacidad de absorber y almacenar eficientemente el agua de la lluvia; el escurrimiento predomina sobre la infiltración y comienza a desencadenarse una rápida erosión del suelo y hasta de la misma roca madre, sobre todo en los casos en que esta última es deleznable o poco consolidada. El proceso, desde luego, no es privativo de los encinares, pero estas comunidades vegetales con mayor frecuencia que otras, ocupan en el país situaciones que podrían definirse como estratégicas dentro de muchas cuencas hidrográficas, de tal suerte que la erosión que afecta el substrato de los bosques de *Quercus* produce a menudo efectos deletéreos no solo en la región donde se produce sino también a distancia, donde provoca desecación de manantiales, contaminación del agua, inundaciones, azolve de presas y tolveneras, para mencionar sólo las más palpables.

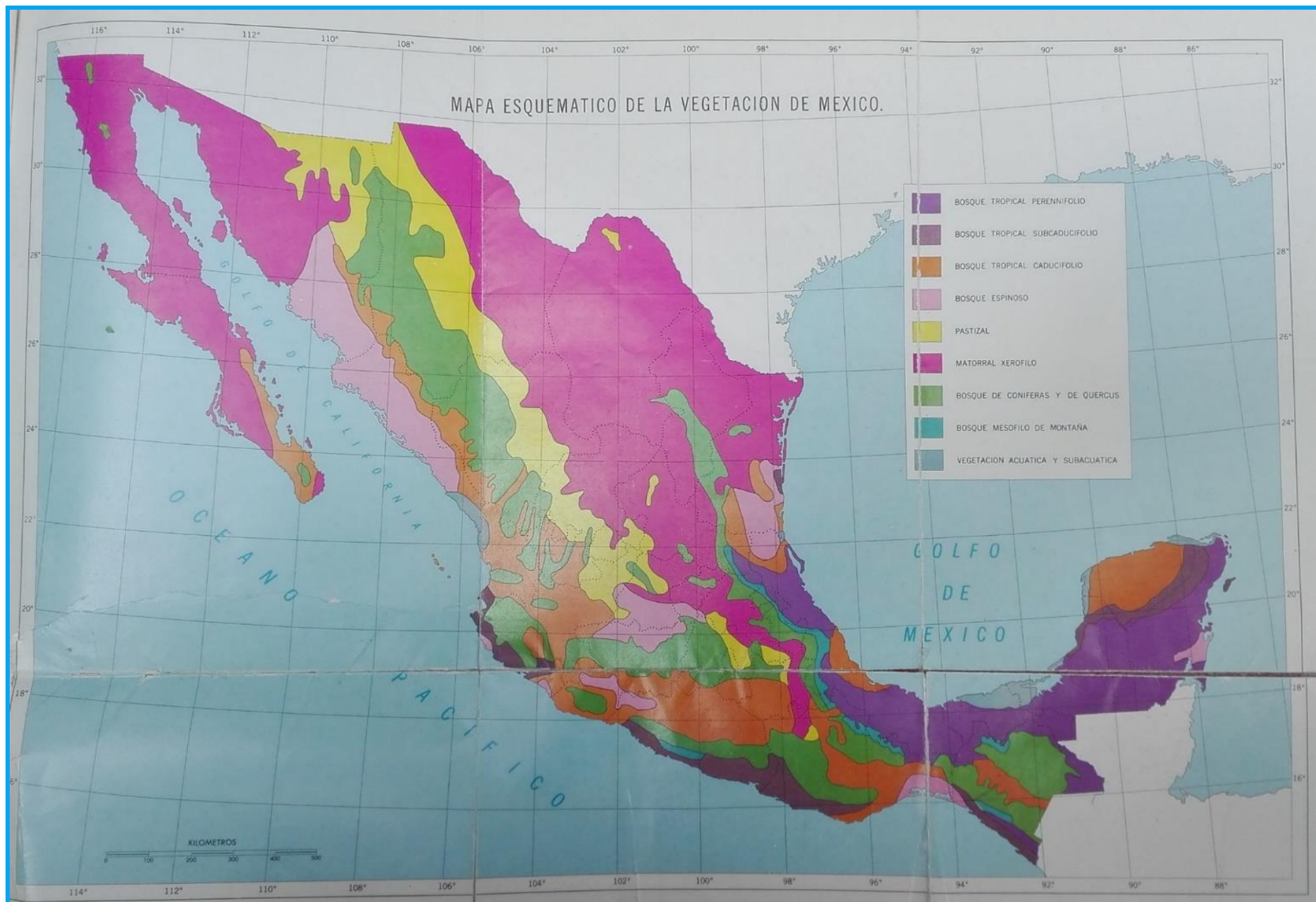


Fig. 3.4. En este mapa se aprecia que el territorio de la Ciudad de México se encuentra dividido de manera general en dos tipos de vegetación. El Bosque de coníferas y *Quercus* en la porción más occidental y el pastizal en la porción más oriental. **Fuente:** Rzedowski, 1981.

En el año 2001, Rzedowski plantea generalidades de los tipos de vegetación para el Valle de México en cuya descripción se pueden distinguir los siguientes tipos para área de estudio:

a) Bosque mesófilo de montaña

En las laderas abruptas y fondos de algunas cañadas situadas en los declives inferiores del Iztaccíhuatl y de la Sierra de las Cruces se desarrolla este tipo de vegetación, ocupando un área reducida, que en su totalidad posiblemente no pasa en el Valle de 2 km². Se le observa entre 2500 y 2800 m de altitud, en sitios protegidos de insolación fuerte y de los vientos, donde la precipitación media anual excede de 1000 mm y la temperatura en promedio anual varía de 12 a 14 °C. Los suelos son por lo general profundos, ricos en materia orgánica y húmedos durante todo o casi todo el año.

El bosque mide de 10 a 25 m de alto, es denso, la mayoría de sus componentes son de hoja perenne y aunque algunos son caducifolios, la comunidad es verde en toda época del año. Son frecuentes las trepadoras leñosas y en general también las epífitas, entre las cuales destacan musgos y helechos, siendo menos frecuentes las fanerógamas de los géneros *Tillandsia* y *Peperomia*. Las condiciones de penumbra al nivel del suelo favorecen la presencia de diversas plantas esciófilas, entre ellas muchos helechos.

Las especies dominantes varían de un lugar a otro, pero *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosma dentata*, *Prunus prionophylla* y *Quercus laurina* son las que más frecuentemente prevalecen.

Otros árboles más o menos abundantes, aunque no necesariamente presentes en todas las localidades son: *Abies religiosa*, *Alnus acuminata ssp. arguta*, *Buddleia cordata*, *Cornus excelsa*, *Cupressus lusitanica*, *Eupatorium mairetianum*, *Pinus ayacahuite*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *Prunus serotina spp. capuli*, *Quercus rugosa*, *Sambucus nigra var. canadensis*, *Viburnum stenocalyx*. Entre las trepadoras altas destacan: *Archibaccharis hirtella*, *Celastrus pringlei*, *Clematis dioica*, *Philadelphus mexicanus*, *Smilax moranensis*, *Solanum appendiculatum*, *Valeriana clematidis*. Algunos de los arbustos característicos son: *Archibaccharis asperifolia*, *Cestrum nitidum*, *Eupatorium aschenbornianum*, *Iresine ajuscana*, *Lamourouxia xalapensis*, *Lippia mexicana*, *Montanoa frutescens*, *Salvia mocinoi*. A nivel de plantas herbáceas son notables entre otras: *Adiantum andicola*, *Bidens ostruthioides*, *Bromus dolichocarpus*, *Dryopteris wallichiana*, *Peperomia hispidula*, *Phanerophlebia nobilis*, *Pteris cretica*.

b) Bosque de *Quercus*

Los encinares arbóreos son también bosques frecuentes en la zona montañosa del Valle de México y en épocas pasadas eran mucho más extendidos que ahora. Prosperan en altitudes entre 2350 y 3100 m, sobre suelos profundos o someros, en áreas en que llueve 700 a 1200 mm en promedio anual y por consiguiente ocupan hábitats muy similares a los correspondientes al bosque de *Pinus*. De manera análoga también existen en la cuenca varios tipos de encinares que difieren entre sí en cuanto a sus especies dominantes, altura, fenología y otras características. En su mayoría los bosques de *Quercus* del Valle de México son más bien bajos, pues miden de 5 a 12 m, y moderadamente densos. Muchos pierden la hoja por un periodo de varias semanas, otros son perennifolios o prácticamente perennifolios.

Las trepadoras y las epífitas en general no son frecuentes, pero en los cauces de los arroyos o en otros lugares favorecidos a menudo aumenta su abundancia. En altitudes por debajo de 2500 m los árboles dominantes son con frecuencia *Q. laeta*, *Q. deserticola*, *Q. crassipes* y *Q. obtusata*, conviviendo generalmente en una determinada localidad más de una especie de encino. A menudo *Pinus leiophylla* también forma parte de la asociación.

Entre las cotas de 2500 y 2800 m el bosque de *Quercus rugosa*, de hojas moderadamente grandes y rígidas, es el más característico. Este bosque puede ser puro, aun cuando más frecuentemente se le asocian *Q. mexicana* o *Q. crassipes*, *Arbutus xalapensis* y algunas especies de *Pinus*, así como *Cupressus*, *Garrya* y *Clethra* pueden ser acompañantes ocasionales. En algunos lugares cercanos a Amecameca los bosques de *Q. rugosa* alcanzan la altura de 25 m, en cambio en el Pedregal de San Ángel y en ciertas localidades de la parte boreal del Valle los árboles se presentan en forma muy baja, casi arbustiva.

A mayores altitudes, entre 2800 y 3100 m, el más extendido es el encinar de *Q. laurina*, de hojas relativamente delgadas y más bien bajo. Con este árbol conviven a veces *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, *Abies*, *Arbutus*, *Juniperus* y algunas especies de *Pinus*.

En los encinares característicos de lugares más secos, sobre todo de la parte septentrional del Valle, pueden ser dominantes *Q. microphylla*, *Q. greggii* y *Q. mexicana*. Son bosques muy bajos (3 a 5 m de alto) y a menudo bastante abiertos.

A nivel de estrato arbustivo y herbáceo son muy numerosas las especies que viven en los encinares. Entre los géneros más abundantemente representados pueden mencionarse: *Baccharis*, *Brickellia*, *Castilleja*, *Dahlia*, *Desmodium*, *Eupatorium*, *Galium*, *Geranium*, *Lamourouxia*, *Muhlenbergia*, *Penstemon*, *Salvia*, *Senecio*, *Stevia*, *Symphoricarpos*, *Thalictrum*, *Valeriana*.

c) Pastizales

Un poco más frecuente y extenso es un pastizal sin composición florística constante, en el cual a menudo predominan pastos anuales, como *Aristida adscensionis* y *Bouteloua simplex* y además pueden ser abundantes *Lycurus phleoides*, *Hilaria cenchroides*, *Dasyochloa pulchella*, *Bouteloua spp.*, *Enneapogon desvauxii* y otros. A menudo conviven en esta comunidad árboles espaciados de *Schinus molle* y a veces algunos arbustos propios de los matorrales xerófilos.

Prospera entre 2250 y 2400 m de altitud y siempre denota una fuerte perturbación humana.

De acuerdo con Espinosa, (1979 en CONABIO, 2016); en el pie de monte, en suelos someros desarrollados sobre IAVA se encuentran matorrales xerófilos (comunidades que se caracterizan por la presencia de arbustos espinosos que se desarrollan en sitios áridos y semiáridos. Probablemente gran parte del área de piedemonte se encontraba cubierta por encinos (*Quercus spp.*) que desaparecieron por la presión rural y urbana. Esos encinares se conservan en barrancas, creadas por escurrimientos provenientes de las zonas más altas.

Siguiendo con el estudio paisajístico de García (1998), la localización de la Sierra de las Cruces en la porción meridional el continente norteamericano es un aspecto muy significativo desde el punto de vista biogeográfico, por su ámbito de convergencia entre las floras holártica y neotropical.

Las plantas de esta procedencia septentrional manifiestan un dominio evidente en la vegetación arbórea de la sierra, con amplias afinidades holárticas, como es el caso de los géneros *Abies*, *Alnus*, *Crataegus*, *Juniperus*, *Pinus* y *Quercus*, entre otros. En cambio, los sotobosques tienen componentes afines a la flora sudamericana, como sucede con *Buddleia*, *Cestrum*, *Fuchsia*, *Opuntia* y *Stevia*.

Otro aspecto muy relevante para la vegetación de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces es su organización en pisos, como consecuencia de la disposición de los tipos climáticos a manera de franjas que se suceden según se asciende por la vertiente.

Se distinguen en toda la región doce formaciones forestales fundamentales, de las cuales las más significativas por su riqueza florística son los bosques de *Abies religiosa*, *Pinus spp.* y *Quercus spp.* en

primer lugar, seguidos por bosques de *Alnus firmifolia*, *Cupressus lyndleyi* y *Garrya laurifolia*. Todas estas formaciones vegetales se han visto sustancialmente reducidas, ocupando en la actualidad sólo una tercera parte del total del área. Es así como el estudio mencionado, arroja información relativa a la vegetación en la zona de barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo y sus alrededores, indicando la presencia de tres tipos de vegetación, las cuales se definen como Bosque de encinos, Matorral húmedo y Pastizal (Zacatales y zacatonales). Ver figura 6.16.

a) Bosques de encinos.

Los encinares se caracterizan por una amplia diversidad fisonómica y florística, comúnmente en ellos domina la presencia de dos a cuatro especies del género *Quercus*, siendo las más frecuentes *Q. crassipes*, *Q. lanceolata*, *Q. laurina*, *Q. mexicana* y *Q. rugosa*.

En la composición de estos bosques son frecuentes los elementos de talla arborescente (tejocotes, capulines, cuauchinchies, senecios y tepozanes).

Los encinares del piedemonte inferior de la vertiente oriental están adaptados a condiciones de mayor sequedad ambiental, se caracterizan por su menor talla (menos de 10m) y por la presencia en el estrato arbóreo de encinos de hoja pequeña., propios de ambientes xéricos, también tienen una menor riqueza florística.

b) Matorrales

Las formaciones de matorral han estado integradas naturalmente en el ámbito de los bosques, teniendo gran importancia como fases temporales en la evolución de estos. Estas formaciones de baja a media talla, salpicadas de árboles o arbolillos. Se distinguen dos tipos: el matorral húmedo y el subhúmedo.

En los matorrales húmedos las plantas dominantes pertenecen a los géneros *Bacharis*, *Buddleia*, *Eupatorium*, *Ribes* y *Senecio*. En el estrato herbáceo, que puede ser denso, predominan los elementos gramínoideos y en ocasiones rosáceas.

En los matorrales de tipo subhúmedo se caracterizan por incluir elementos propios de ambientes afectados por algún grado de sequedad como *Opuntia spp.*, *Mimosa acanthocarpha* e *Indigofera spp.*, además de otros arbustos propios de espacios alterados como los tepozanes, hilos y romerillos.

Tienen un estrato herbáceo compuesto principalmente por elementos gramínoideos, más bien discontinuo y de tonos amarillentos durante el invierno, en algunos casos salpicados por elementos de *Schinus molle* o de encinos casi siempre de talla baja y hojas pequeñas y gruesas.

c) Pastizales

En la vertiente oriental hay varias clases y muestran diferentes fisonomías según el tamaño de las plantas dominantes. El zacatal y el zacatonal son los dos tipos en que se distinguen estos pastizales.

En el zacatal predominan las gramíneas de tallas baja, conocidas comúnmente como zacates; y son el tipo de matorral presente en los alrededores del área de estudio, ya que son pastizales inducidos por el antropismo en los que se manifiestan principalmente los géneros *Andropogon*, *Aristida*, *Avena*, *Bouteloua*, *Festuca*, *Hilaria* y *Trisetum*, incluyendo a veces algunos zacatones (pastos amacollados y altos) además de numerosas herbáceas asociadas a la vegetación arvense y ruderal.

Pueden estar salpicados de elementos de talla arbustiva o arborescente entre los que destacan algunos encinos resistentes a la escasez de humedad (como *Q. castanea*, *Q. centralis*, *Q. laeta*, y *Q. mexicana*), las escobillas (*Bacharis spp.*), el romerillo (*Vervesina virgata*) y algunos senecios, así como de otras especies afines introducidas como el maguey, el pirul y el eucalipto.

En el año 2000, la delegación Álvaro Obregón determinó la existencia de seis tipos principales de vegetación y sus especies más representativas, en la barranca Tarango, la cual también integra el sistema de barrancas del poniente, a saber (DGBUEA, 2005):

a) Bosque de Encino

Representado por *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. mexicana*, *Q. obstusata*, *Q. rugosa*, *Arbutus glandulosa* y *Arbutus xalapensis*. En el estrato arbustivo se presentan elementos de los géneros *Budleia*, *Berberis*, *Senecio* y *Eupatorium*.

b) Pastizal

Este tipo de vegetación es entendido como una etapa sucesional del encinar en el cual dominan los pastos y no como comunidad de pastizal verdadera. Se ubica en las partes más expuestas de la barranca, donde las gramíneas que dominan son los pastos amacollados del género *Muhlenbergia* (*M. virlet* y *M. robusta*).

c) Matorral subinermme

Predominan, por un lado, especies propias del matorral xerófilo como *Acacia shaffneri*, *Eysendharda polytaschya*, *Pithecellobium leptophyllum* y *Prosopis laevigata*, y por otro lado especies propias de los claros del encinar como *Loeselia mexicana*, *Amalanchier denticulata*, *Gnaphalium sarmentosum*, *Senecio angustifolius*, *Vervesina vigata* y diversas especies del género *Eupatorium*.

d) Bosque de galería de tepozán

Se presenta en los afluentes secundarios de los Ríos Puente Colorado y Puerta Grande. Los bosques de galería, al igual que el matorral y el pastizal, forma parte de la sucesión natural del encinar. Las especies que dominan son *Budleia cordata*, *Budleia parviflora*, *B. sessiflora* y *Fraxinus uhdei*, así como *Eucalyptus globulus* y *E. macrocarpa* como especies introducidas.

e) Áreas de reforestación y de vegetación perturbada

Las especies que se encuentran en los sitios más accesibles y propensos a disturbios de la barranca Tarango, son *Reseda luteola*, *Tithonia tubiformis*, *Wigandia urens*, *Ricinus comunnis*, *Solanum rostratum* y *Penicetum clandestinus*. Por otra parte, las zonas que han sido reforestadas se integran por *Eucalyptus globulus*, *E. macrocarpa*, *Acacia retinodes*, *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lindleyi*, *Pinus tecote*, *P. pringle*, *Fraxinus sp.* y *Q. rugosa*.

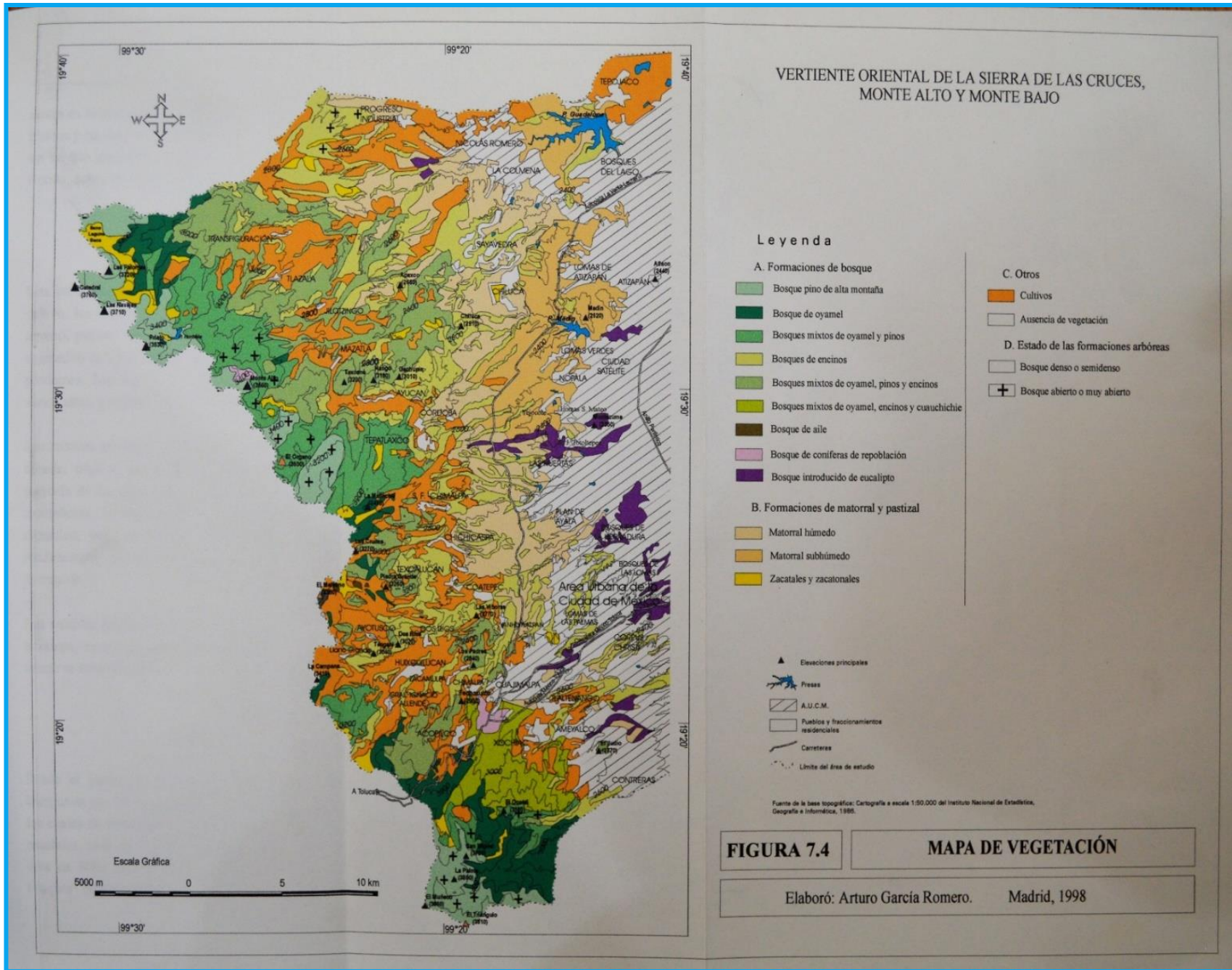


Fig. 6.16. Acercamiento al Mapa de Vegetación elaborado por García (1998) para la Sierra de las Cruces, Monte alto y Monte bajo. Se observan los tres tipos de vegetación que este autor asocia al área de estudio.

Por otra parte, en la clasificación de coberturas de suelo que ofrece Sorani en 2016 (Sorani, *et al*, en CONABIO, 2016) se describen dos asociaciones vegetales en las que las barrancas objeto de estudio pueden insertarse, a saber:

a) Bosque mixto

La principal asociación que conforma el bosque mixto es la integrada por pino-encino-aile. Las especies de pino que con mayor frecuencia se observan son *P. montezumae*, *P. tecote*, *P. leiophylla* y *P. rudis*, mientras que los encinos que se presentan son *Q. rugosa*, *Q. laurina*, *Q. crassipes* y *Q. Obtusata*; mientras que para el caso del aile es *Alnus firmifolia*. Es frecuente encontrar dentro de este bosque manchones de cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), introducidos por programas de reforestación, así como de individuos de madroño (*Arbutus sp.*) de manera aislada (SMA 2009 en CONABIO, 2016).

Este bosque presenta una altura máxima de 22 m, con 50% de cobertura y un estrato arbustivo de 4 m de alto, con *Senecio cinerarioides*, *S. macrophyllus* con cobertura aproximada de 35% y un estrato herbáceo con el restante 15% conformado por *Alchemilla procumbens* y *Arenaria lycopoides* (Silva, et al, en CONABIO, 2016).

b) Vegetación urbana

Incluye la vegetación que crece en parques y jardines, así como en huertos, calles, camellones y relictos de vegetación que prosperan en terrenos baldíos y abandonados. Las especies presentes dentro de este tipo de cobertura son diversas e incluyen una amplia variedad de especies exóticas empleadas como ornato.

4. JUSTIFICACIÓN

Los esfuerzos por restaurar ecosistemas son aún incipientes y tienden a efectuarse en entornos naturales, con cierto nivel de conservación. Los paisajes antrópicos carecen de políticas públicas que fomenten de manera seria y bajo monitoreo a largo plazo, la preservación de su patrimonio natural, no obstante, es preciso ensayar posibilidades de restauración ambiental que se apeguen a sus principales aptitudes paisajísticas.

Para ponderar el valor ecológico actual de los relictos naturales que constituyen las barrancas urbanas de la Alcaldía Miguel Hidalgo, así como la complejidad socioambiental que las caracteriza, este trabajo pretende ser un diagnóstico de referencia para futuras iniciativas de Manejo, orientado a la restauración ecológica en dichos sitios, ya que es prácticamente nula la documentación existente.

Atendiendo al primer objetivo de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (EMCV), para realizar un inventario depurado, completo y actualizado de todas las especies de flora presentes en los distintos ecosistemas de México, las silvofacies pueden ser una escala y simultáneamente un método de exploración exhaustiva. En dicho documento se señala que debe mejorarse el conocimiento sobre la distribución de las especies y es necesario desarrollar análisis de vulnerabilidad ante diversos factores que puedan impactar la diversidad vegetal, por lo que, clasificar el sistema forestal en subunidades diferenciadas, puede aportar elementos que faciliten una mejor comprensión de su comportamiento y con ello, los esfuerzos para restaurarlos resulten más eficientes.

La definición de silvofacies y su grado de integridad/estabilidad ofrece dicho soporte, debido a que privilegia la caracterización de unidades del paisaje forestal, partiendo de que los árboles y arbustos pueden utilizarse como excelentes indicadores de la calidad ambiental ya que reaccionan integrando los factores externos, tanto positivos como negativos (Olembó, *et al.*, 2007) y son éstos, los elementos más conspicuos de las barrancas.

Resulta de gran importancia que esta iniciativa se fundamenta en la voluntad de ciudadanos organizados comprometidos, dispuestos a articular las competencias de las entidades administrativas con el trabajo de equipos técnicos y académicos, pues ello que refleja que el interés público en la restauración ecológica de entornos urbanos está en el ámbito de sus prioridades y tiene la capacidad de exigir este tipo de políticas públicas.

Observar este fenómeno social con relación al proyecto de restaurar ambientalmente las barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo, ha de proporcionar mayor claridad, al momento definir las acciones para la continuidad del presente estudio, resultante del reconocimiento de un interés público: los servicios ecosistémicos que emanan del patrimonio natural de los ciudadanos y su engarce con el derecho a la salud y a un medio ambiente adecuado para el desarrollo de las personas que habitan la ciudad.

5. HIPÓTESIS.

La pertinencia de distinguir y caracterizar silvofacies al interior de las AVA de Miguel Hidalgo, facilitará definir estrategias de restauración forestal particulares a cada una, aumentando con ello la eficiencia (entendida como la capacidad de lograr un efecto deseado), en la implementación de acciones y la efectividad (en tanto uso cabal), de los recursos humanos, materiales y financieros asignados a dicha labor.

6. OBJETIVOS

Objetivo general

Con la finalidad de contribuir al entendimiento y ponderación de las Áreas de Valor Ambiental con categoría de barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, se pretende definir y caracterizar sus silvofacies para conocer su estado actual y proponer estrategias de restauración forestal.

Objetivos particulares

1. Definir y caracterizar las silvofacies que conforman las AVA de la alcaldía Miguel Hidalgo.
2. Evaluar la relación de estabilidad/degradación que presentan cada una de las silvofacies.
3. Recomendar pautas de restauración ecológica forestal de silvofacies para el área de estudio.

7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación

En la Ciudad de México existen 99 sistemas de barrancas distribuidas en 15 subcuencas. Se ubican principalmente en el poniente de la Ciudad, en la formación montañosa de la Sierra de las Cruces, que conforma el límite occidental de la cuenca donde se ubica la Ciudad de México y se distribuye entre las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, La Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo, (SMA, 2009).

En las Figuras 7.1, 7.2 y 7.3, se observa que la Alcaldía Miguel Hidalgo es una de las delegaciones ubicadas en la porción norte de la Ciudad de México; cuenta con una superficie de 46.99 km², de los cuales, el 31.3% están conformados por áreas verdes (26.5% de arbolado y 4.8% de pastos y arbustos), (PAOT 2010). Esta es la Alcaldía que cuenta con la mayor superficie de área verde por habitante con 35 m² por persona.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente (2012), la Alcaldía Miguel Hidalgo cuenta con cuatro barrancas decretadas como Áreas de Valor Ambiental (AVA). Todas ellas se encuentran en el territorio suroeste de la demarcación y en conjunto cubren una superficie de 276.3 ha (Cuadro 7-A).

Nombre	Superficie	Colonia
Barrilaco	30	Lomas de Chapultepec I y II Secc. (Bosque de Chapultepec III Secc.)
Dolores	213.9	Bosque de Chapultepec III Secc. Lomas de Bezares (Polígono 1)
Bezares-El Castillo	20.6	Real de las Lomas (polígono 2) Lomas de Chapultepec I Secc. (El Castillo)
Tecamachalco	11.8	Lomas de Chapultepec VIII Secc.

Cuadro 7-A. Barrancas decretadas AVA en la alcaldía Miguel Hidalgo. Los nombres de las colonias se tomaron del Plano de divulgación del Programa Delegacional de Miguel Hidalgo, (SEDUVI,2017).

El Mapa 7.1 permite visualizar la ubicación precisa de todos los polígonos que conforman estas Áreas de valor Ambiental con categoría de barrancas.

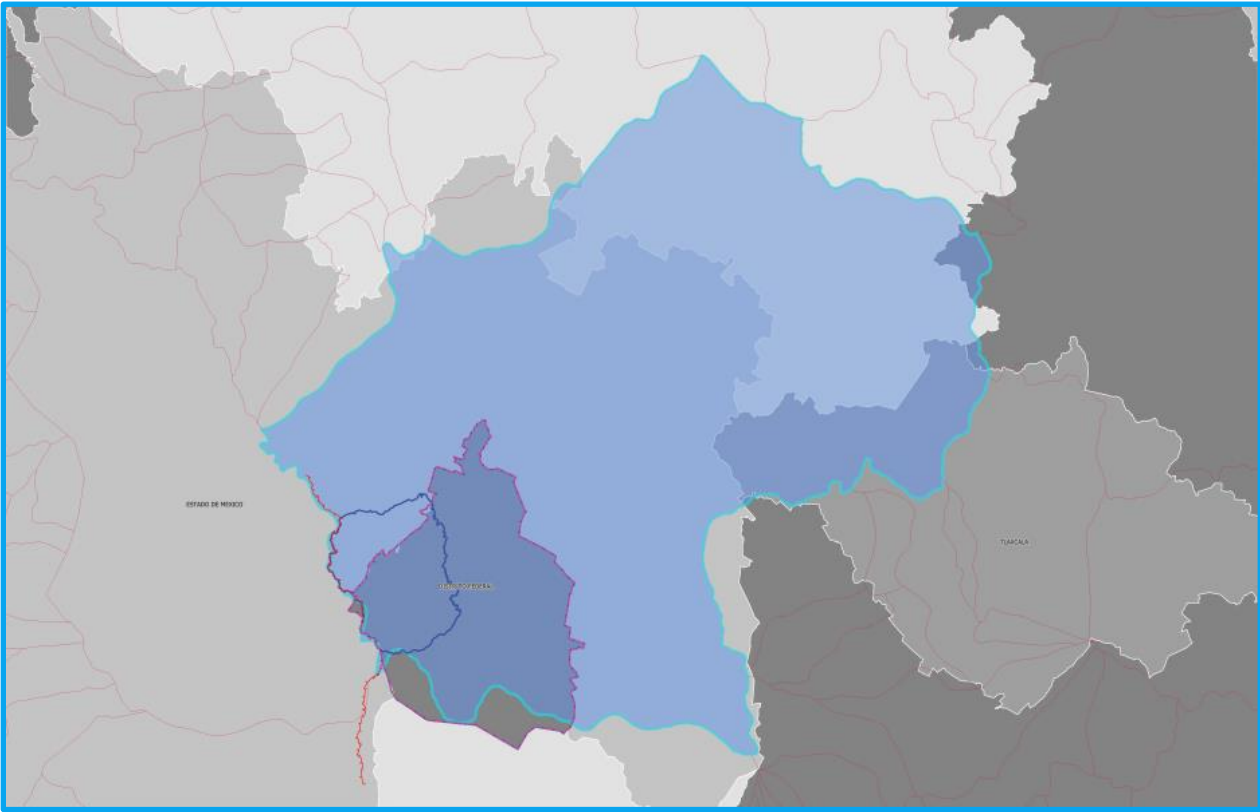


Fig.7.1 Se resalta en azul claro la superficie que comprende la Cuenca de México, mientras que el contorno azul oscuro delimita la Sierra de las Cruces al poniente de la Ciudad de México., cuya división política se observa delineada en rosa. Fuente: Souza, *et al.*, 2008.



Fig. 7.2. La vertiente oriental de la Sierra de las Cruces aparece en color marrón, delineada con azul. La división política de la Ciudad de México (Distrito Federal), se destaca en amarillo. Se puede observar que esta vertiente abarca cuatro delegaciones de la entidad, entre ellas la alcaldía Miguel Hidalgo. Fuente: Souza, *et al.*, 2008

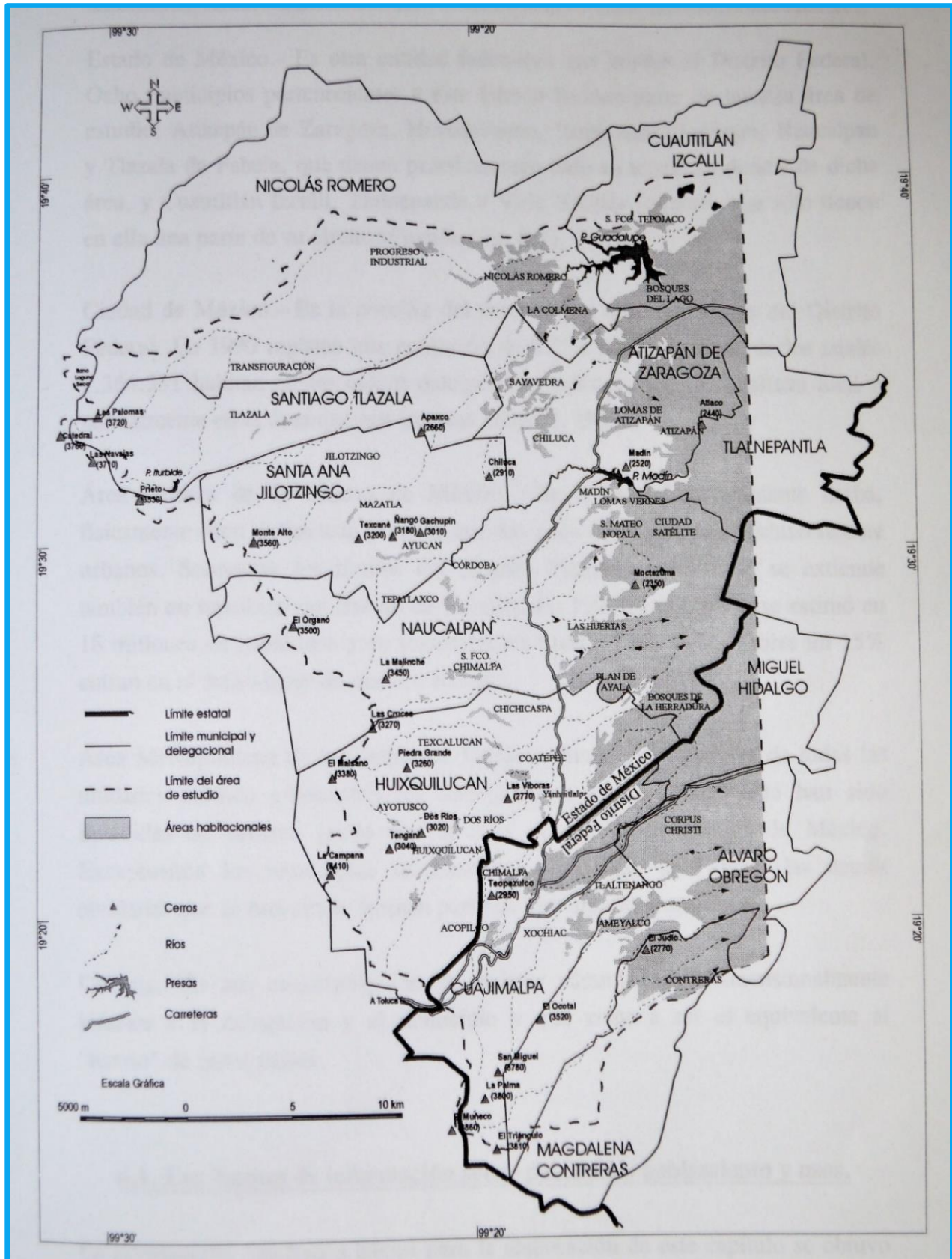
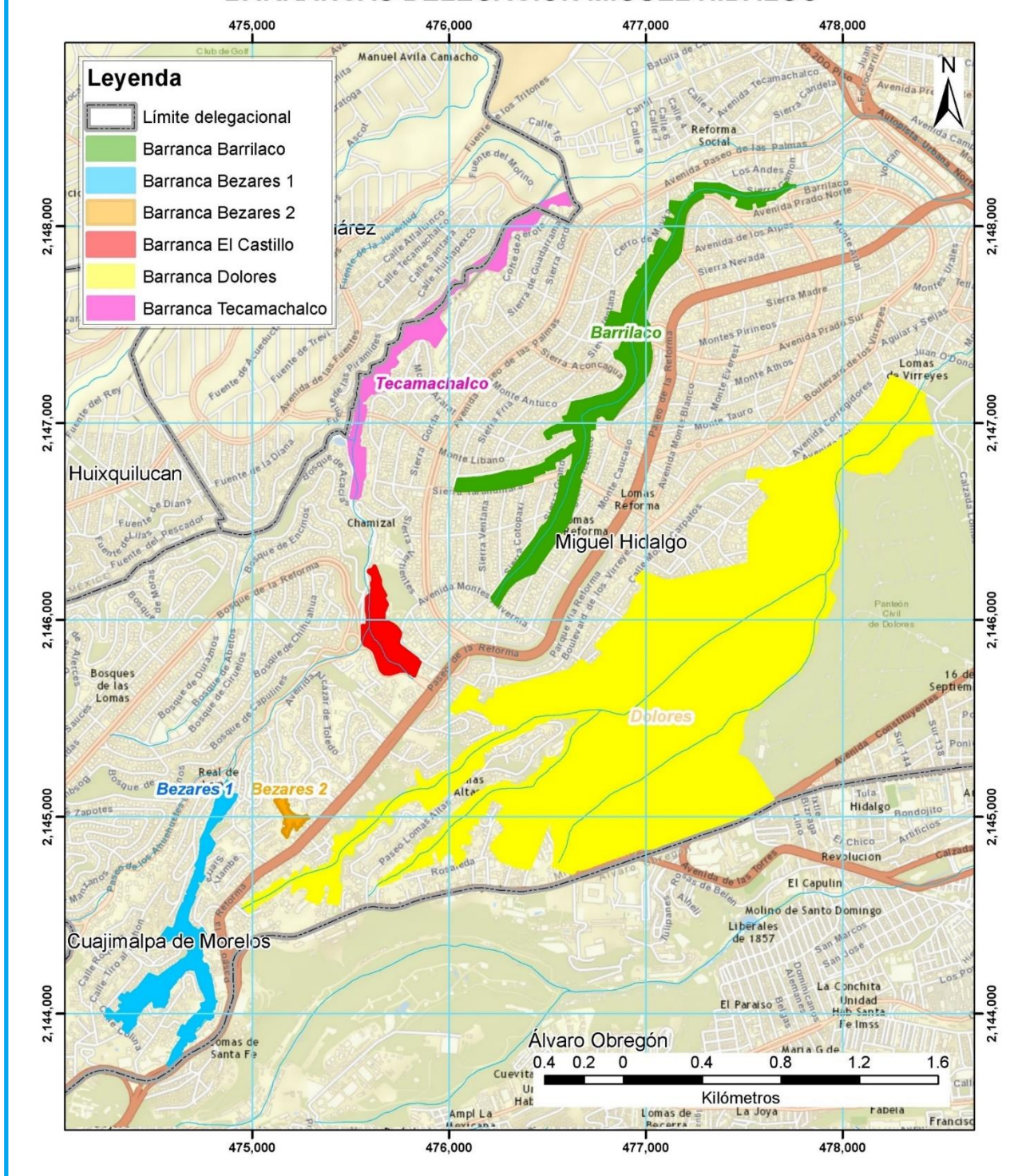


Fig.7.3. Límites político administrativos de la vertiente oriental de la Serra de las Cruces, Monte alto y Monte bajo. Debido a que se integran estas últimas dos serranías, aquí la superficie delimitada aumenta con respecto a las figuras anteriores. La zona sombreada corresponde a superficie urbanizada. **Fuente:** García, 1998.

BARRANCAS DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO



Mapa 7.I. Se destacan los polígonos que conforman las barrancas declaradas Áreas de Valor Ambiental en la alcaldía Miguel Hidalgo sobre la traza urbana de Google maps, 2017.Elaboración propia.

Geología

Las barrancas de Miguel Hidalgo forman parte del complejo volcánico San Miguel, el cual está constituido por una serie de domos y restos de conos volcánicos, siendo el más representativo de ellos el de San Miguel. Algunos de los domos de esta área son de grandes dimensiones y tienen una clara trascendencia orográfica: como es el caso de las cúpulas lávicas que constituyen los cerros de La Palma, El Triángulo y El Muñeco, en la parte axial del complejo o el cerro El Ocotal acompañado de extensas coladas lávicas, al este del eje de la cadena, siendo el más próximo al área de estudio.

La vida eruptiva de este complejo meridional se desarrolló en el Plioceno y el Pleistoceno superior, siendo en esta sección de la Sierra donde la actividad eruptiva se ha prolongado hasta tiempos más recientes, hace unos 170, 000 años, lo cual se relaciona con el volumen de materiales de pie de monte volcánico que se extiende al pie de dicho complejo.

El pie de monte al este del complejo San Miguel, presenta una extensa configuración superficial con las características de una rampa, en donde se puede reconocer que los productos piroclásticos expulsados por los volcanes se acumularon unos sobre otros de forma reiterada, existiendo dos modalidades principales de depósito, según el tipo de actividad y los caracteres de los materiales involucrados:

- a) Las cenizas de andesita y la pómez fina
- b) Los flujos piroclásticos, lahares e ignimbritas

La duración del proceso y la marcada inestabilidad del área posibilitaron que, al tiempo en que se acumulaban las capas de materiales volcánicos, estas eran dislocadas por la tectónica y afectadas por la erosión, lo que aumentó más la complejidad de su entramado litológico y estructural. No obstante, puede definirse como una morfoestructura volcánica, dada la escasa evidencia de procesos morfogenéticos externos.

Debido a que el conjunto resultó intensamente dislocado por el tectonismo Cuaternario, no ha sido posible esclarecer la secuencia litológica y diferenciar en ella unidades precisas, por lo que todo el complejo material del pie de monte volcánico se agrupa en una sola formación denominada "Formación Tarango" (Bryan, 1948 en García, *Op Cit*), cuya potencia media es de 300 m. Ver figura 7.4.

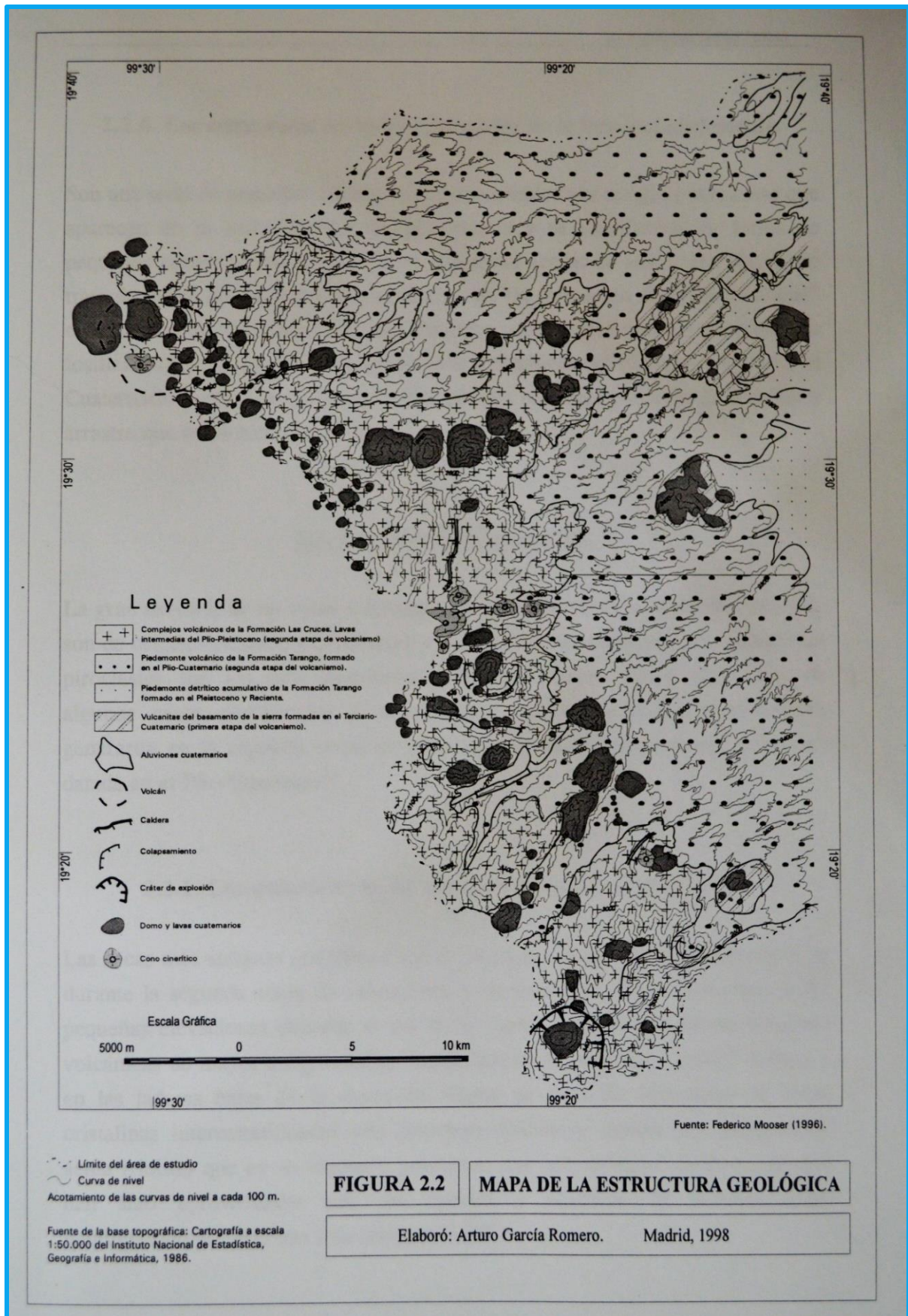


Fig. 7.4. Mapa de la estructura geológica de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, Monte alto y Monte bajo, en donde se observa que la "Formación Tarango" abarca la superficie ocupada por las barrancas AVA de Miguel Hidalgo. **Fuente:** García, 1998.

Litología

Las características petrográficas de los materiales aflorantes, así como su forma de yacimiento y su encuadre dentro de las estructuras geológicas, tienen amplia trascendencia en la configuración geomorfológica del área. Destaca la homogeneidad en la composición química de las rocas volcánicas dominantes (andesitas, dacitas y riódacíticos). Sin embargo, muestran grandes diferencias en cuanto a textura, nivel de cohesión y arquitectura interna.

El sustrato rocoso montañoso es particularmente compacto y más resistente que la rampa, está frecuentemente cubierto por materiales piroclásticos recientes, principalmente cenizas, por lo que sus principales afloramientos están en paredes escarpadas. El reconocimiento preciso y completo de la litología de la zona de rampa es difícil de realizar debido a la variada sobreposición de depósitos volcánicos y plásticos.

Tectónica

En el complejo volcánico San Miguel se distingue una línea de fracturas con orientación de 30° a 70 ° SW-NE que recibe el nombre de “Conjunto de Fracturas Meridional” que consta de siete fallas de cizalla, con desplazamiento lateral aparente y un notorio desplazamiento vertical y se ha señalado (Zamorano, 1990 en García, 1998) como una fuente activa de movimientos tectónicos

De esta manera, en la Rampa Sur se formaron extensas fallas normales y de transcurrancia. Aunque todas las orientaciones del patrón SW-NE son representativas, destacan las de 50° a 70°. Existen además numerosas fracturas orientadas al E-W, lo que lleva a considerarla también como el sector de mayor actividad tectónica reciente.

Geomorfología

En la Sierra de Las Cruces, las microcuencas de las barrancas AVA de la Alcaldía Miguel Hidalgo, se distribuyen dentro de la unidad de relieve denominada piedemonte superior (Fig. 7.5), que a su vez se subdivide morfo estructuralmente en tres rampas, siendo la Rampa Sur la zona en la que se ubican particularmente tales barrancas.

La rampa Sur (que, junto con el Macizo Montañoso San Miguel, conforman el complejo volcánico del mismo nombre), se extiende al pie del Macizo Montañoso San Miguel con un fuerte declive, constituido por materiales texturalmente muy gruesos y cohesivos pero que se presentan muy fracturados por estructuras activas en el reciente y orientación SW-NE y E-W. Ver figuras 7.6 y 7.7.

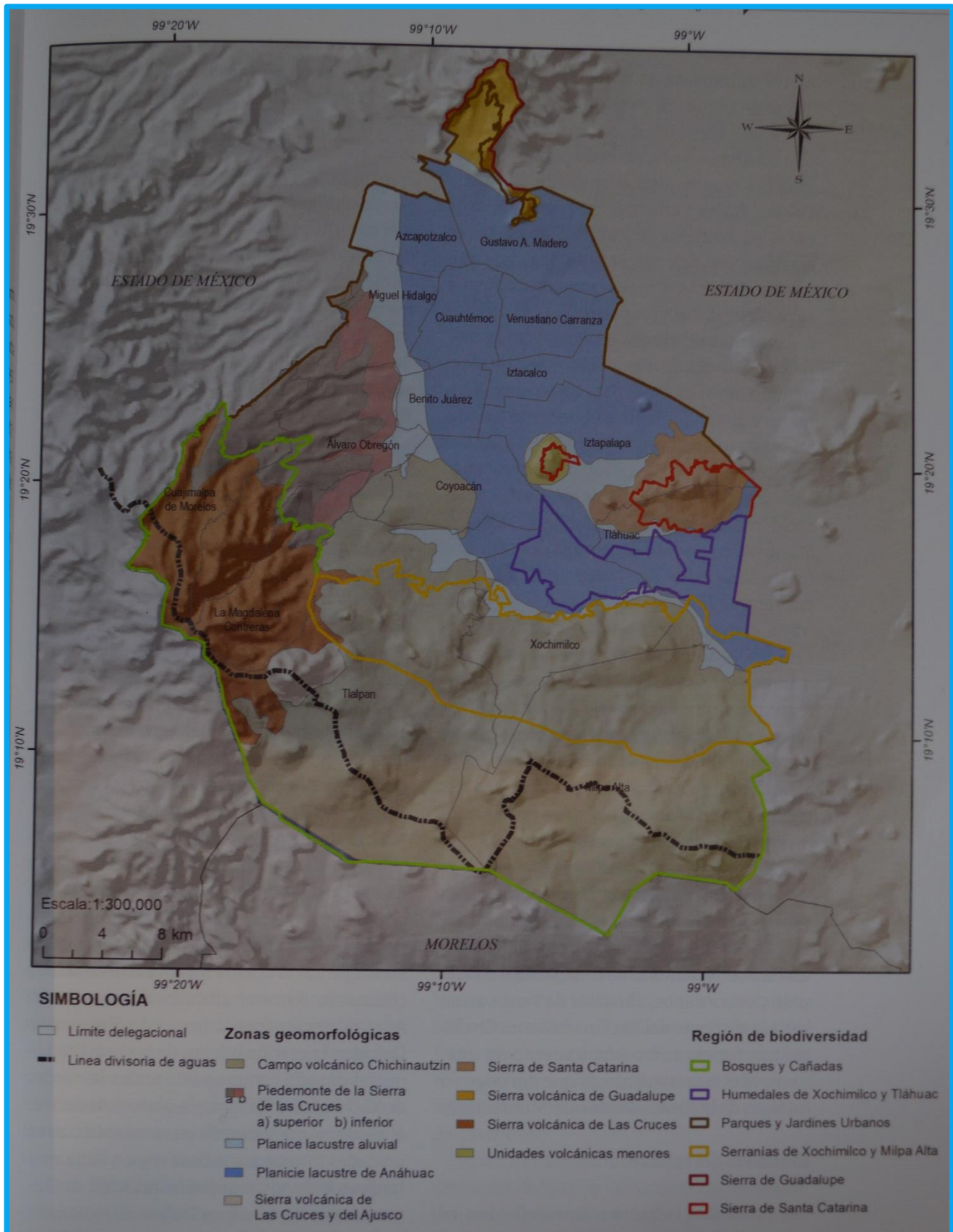


Fig. 7.5. Zonas geomorfológicas y regiones de biodiversidad, en donde se aprecia que la porción suroeste de la Alcaldía Miguel Hidalgo, en donde se encuentran las barrancas objeto de estudio, ocupa parte del piedemonte superior de la Sierra de las Cruces. **Fuente:** CONABIO, 2016.

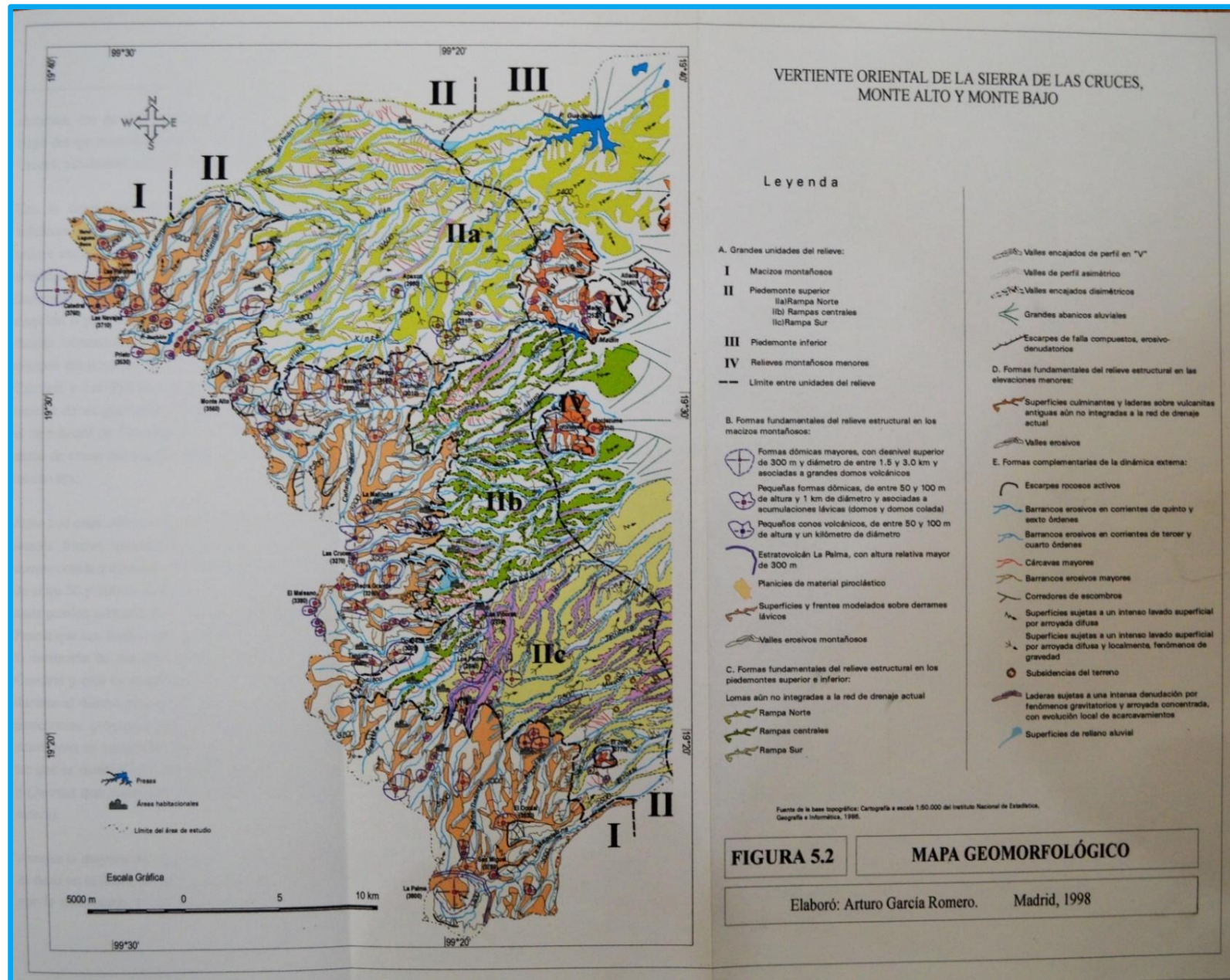


Fig. 7.6. En el Mapa Geomorfológico de la Vertiente Oriental de la Sierra de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, elaborado por García (1998); se observa que una de las unidades de relieve que constituye al piedemonte superior es la denominada Rampa Sur, que coincide con la superficie que ocupan las barrancas objeto de estudio.

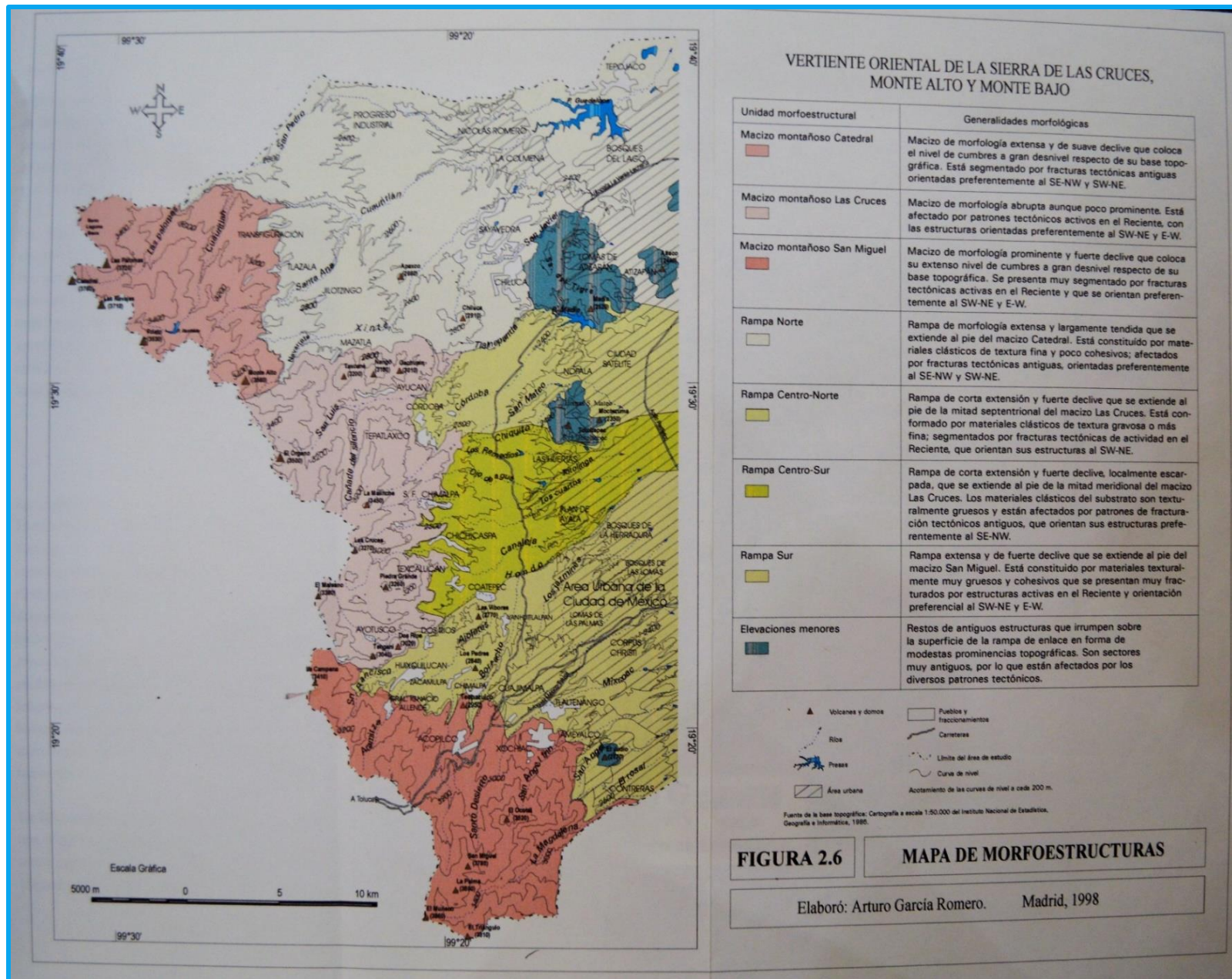


Fig. 7.7. Clasificación de Morfoestructuras hecha por García (1998), en donde se aprecia que la Rampa Sur se encuentra al pie del macizo montañoso San Miguel y cubre gran parte del área urbana de la Ciudad de México.

El desnivel creado por el volcanismo y la tectónica de dislocación entre la base y las cimas, desempeñan un papel de gran importancia en la dinámica geomorfológica, ya que potencian las acciones erosivas y de arrastre, al tiempo que limitan la edafogénesis y la fitoestabilización, sobre todo en las laderas altas. Por otro lado, la distribución de las alturas aunada a la forma de la vertiente, influyen en la diferenciación de varios pisos termométricos a los cuales les corresponde un estilo más o menos peculiar de meteorización de las rocas.

Los efectos orográficos intervienen en la distribución de las precipitaciones, de modo que en el macizo montañoso y en la porción superior de la rampa, se reciben grandes aportes pluviales y es donde se registra una mayor densidad y profundidad de las líneas de drenaje que se traducen en una intensa actividad erosiva y en el establecimiento de fuerte inestabilidad en las laderas de las barrancas.

Modelado

El pie de monte de la rampa Sur (entre las cotas 2400 y 2800 msnm) se caracteriza por los valles en “V” o barrancos y las lomas interfluviales. Ello se debe al gran volumen, poca edad y mayor complejidad de los materiales de pie de monte volcánico, así como al imperfecto desarrollo de la superficie modelada sobre ellos antes del establecimiento de la red hidrográfica actual.

La puesta en actividad de las dislocaciones tectónicas, cortaron los depósitos desde su raíz y compartimentaron la rampa sur de la Sierra, propiciando una precoz concentración de las aguas en cursos adaptados a la red de fallas. En consecuencia, se modelaron barrancos con ambas laderas empinadas en más de 20° y comúnmente de bordes escarpados, tal es el caso de las barrancas Barrilaco, Bezares, Dolores y Tecamachalco donde se mantiene una importante actividad morfogenética basada en procesos gravitatorios y de arroyada concentrada.

La actividad incisiva de las corrientes de agua continúa siendo fundamental, aunque a lo largo del tiempo pudo tener fases de mayor o menor dinamismo como lo demuestra la existencia de acumulaciones aluviales.

Los fenómenos gravitatorios son casi siempre deslizamientos, porque la disposición estratigráfica en capas con distinta permeabilidad, favorece la imbibición del sustrato, tornándolo altamente vulnerable a la acción de la gravedad. Sin embargo, la pérdida del equilibrio en las laderas, puede ocurrir en condiciones de sequedad y ser provocada por el sobrepeso ocasionado por los asentamientos humanos y vías de infraestructura en la parte alta de las lomas, o bien facilitada por la creación antrópica de superficies de fuerte inclinación. En estos casos, los paquetes de material volcanoclástico se agrietan y tienden al reacomodo por medio de desprendimientos y deslizamientos superficiales.

Lo más común es que el agua tenga una importante participación en el modelado: los deslizamientos son entonces más voluminosos y profundos y la pérdida del equilibrio sobreviene tras la saturación en profundidad de tobas arcillosas.

La superficie de la rampa sur que separa los valles en el pie de monte meridional, se caracteriza por una notable planitud y una pendiente general hacia el fondo de la cuenca, pero siempre con un basculamiento apreciable hacia el SE. Debido a su posición culminante y a su configuración estrecha y alargada se le conoce con el nombre de “lomas”.

En ellas se da una cierta estabilidad morfodinámica, donde los procesos de modelado son muy poco activos, pero sus bordes escarpados son inestables y están integrados en el intenso modelado de los valles, por lo que tienen una marcada tendencia a retroceder y a reducir progresivamente su extensión. Finalmente, el modelado se ha convertido en las últimas décadas, dependiente de las acciones antrópicas que han resultado en formas de erosión y acumulación muy variadas. Las actividades que dinamizan más intensamente el modelado son:

- a) La alteración de la topografía original de las laderas y la creación de taludes escarpados que favorecen los deslizamientos de tierra.
- b) El sobrepeso introducido por las urbanizaciones y la infraestructura, concentrados en lomas, lo que genera aumento de presión en las formaciones y depósitos de los bordes de estas, introduciendo una fuerte inestabilidad en la parte superior de las laderas.
- c) La excavación de minas para explotación de pómez durante la colonia española, sobre el piedemonte del macizo San Miguel.

Topografía.

El carácter montañoso de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces está dado por la diferencia altimétrica entre sus mayores prominencias y los relieves deprimidos adyacentes, así como por una topografía agreste en la que predominan fuertes gradientes. Ver figura 7.8.

La parte sur de la Sierra presenta marcados declives y un notable grado de denudación erosiva. Aunque la mayor parte de los cauces discurren en valles y barrancos bastante encajados, dejan entre sí amplias divisorias que confieren a este conjunto una fisonomía no muy accidentada, con extensas superficies de rampa que presentan declives moderados (García, 1998)

Siendo parte de esta sección de la Sierra de las Cruces, las barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo, que están formadas por una faja de lomeríos que se orientan en dirección poniente a oriente de la ciudad. Presenta laderas asimétricas, las del noroeste tienen pendientes pronunciadas y algunas se caracterizan por la presencia de grandes taludes; mientras que las del suroeste son de inclinación menor y en ocasiones se encuentran labradas con incipientes terrazas.

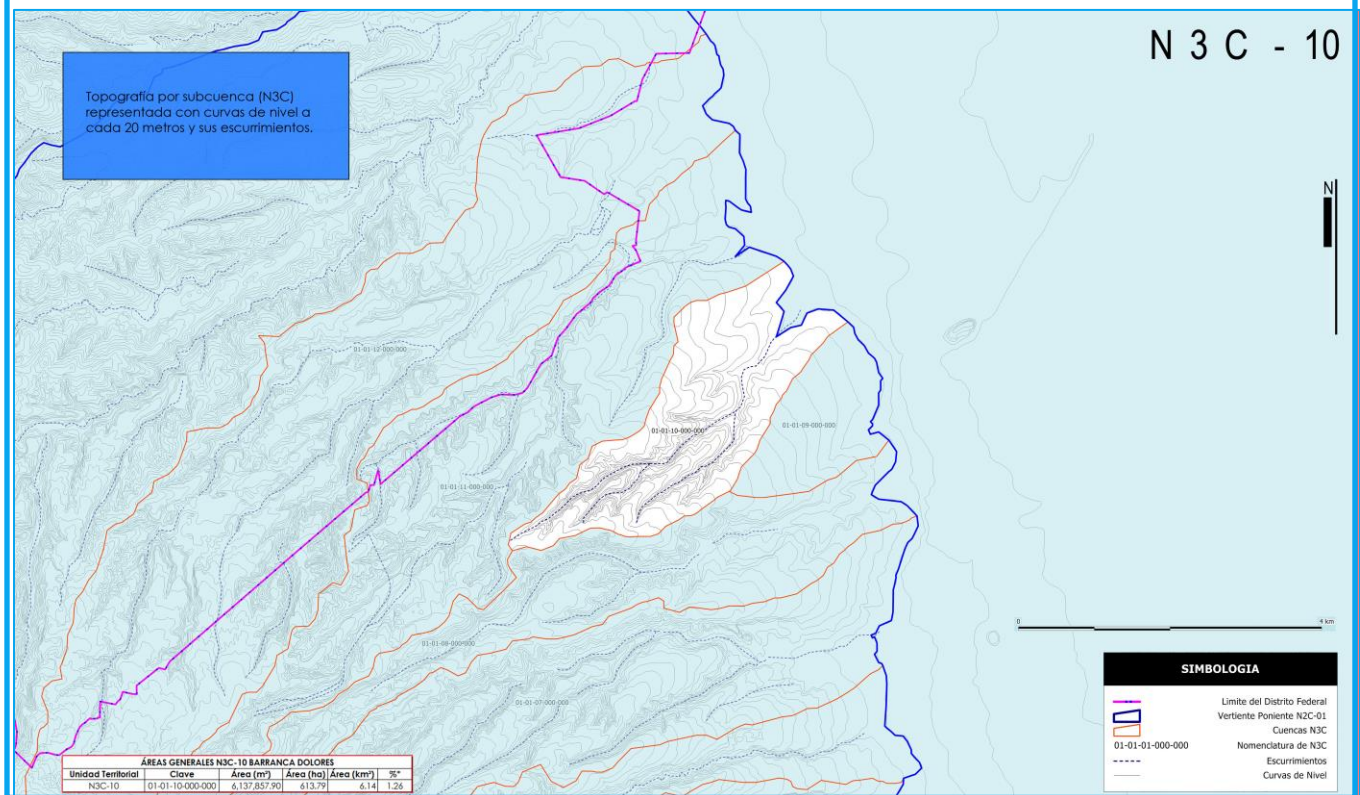
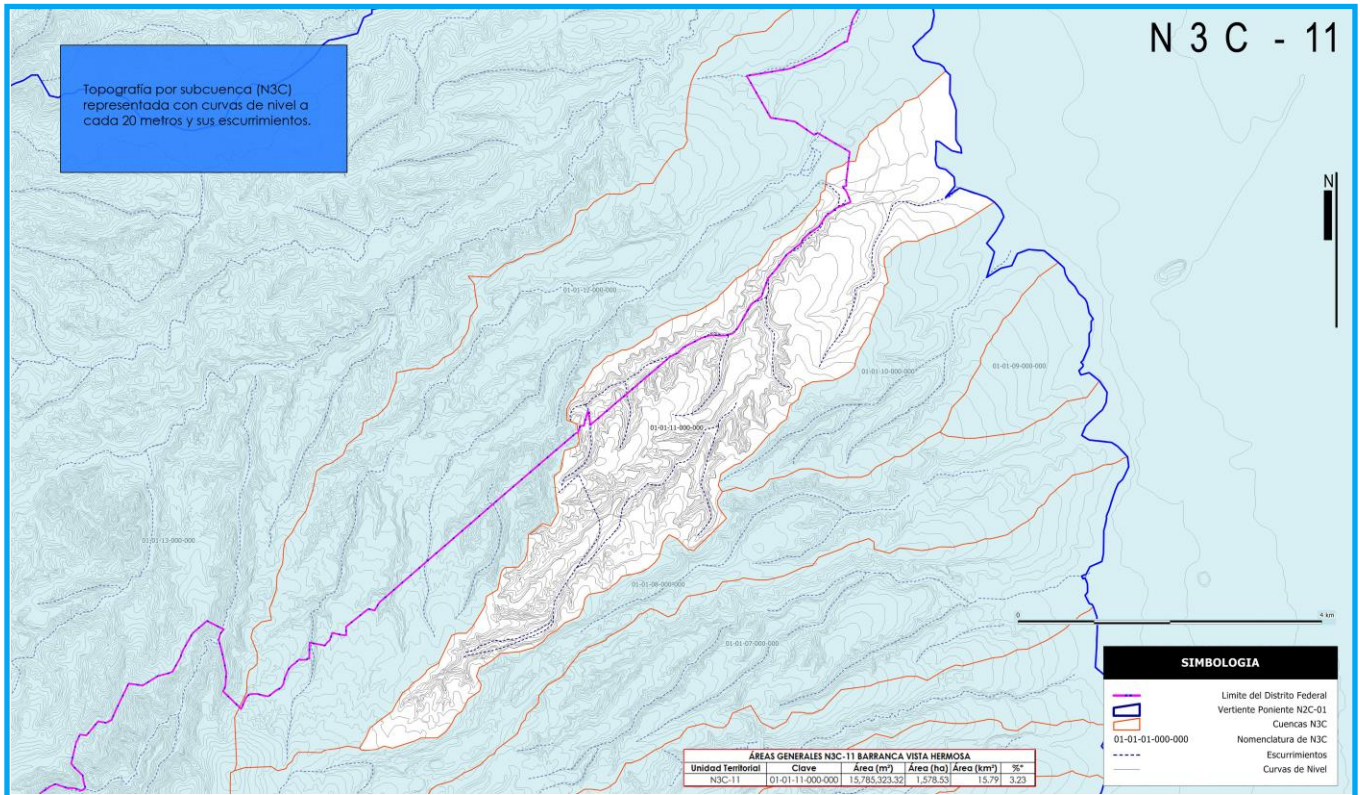


Fig. 7.8. Acercamientos del Mapa del Sistema Barrancas Poniente del D.F. En blanco destacan las cuencas aquí llamadas Vista Hermosa (arriba) y Dolores (abajo) -en donde se insertan las barrancas objeto de estudio-, con sus escurrimientos y curvas de nivel. **Fuente:** Souza, *et al*, 2008.

Clima

En cualquier caso, la organización climática trasciende en el paisaje, no sólo influyendo en la distribución de los taxones y de las comunidades vegetales, sino también determinando la naturaleza y la actividad de los procesos de meteorización y de modelado externo, así como controlando los caudales y el régimen de cursos de agua.

Los factores fundamentales del comportamiento climático en la Sierra de las Cruces son su localización geográfica como su orografía. La altura, orientación y forma desempeñan un papel importante en la distribución de variantes climáticas, toda vez que se dispone como una elevada barrera cóncAVA de frente a los vientos predominantes, que dada la latitud en que se ubica, entran por el este y el noreste.

La aplicación del sistema de clasificación climática de Thornthwaite a los datos recogidos en una red de observación meteorológica existente en la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, permite reconocer seis tipos climáticos básicos que se distribuyen en forma de franjas paralelas pero perpendiculares a la dirección de la pendiente general.

De tal manera que, a lo largo de las microcuencas de las barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo, se manifiestan dos tipos de clima. Ver figura 7.9. (García, 1998):

- Clima fresco y subhúmedo del sector medio de la rampa de enlace: se observa en un piso altitudinal que va de los 2400 a los 2700 msnm, su temperatura media anual es de 13 °C a 15 °C mientras que la precipitación media anual oscila entre los 800 y 1200 mm, con cinco meses de lluvia, un índice de humedad mayor a 60 y una evapotranspiración potencial anual de 700.
- Clima Templado y subhúmedo del sector inferior de la rampa de enlace: domina por debajo de la cota de 2400 msnm, cuya topografía es casi llana. La temperatura media anual se sitúa entre 15 y 17 °C pero las precipitaciones tienen los valores más bajos de toda la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces con una media entre 600 y 800 mm, lo cual, sumado a la escasez de lluvias en invierno da lugar a una prolongación y un reforzamiento de la temporada seca.

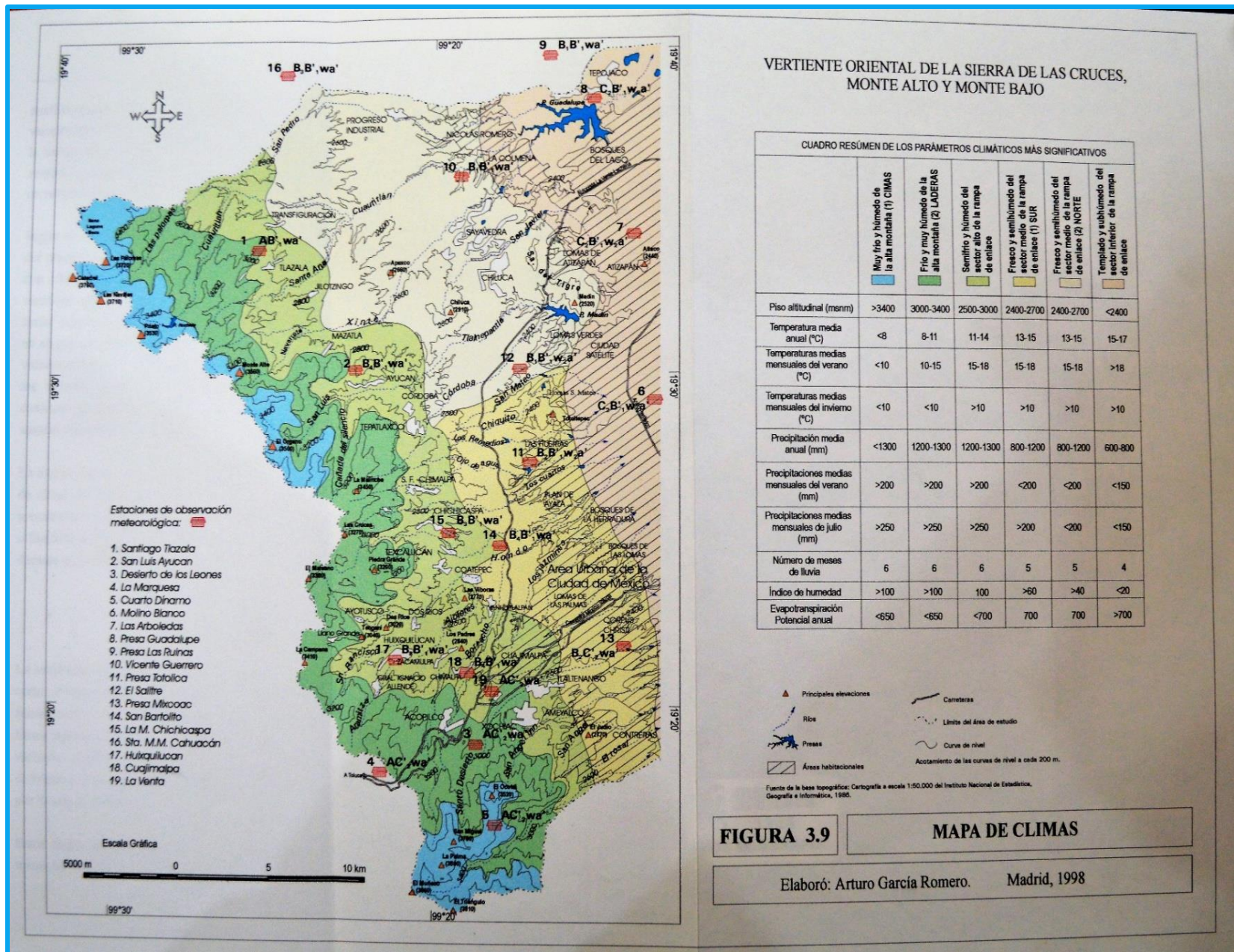


Fig.7.9. Mapa de Climas elaborado por García (1998), para la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, Monte alto y Monte bajo. En él se distinguen los dos tipos de clima por los que se ven influenciadas las barrancas de la Alcaldía Miguel Hidalgo. Para mayor referencia, observar el curso del Río Los Jazmines y la zona de Bosques de las Lomas.

Escorrentía

Las aguas de escorrentía que se generan en la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, son drenadas por una amplia red de corrientes superficiales y de flujos subterráneos que discurren con dirección al este y noreste. A escala regional, dicha red se integra al sistema hidrográfico de la Cuenca de México, básicamente endorréico aunque artificialmente incorporado a la cuenca del Río Pánuco, que drena hacia el Golfo de México.

De tal suerte que las microcuencas de las barrancas de la alcaldía Miguel Hidalgo se ubican dentro de la Región Hidrológica No. 26 (RH26) Pánuco, en la cuenca "D" Río Moctezuma y la subcuenca "P" Lago de Texcoco-Zumpango.

En general, la Sierra de las Cruces se caracteriza por un incremento progresivo de las potencialidades hídricas desde las partes bajas que son más secas y cálidas hacia las partes altas que son más lluviosas y frescas.

Así, el balance hídrico y la distribución de la escorrentía en el área de estudio se da a través de un gradiente de dos tipos de "escorrentía teórica" (Ver figura 7.10), en la que se relaciona el comportamiento climático dependiente de la organización orográfica, sobre todo en lo que atañe a las relaciones espacio-temporales de precipitaciones y temperaturas, con las franjas altitudinales a razón de sus manifestaciones evidentes en el paisaje:

1. Franja de escorrentía media-baja: se asienta altitudinalmente entre los 2300 y los 2700 msnm, donde los suelos son un tanto gruesos y poco arcillosos, por lo que tienen una capacidad para retener agua (reserva útil) de 200 mm, permitiendo totales medios de escorrentía anual de entre los 200 y los 400 mm.

La nubosidad y los abundantes aportes pluviométricos amortiguan en esta franja de piedemonte la eficacia de las temperaturas, haciendo que disminuya la evapotranspiración real y por ende, se reduzcan los déficits de humedad, que se mantienen durante siete meses alcanzando un valor acumulado en torno a 100 mm anuales. En contraste, el suelo se halla a su máxima capacidad de almacenamiento durante un período de cuatro meses (de julio a octubre).

2. Franja de escorrentía baja: El área hídrica por debajo de los 2300 a 2400 msnm es la más desfavorecida de toda la vertiente; se distingue por una escorrentía inferior a 200 m. En esta zona, las temperaturas medias anuales por encima de 15° (templadas) se combinan con un régimen pluviométrico subhúmedo en transición a la subaridez y con una capacidad de almacenamiento de agua en el suelo de media a alta (200-250 mm) debido al alto contenido de arcilla y a la apreciable profundidad de los luvisoles y vertisoles desarrollados sobre el piedemonte detrítico. De todo ello se derivan valores de evapotranspiración real de 600 mm.

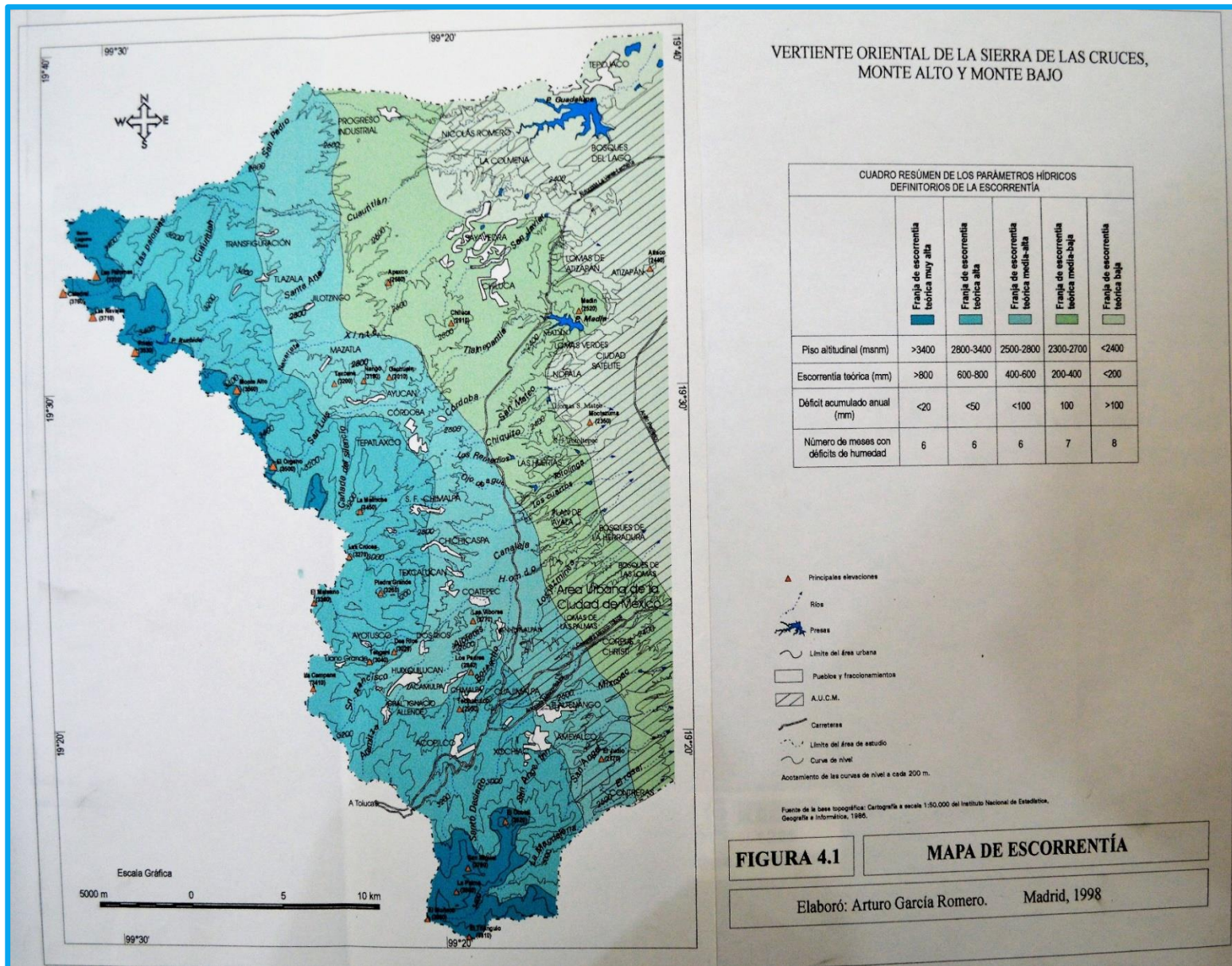


Fig. 7.10. Mapa de escorrentía elaborado por García (1998) para la Sierra de las Cruces, Monte alto y Monte bajo. Se puede distinguir que, en el área de estudio, se presentan los tres tipos climáticos descritos anteriormente.

Drenaje

De manera genérica para la Sierra de las Cruces, en las vertientes montañosas la circulación superficial y la hipodérmica son predominantes. Pesa a la alta capacidad de retención de humedad que tienen los suelos desarrollados sobre los recubrimientos cineríticos, el reducido espesor de estos en las proximidades de las cimas, hace que a una distancia muy corta de la superficie afloren rocas volcánicas compactas y coherentes (andesitas) que limitan la percolación y favorecen la circulación superficial de las aguas producidas en los parteaguas.

Dichas aguas alcanzan pronto las laderas internas de los valles y barrancos, produciendo en ellos la infiltración vertical de una parte apreciable de los caudales de escorrentía que pasan a alimentar sistemas de circulación subterránea a través de la red de dislocación o fracturas, orientada al SW-NE.

Es así que por debajo de los 2800 msnm, en la rampa de enlace, los suelos tienen por lo común buen drenaje y el sustrato piroclástico o detrítico que los sustenta, una alta capacidad de percolación, conduciendo importantes volúmenes de agua desde la superficie hasta grandes mantos freáticos profundos, siendo factible la comparación de la rampa en su conjunto con una esponja que en el tiempo de verano absorbe una parte importante de los excedentes hídricos producidos en ella y procedentes de las montañas.

Desde el punto de vista paisajístico el carácter más representativo de la hidrografía de la vertiente oriental de la Sierra de Las Cruces es la alta densidad de las corrientes que la disectan. Constituyen éstas, un sistema fluvial muy evolucionado que comprende 23 cuencas principales con nivel de base en el fondo de la cuenca de México, a una altura de 2240 msn. Al alcanzar este nivel, la mayor parte de los cursos fluviales no fluyen hacia otros ejes mayores de drenaje ni hacia masas de agua lacustres o lagunares, sino que se pierden y desaparecen por infiltración en los sedimentos del piedemonte acumulativo.

Red hidrográfica

En la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces existen 3 cuencas hidrográficas mayores y 20 redes fluviales de menor entidad que no exceden los 30 km² de extensión, ni sus cursos son mayores a 20 km de longitud -a excepción de los ríos La Magdalena y Mixcoac-. El encajamiento de estas redes se efectúa a través de líneas de fractura.

Todos estos cursos de agua en su conjunto son de régimen estacional de verano y en ocasiones torrencial, quedando secos durante el invierno. Tienen, no obstante, una gran trascendencia paisajística, ya que se relacionan con el modelado de barrancos y cárcAVA de gran impacto en la fisonomía y la dinámica de la vertiente. Esta fuerte capacidad de incisión se debe a que estos arroyos nacen en las faldas inferiores de los macizos y recorren la mayor parte de su trayectoria sobre la rampa de piedemonte, circulando casi de manera exclusiva sobre materiales particularmente poco resistentes: piroclastos afectados por dislocaciones tectónicas del SW-NE. La baja resistencia de estos materiales ha propiciado un intenso encajamiento de los cursos principales y la evolución de barrancos o valles muy erosivos, cuyas cuencas alargadas tienen un solo cauce propiamente fluvial y por lo general carecen de ramales secundarios de longitud apreciable. No obstante, presentan una compleja jerarquización de las corrientes menores, que rápidamente pasan de primero a segundo y tercer orden, lo que permite que las corrientes principales alcancen el cuarto o quinto orden.

Las barrancas objeto de estudio pertenecen a la cuenca del río Tecamachalco, la cual cuenta con una extensión de 14.7 km² y una longitud de 11 km del curso principal. Ver figura 7.11.

En cuanto a la escorrentía subterránea, ésta, varía sobre manera según las características de las formaciones volcanoclásticas y los depósitos que constituyen los piedemontes. Puede decirse que una

parte mayoritaria de la escorrentía se infiltra y circula como escorrentía hipodérmica y otra parte alcanza mayor profundidad y se incorpora hacia los mantos freáticos, cuya circulación es hacia el fondo de la cuenca de México.

Una parte de la escorrentía subsuperficial vuelve a aflorar al encontrar niveles impermeables más o menos profundos a manera de manantiales, que se concentran en las áreas de mayor recarga de la vertiente, en el interior de las laderas empinadas de valles y barrancos, donde se originan fuentes naturales.

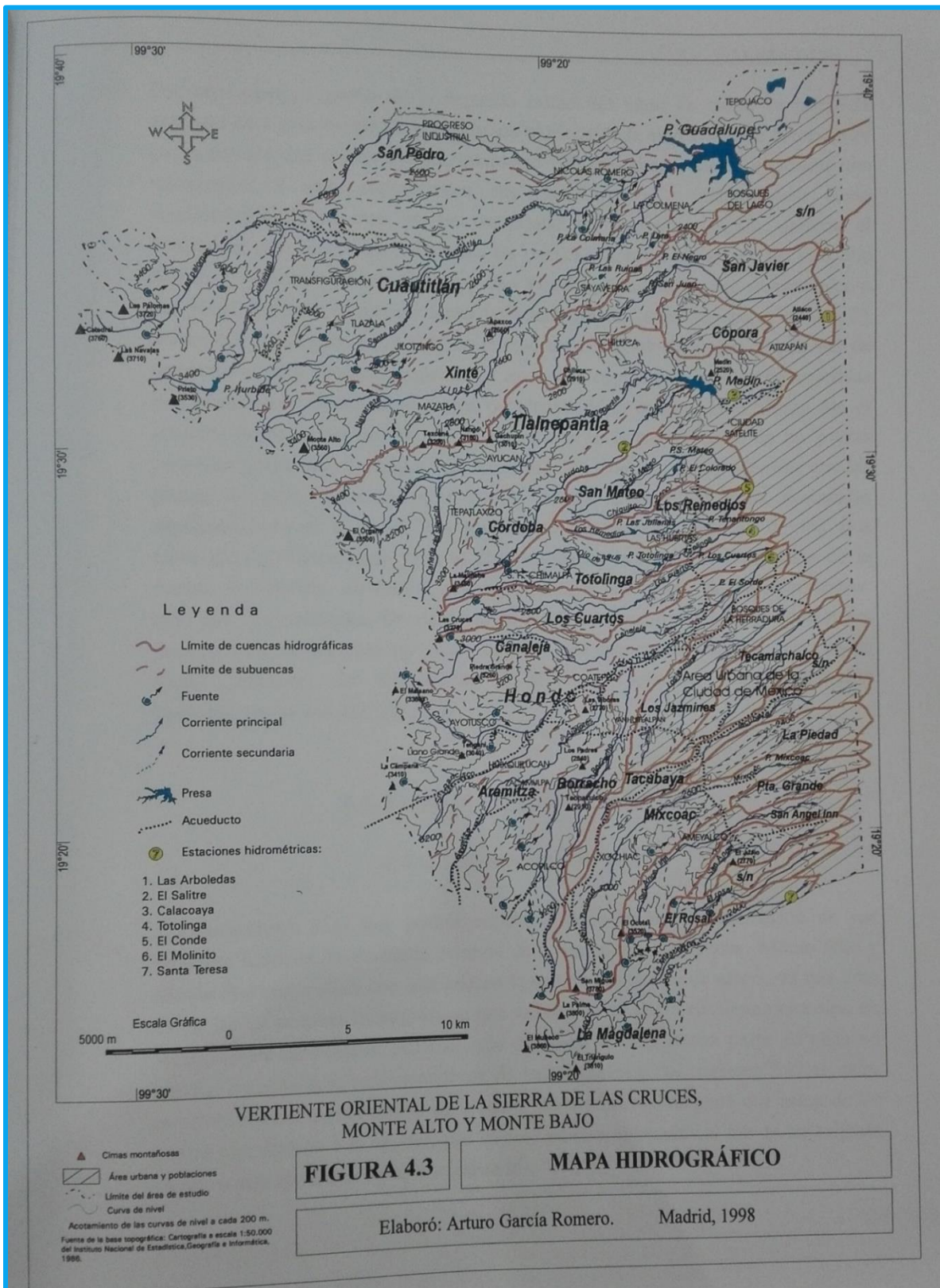


Fig. 7.11. Cuencas hidrográficas principales en la Sierra de las Cruces, Monte Alto y Monte bajo. Nótese que, de acuerdo con este mapa, el área de estudio se inserta dentro de los límites de las cuencas de Tecamachalco y "s/n" que corresponde a Dolores.

Edafología

La formación de los suelos en la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces es complicada y matizada por el estado y las relaciones que se dan entre otros componentes del medio, tales como el sustrato litológico aflorante, el clima, la hidrología, el modelado del relieve, así como la vegetación y el antropismo.

Siguiendo los criterios del sistema de clasificación de suelos de la FAO-UNESCO (1991) así como las categorías propuestas por García, 1998, (Ver figura 7.12) la unidad de cubierta edáfica más representativa en el área de estudio es el Regosol éutrico, desarrollado sobre material piroclástico y materiales residuales de textura gruesa. Sin embargo, se describen también las otras unidades edáficas que se vinculan con la primera:

1. Andosol haplico: la formación de esta variante de andosol se asocia con la escasez de aportes orgánicos de origen vegetal y como resultado se permite una completa mineralización de la materia orgánica, en tanto que las sustancias y bases que resultan del proceso son mejor lixiviadas ocasionando el empardecimiento del perfil que caracteriza a estos suelos. El perfil típico está conformado como A1/(B)/C donde el horizonte mineral (A1) es de tipo a ócrico, de menor contenido en alófono y mayor contenido en arcillas y menos del 50 % de saturación de bases, es de textura franco limosa o más fina, de consistencia untuosa y macizo cuando se seca. El horizonte A puede descansar sobre un horizonte B cámbico de alteración o bien directamente sobre un C de material cinerítico poco alterado, con la existencia de fases líticas en las mismas condiciones que el caso anterior.
2. Andosol úmbrico: La condición fundamental para la evolución úmbrica del andosol es la existencia de aportes constantes de hojarasca y otros productos vegetales; ello le confiere un alto contenido en materia orgánica y un perfil $A_0/A_1/(B)/C$, donde el horizonte orgánico (A_0) superficial es de humus ácido y mal desarrollado, de tipo *mull* ándico. Ambos horizontes A tienen un alto contenido en compuestos orgánicos, del 15 al 30%, lo que les confiere una tonalidad negra y una textura franco limosa o más fina, esponjosa o muy suelta y ligera. Los agregados tienen una estructura firme y, en consecuencia, el grado de saturación supera el 50%. El horizonte B es de tipo cámbico y resulta de la alteración del horizonte C, por lo que su volumen depende de las características de la capa de cenizas del sustrato y en ocasiones es inexistente, en cuyo caso el horizonte A reposa directamente sobre un C de cenizas poco alteradas. El roquedo compacto de andesita aflora menos de 10 cm de la superficie.
3. Fluvisol éutrico: En ambientes volcánicos de topografía agreste, los fluvisoles son suelos poco extendidos que se desarrollan sólo en el interior de las superficies semi llanas del relleno aluvial, sobre sedimentos más o menos recientes con constantes aportes de materiales frescos. Son suelos poco profundos (con un máximo de 50 cm) y escasamente diferenciados, cuentan con un único horizonte de diagnóstico, que es de tipo A ócrico o móllico, dependiendo del contenido local de materia orgánica. Esta es una unidad edáfica poco evolucionada, aunque notablemente enriquecida, con un grado de saturación superior al 50%.
4. Leptosol lítico: Se forma sobre los afloramientos de rocas compactas o de piroclastos fuertemente consolidados que muestran una gran resistencia a la edafización haciendo que ésta transcurra como un proceso lento y continuamente interrumpido. Se forman a partir de la destrucción mecánica de otras unidades de suelo en ambientes agrestes. Su perfil típico es A/C, con el horizonte A ócrico o úmbrico, de escaso contenido en materia orgánica y alto grado de saturación, discontinuo y casi siempre oscuro debido al material del que procede. El horizonte C es de roca dura o fuertemente compactada y continua, normalmente de naturaleza andesítica.

5. Regosol éútrico: A este tipo corresponden los suelos jóvenes y poco evolucionados que presentan escasas características de diagnóstico y grandes semejanzas con el material del que proceden. Su perfil es sencillo de tipo A/C, con un horizonte A ócrico, con bajo contenido en materia orgánica que se asienta directamente sobre los materiales rocosos del horizonte C, aunque su color varía ampliamente según sean los materiales de partida en general, tiene cromas altos. Tienen una estructura suelta y de buen drenaje, no tienen propiedades hidromórficas en superficie y el IAVAdo de ácidos les confiere un escaso contenido en sales y cal, su grado de saturación es inferior a 50%.

Las superficies alomadas y abiertas que constituyen la Rampa Sur, están intensamente deforestadas y se encuentran entre las más cálidas de la vertiente. La vegetación tiene en ellas grandes dificultades para regenerarse y las formaciones edáficas porosas y bien aireadas se ven sometidas a procesos de humectación, desecación y de oxidación, así como a una importante actividad microbiana que activa las mineralizaciones, dando lugar al empobrecimiento orgánico y el empardecimiento del perfil.

Por el contrario, en el interior de los valles y barrancos el clima es más fresco y la mejor conservación de los bosques de encinos permite la evolución de andosoles úmbricos recubiertos por un *mull* neutrófilo, con horizontes orgánicos (A0) y minerales con importante contenido en humus (A1). Sin embargo, el intenso modelado que afecta a las laderas empinadas de estos surcos, implica la presencia de procesos erosivos adversos a la edafogénesis y limita la evolución de los suelos. De este modo, los regosoles son la unidad edáfica dominante en estas laderas bajas. Ver figura 7.13. Los andosoles y los regosoles, al ser propios de ambientes de ladera, se encuentran en un estado permanente de inestabilización, donde los procesos erosivos se concentran estacionalmente bajo el efecto de las lluvias torrenciales de verano.

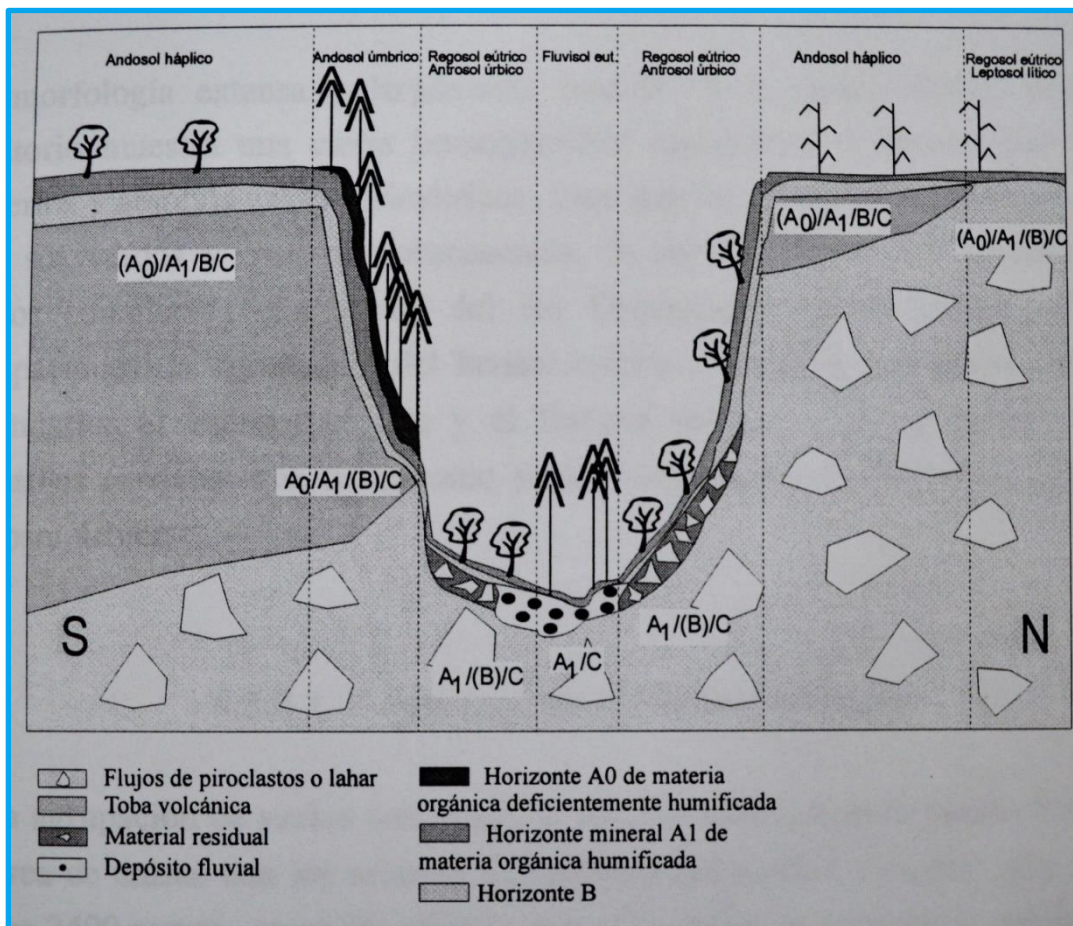


Fig. 7.13. Perfil esquemático que representa la secuencia topoedafológica a través de un corte transversal a un barranco en la Sierra de las Cruces. **Fuente:** García, 1998.

Biodiversidad

La CONABIO, *et al*, 2016 reconoce que, pese a su pequeña extensión y por ser la zona urbana más grande del país, la Ciudad de México es una entidad con una biodiversidad relevante a nivel nacional. En dicho trabajo se realiza una regionalización de la Ciudad de México con base en las características del entorno biofísico; en ella se presentan seis regiones en las que se distribuye la biodiversidad de la entidad. Ver figura 7.14.

La región de “Parques y jardines urbanos”, es decir, que se encuentran fuera de los límites del suelo de conservación, incluye también las áreas naturales protegidas (La Loma, Fuentes Brotantes, Histórico de Coyoacán, entre otras) y áreas de valor ambiental (Río Becerra, Dolores, Tarango, entre otras) situadas en suelo urbano, así como la continuación del sistema de barrancas del sur poniente de la ciudad, algunas de las cuales se mencionan como parte de “Bosques y Cañadas”. Esta última región comprende las áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que aún mantienen características biofísicas y escénicas, mismas que contribuyen a mantener la calidad ambiental de la Ciudad y constituyen nichos para la biodiversidad.

Flora

Retomando la información de las descripciones de los antecedentes, vemos que los tipos de vegetación de las barrancas son inferencias que se pueden aplicar por extensión del tipo de vegetación encontrado en las zonas conservadas más cercanas, las cuales se enlistan en el Cuadro 7-B.

Asociación vegetal	Espinosa, 1979	Rzedowsky, 1981	García, 1998	Rzedowsky, 2001	DGBUEA, 2005	Sorani, 2016
Bosque de <i>Quercus</i>	x	x	x	x	x	
Bosque de Coníferas		x				
Bosque Mesófilo de montaña				x		
Matorral xerófilo	x				x	
Matorral húmedo y subhúmedo			x			
Matorral de <i>Quercus</i>		x	x	x	x	
Pastizales			x	x	x	
Bosque mixto					x	X
Vegetación urbana						X

Cuadro 7-B. Tipos de vegetación descritos para el área de estudio por distintos autores.

De acuerdo con el cuadro 7-B, las asociaciones vegetales potenciales para las barrancas de estudio, se pueden organizar en tres grupos principales:

- 1) El Bosque de *Quercus* presenta el mayor número de coincidencias entre los autores mencionados que describen la vegetación potencial del área de estudio, ya que todos ellos reportan la presencia de especies de encinos dominantes en el estrato arbóreo, incluyendo a Sorani (2016), en su descripción del Bosque Mixto.
- 2) El segundo grupo es el tipo de vegetación de Matorral, toda vez que cinco de los seis autores lo mencionan. Sin embargo, las características del Matorral que describen son variables, siendo el Matorral de *Quercus* el más mencionado y los matorrales húmedo y subhúmedo y xerófilo en un orden inferior. No obstante, tales diferencias, todas las descripciones convergen en que este tipo de vegetación se desarrolla en el área por las condiciones de baja humedad en las áreas exteriores de las barrancas o porque son manifestaciones de una sucesión vegetal secundaria.
- 3) Los pastizales representan el tercer grupo de asociación vegetal que puede desarrollarse en el área de estudio, siendo indicado por tres autores.

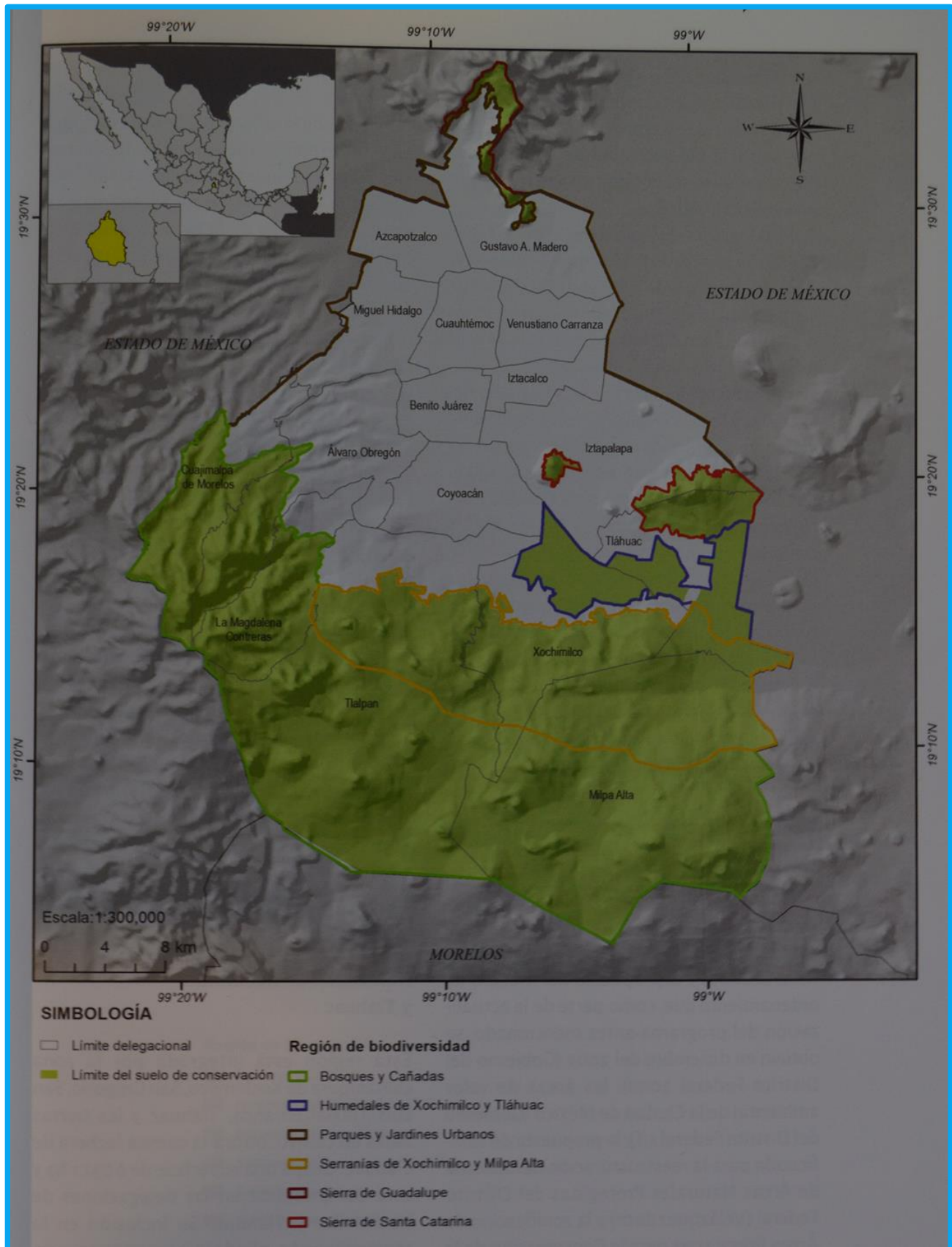


Fig. 7.14. Regionalización de la biodiversidad de la Ciudad de México, en donde se observa que el área de estudio se encuentra completamente dentro de la región de biodiversidad correspondiente a "Parques y Jardines urbanos". **Fuente:** CONABIO, 2016.

Las coníferas no aparecen como vegetación dominante, pero sí como elementos conspicuos que acompañan los bosques de *Quercus*, lo mismo ocurre con otras especies propias de Bosque mesófilo, hecho que aparece mejor redondeado en la propuesta que hace Sorani (2016), en su caracterización de Bosque Mixto; dicha descripción implica mejor los hechos históricos asociados a la perturbación de la sucesión primaria en el área de estudio y las diferencias micro climáticas en las zonas más interiores y exteriores de las barrancas.

Fauna

La Ciudad de México exhibe una gran diversidad de animales vertebrados y presenta un número importante de especies endémicas que se distribuyen dentro de su territorio. De las 510 especies de vertebrados que se sabe que habitan la entidad, 96 son endémicas de México, 28 de la Faja Volcánica Transmexicana, 11 de la cuenca de México y cuatro especies son exclusivas de la capital.

Del total de especies vertebradas registradas en la Ciudad de México, 74 se encuentran en algún estatus de protección de la NOM 059 (CONABIO, *et al*, 2016) (Ver figura 7.17).

Grupo	Número de especies	% del total en México	En NOM-059*
Peces	22 ¹	0.5	1
Anfibios	18	4.9	11
Reptiles	39	5.6	21
Aves	355	32.2	32
Mamíferos	83	15.8	9
Total	517	9.4	74

¹ En este valor se incluyen siete especies invasoras.
Fuente: elaborado con la información presentada en los capítulos del presente estudio. *SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Fig. 7.17. Número de especies de vertebrados nativas en la Ciudad de México.

Aspectos socio territoriales.

Población y Vivienda

La superficie territorial de la Alcaldía Miguel Hidalgo corresponde al 3.1% de la superficie de la Ciudad de México, en donde el 99.5% de la población es urbana. La Alcaldía Miguel Hidalgo acoge al 4.1% de esta población con 364,439 habitantes, cuya edad media es de 36 años.

La Alcaldía cuenta con 128, 042 viviendas particulares habitadas por un 2.8 ocupantes en promedio cada una. El 45% de las viviendas particulares son propias contra un 38.9% que son alquiladas. Los servicios se detallan en el Cuadro 7-C.

Las AVA objeto de estudio están inmersas en un entorno urbano de nivel socioeconómico alto, a diferencia de la gran mayoría de las barrancas de la Ciudad de México que acogen a una población marginal.

Servicio	viviendas con servicio
Agua entubada	97.0 %
Electricidad	100 %
Sanitario	99.7 %
Drenaje	99.1 %
Internet	75.9 %
Computadora	73.9 %
Televisión de paga	67.6 %
Pantalla plana	78.4 %
Teléfono móvil	91.0 %
Calentador solar	2.0 %
Separación de residuos	83.0 %

Cuadro 7-C. Servicios en la Alcaldía Miguel Hidalgo, de acuerdo con datos censales del año 2015. **Fuente:** INEGI, 2017.

Usos de Suelo

Las características de este sector de la Sierra de las Cruces, mejor adaptadas a los usos humanos y su mayor proximidad al centro urbano de la capital del país, han favorecido su ocupación habitacional constituyendo su rampa de piedemonte, el principal frente de expansión urbana de toda la Sierra hoy en día (García, 1998); Ver figura 7.23.

Por otra parte, los usos de suelo en las colonias en donde se extienden las barrancas de interés, están determinados por los Programas Parciales de Desarrollo Urbano: a) Bosques de Chapultepec, b) Lomas de Bezares y Lomas Altas, c) Lomas de Reforma, Real de las Lomas y Plan de Barrancas, todos ellos publicados en el año 1992 (Seduvi, 2017). En dichos Programas, la superficie de las barrancas aparece con el uso de suelo de Área Verde.

En el trabajo elaborado por Souza, *et al*, 2007, se trazaron las superficies correspondientes a formaciones de barrancas dentro de cada microcuenca de la Sierra de las Cruces dentro de la ciudad de México, resultando de ello que, dentro de las microcuencas nombradas como Vista Hermosa y Dolores (equivalentes a las cuencas de los Ríos Los Jazmines y Tecamachalco respectivamente en el trabajo de García, 1998), se tenía una superficie topográfica de barranca (con pendiente >30°) igual a 572.29 ha en Vista Hermosa y 167.45 ha en Dolores, es decir, a un total de 739.74 (Figuras 7.24 y 7.25).

En ese sentido, resalta que la superficie decretada actualmente como AVA con categoría para la alcaldía Miguel Hidalgo se reduzca únicamente a las 276.3 ha mencionadas al inicio de este apartado.

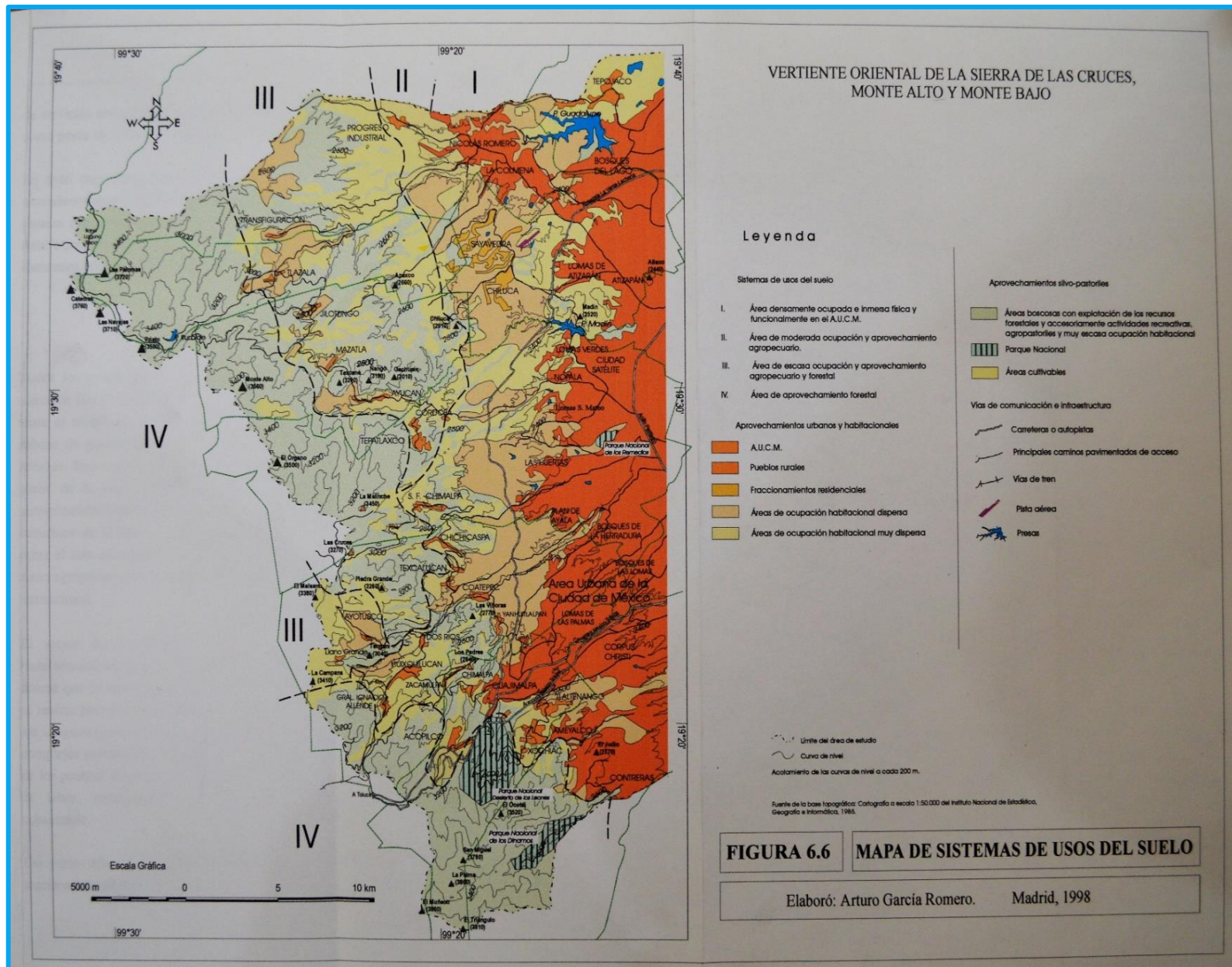


Fig. 7.23. Mapa de usos de suelo elaborado por García (1998), en el que destaca que las barrancas objeto de estudio se ubican dentro del área urbana de la Ciudad de México, iluminado con color anaranjado.

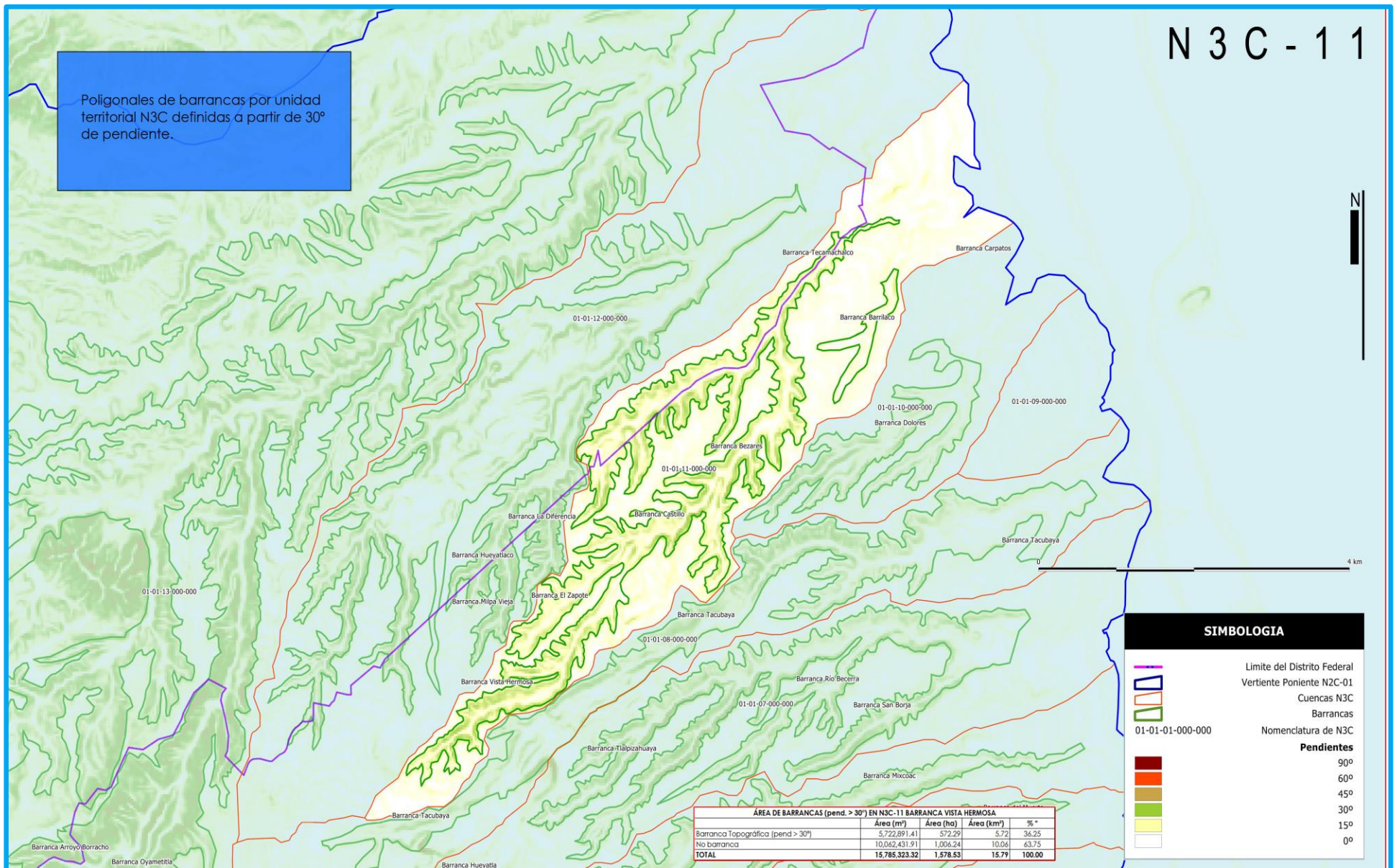


Fig. 7.24. Poligonales de barranca definidas dentro de la cuenca (silvosistema para los fines del presente estudio), Vista Hermosa. En su interior se encuentran las barrancas Barrilaco, Bezares, El Castillo y Tecamachalco, entre otras que corresponden a la Alcaldía Cuajimalpa de Morelos. **Fuente:** Souza, *et al*, 2009.

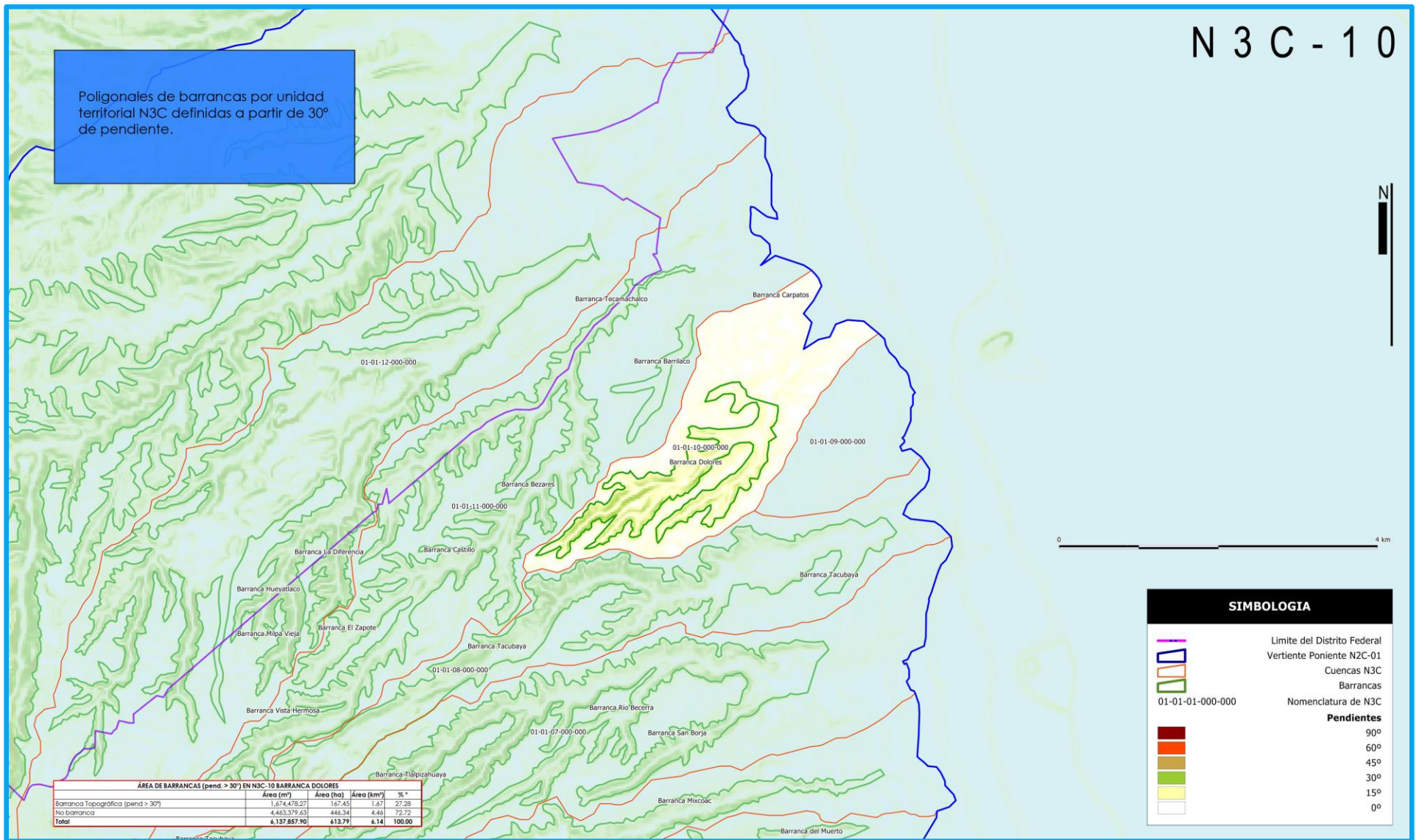


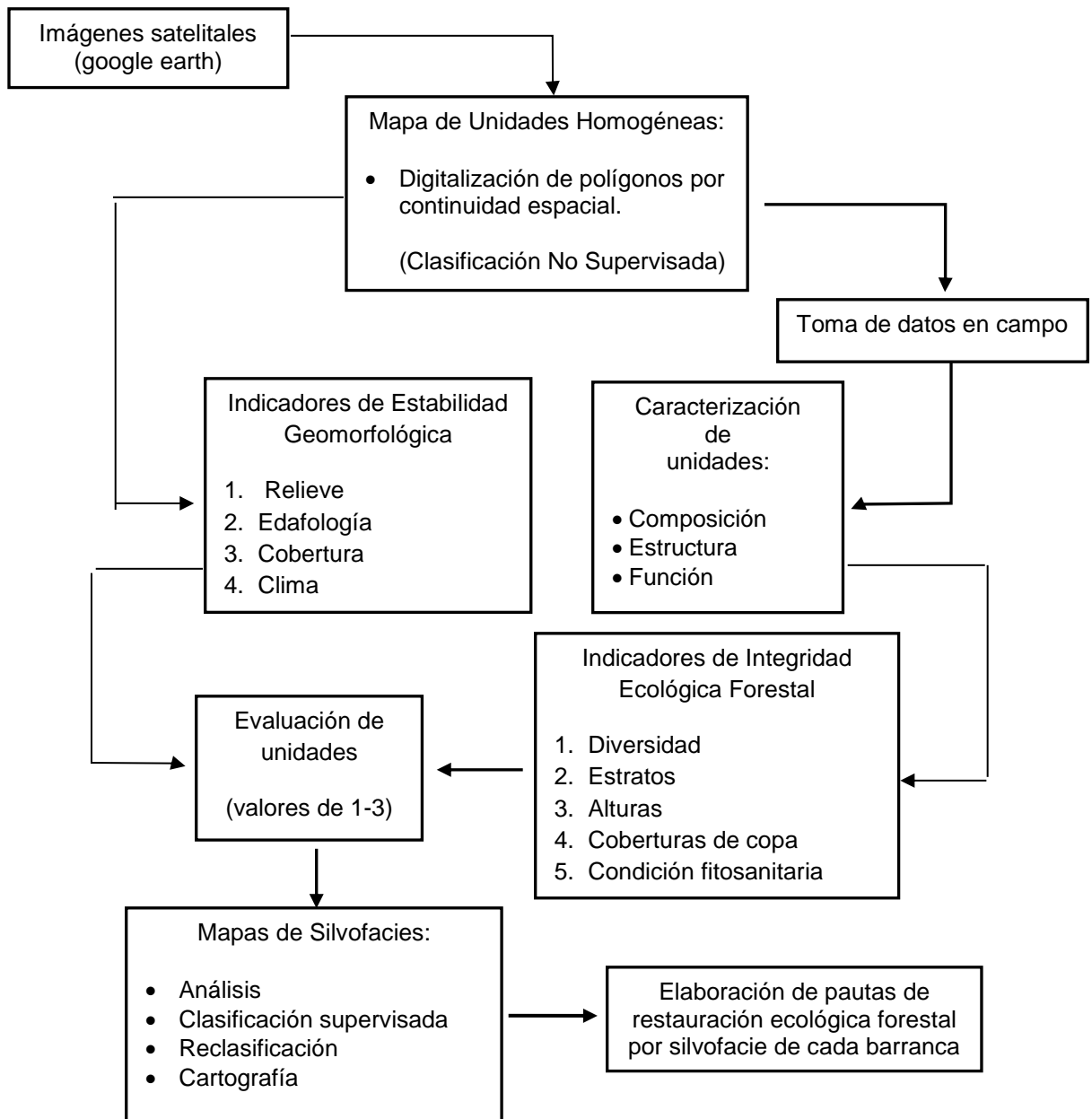
Fig. 7.25. Poligonal de barranca definida dentro de la cuenca (silvosistema para los fines del presente estudio), Dolores, en donde se encuentra la barranca con el mismo nombre. **Fuente:** Souza, *et al*, 2009.

8. MÉTODO

Diseño Experimental

1. Elaboración de un mapa preliminar de unidades homogéneas (unidades de paisaje diferenciables a simple vista por la continuidad de su cobertura vegetal), por barranca.
 - 1.1. Clasificación No supervisada de unidades de paisaje.
2. Muestreo de vegetación en campo.
3. Caracterización de las silvofacies de cada barranca:
 - 3.1. Análisis de la Integridad Ecológica Forestal de las unidades de paisaje preliminares.
 - 3.1.1. *Composición*. Se refiere al número y variedad de sus componentes:
 - 3.1.1.1. *Diversidad*. Se registraron las especies encontradas de cada estrato para determinar su riqueza y abundancia general y por unidad de paisaje.
 - 3.1.1.2. *Estructura*. Se refiere a los atributos de los componentes de la unidad de paisaje (estratos, tallas y cobertura):
 - 3.1.1.2.1. *Asociaciones vegetales*. Se correlacionó la presencia de arbustos y herbáceas asociadas a las especies forestales encontradas.
 - 3.1.1.2.2. *Estado de desarrollo*. Se determinó con las medidas dasométricas de cada individuo forestal muestral (altura, diámetro y copa).
 - 3.1.1.3. *Función*. Engloba el conjunto de transformaciones ligadas a los ciclos naturales del ecosistema; cambios de estado que intervienen en la calidad de la unidad de paisaje durante un tiempo dado:
 - 3.1.1.3.1. *Estado fitosanitario*. Se evaluó la condición general de salud y el vigor de los individuos arbóreos muestrales
 - 3.1.1.3.2. *Estado sucesional*: presencia de especies nativas por estrato.
 - 3.1.1.3.3. *Cobertura de copa*. Se obtuvo la superficie sombreada por el arbolado.
 - 3.1.2. *Asociaciones vegetales*. Se correlacionó la presencia de arbustos y herbáceas asociadas a las especies forestales encontradas.
 - 3.1.2.2. *Estado de desarrollo*. Se determinó con las medidas dasométricas de cada individuo forestal muestral (altura, diámetro y copa).
 - 3.1.3. *Función*. Engloba el conjunto de transformaciones ligadas a los ciclos naturales del ecosistema; cambios de estado que intervienen en la calidad de la unidad de paisaje durante un tiempo dado:
 - 3.1.3.1. *Estado fitosanitario*. Se evaluó la condición general de salud y el vigor de los individuos arbóreos muestrales
 - 3.1.3.2. *Estado sucesional*: presencia de especies nativas por estrato.
 - 3.1.3.3. *Cobertura de copa*. Se obtuvo la superficie sombreada por el arbolado.
 - 3.2. Análisis de la Estabilidad Geomorfológica de las unidades de paisaje.
 - 3.2.1. *Relieve*. Plano, redondeado o angular
 - 3.2.2. *Suelo*.
 - 3.2.3. *Cobertura vegetal*
 - 3.2.4. *Clima*
 - 3.3. *Reclasificación de Unidades de Paisaje* de cada barranca de acuerdo con su carácter de manejo prioritario.
4. Definición de las silvofacies de cada barranca de acuerdo con la clasificación supervisada de las unidades de paisaje preliminares en relación con sus efectos de borde.
5. Elaboración de pautas generales para la restauración de silvofacies en el área de estudio.

Diagrama de flujo



Muestreo

El muestreo de la vegetación es la técnica que permite obtener información sobre las características cualitativas o cuantitativas de la cobertura vegetal de un área determinada, sin necesidad de analizarla o recorrerla en su totalidad. Existen diversas técnicas para realizarlo.

En el presente estudio se efectuó un muestreo estratificado, en virtud de que partió del reconocimiento y diferenciación previa de distintas comunidades durante la clasificación preliminar de Unidades Homogéneas, es decir, que para evaluar la cobertura vegetal de las

barrancas de la alcaldía Miguel Hidalgo, se realizó la toma de datos en campo con base en una selección *a priori* de los sitios de muestreo.

Para el trabajo de campo se retomó el diseño metodológico del Inventario Nacional Forestal (CONAFOR, 2012) a partir del nivel de unidad de registro, desechando la dimensión de conglomerado, debido a la escala de interés del presente estudio.

Se obtuvieron los polígonos correspondientes a las declaratorias de Áreas de Valor Ambiental y se elaboraron retículas digitales, sobre la superficie de cada barranca, con lo cual se facilitó la ubicación aleatoria de las parcelas de muestreo.

Como ya se mencionó, la primera etapa del proceso de muestreo constituyó la etapa de pre-selección de parcelas, en el cual se consideraron los siguientes criterios:

- Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra de la población vegetal se utilizó una intensidad de muestreo de 0.01%, por ejemplo, si un bosque tiene una superficie de 10,000 ha y se emplea una intensidad de muestreo del 0.01%, el tamaño de la muestra será de 1 ha.

La superficie de muestreo se determinó con respecto a la totalidad de la superficie que cubren las barrancas objeto del presente estudio:

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente (2012), la Alcaldía Miguel Hidalgo tiene una superficie total de 276 ha en sus barrancas. Por lo tanto, el tamaño de muestra fue de 2.763 ha (27,630 m²). Por ese motivo la retícula se definió con un tamaño de celda de 15x15m.

A cada celda se le asignó un número consecutivo y fueron seleccionadas celdas al azar en toda la superficie de las barrancas. Las celdas seleccionadas fueron las parcelas en donde se realizó el muestreo en campo, sin embargo, no se tuvo acceso a todas ellas debido principalmente a la ocupación que han hecho presuntos propietarios privados de la superficie protegida de éstas Áreas de Valor Ambiental, aunado a otros factores como la presencia de jaurías de perros o que el punto seleccionado caía en una pendiente muy pronunciada, por lo que en esos casos, se desplazó el lugar del muestreo aun sitio próximo al punto original en donde fuera posible realizarlo.

- El tamaño de parcela.

Dentro de las parcelas se evaluaron tres estratos: árboles, arbustos y herbáceas.

Para el estrato arbóreo se utilizó una parcela circular, ya que implica un menor esfuerzo de establecimiento y cubre un área mayor en el menor perímetro posible, hecho que facilita el muestreo en el terreno accidentado y en pendiente de las barrancas.

Tras el primer recorrido de reconocimiento en campo se vio la dificultad que implicaban las características del terreno para la toma de datos, por lo que el radio de las parcelas de muestreo se redujo de 11.28 a 7.98 m, cubriendo así una superficie de 200 m² cada una, con lo cual se cubrió la mitad la superficie considerada en la metodología de Conafor

(2012), para el muestreo de arbolado y en consecuencia, se aumentó la cantidad de parcelas muestreadas para mantener el tamaño de la muestra en 0.1%.

Para el estrato arbustivo se utilizaron parcelas circulares de 2 m de radio (12.56 m²), mientras que el estrato herbáceo se evaluó con un cuadrante de 1 m² (Ver figura 8.1).

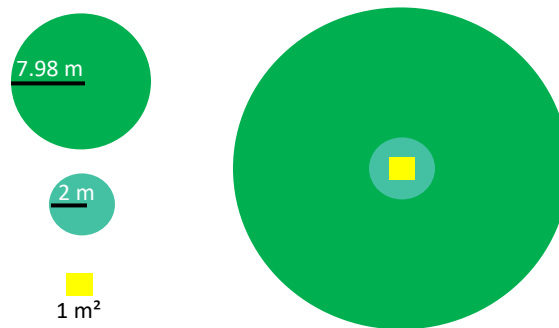


Fig. 8.1. Ejemplo de las parcelas para los tres estratos.

En resumen, el tamaño mínimo de cada parcela consistió de 7.98m de radio (200m²), correspondiente a la superficie de muestreo del estrato arbóreo. Al interior de esta superficie se definió establecer las parcelas para muestreo de los estratos arbustivo y herbáceo.

Con esta media del tamaño de las parcelas, se seleccionaron al azar 138 sitios de muestreos para cubrir la superficie total de muestra.

De este modo, en cada barranca se muestreó una cantidad distinta de parcelas de acuerdo con su superficie particular. Ver cuadro 8-A.

Barranca	Superficie en Ha	Superficie en m ²	Cantidad total de m ² muestreados (0.1%)	Número de parcelas de 200m ²
Barrilaco	30	300,000	3,000	15
Dolores	213.9	2,139,000	21,390	106.95
Bezares-El Castillo	20.6	206,000	2,060	10.3
Tecamachalco	11.8	118,000	1,180	5.9
Total	276.3	2,763,000	27,630	138.15

Cuadro 8-A. Número de parcelas y superficie de muestreo por barranca.

Trabajo de campo

- *Ubicación de parcelas*

Los equipos GPS se configuraron con tipo de coordenadas UTM y datum WGS84. Se cargó previamente la coordenada al GPS para poder llegar al punto central de cada parcela de muestreo y acercarse lo más posible, teniendo en cuenta la probabilidad de encontrar algún obstáculo que imposibilitara el ingreso para la toma de datos, en cuyo caso el punto debía reubicarse en un sitio próximo.

- *Marcado de parcelas*

Para marcar las parcelas se caminó hasta el centro de la parcela pre clasificada con la ayuda del GPS. A partir de ese punto, mediante una cuerda previamente marcada a cada metro, se delimitó el círculo de 7.98 m de radio.

Para el muestreo de los estratos arbustivo y arbóreo se comenzó por el norte, partiendo del individuo más cercano al centro y de ahí hacia afuera en dirección de las manecillas del reloj (N, E, S y O).

El cuadrante para las herbáceas se estableció en el centro de la parcela comenzando el muestreo con éste estrato para no perturbar el área durante el proceso de los otros estratos. Ver figura 8.2.



Fig. 8.2. Ejemplo de cuadrante para el muestreo de herbáceas.

- *Parámetros para medir la vegetación*

Los parámetros para evaluar la vegetación variaron dependiendo del estrato.

Para el estrato arbóreo se consideraron los árboles que con contaban con un diámetro normal de 7.5 cm en adelante, además se registraron sus medidas dasométricas (altura, diámetro de copa, fuste, DN), además de algunos datos fitosanitarios, de acuerdo con la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2015.

Para los arbustos se registró la altura y el ancho y largo de la copa. Para las herbáceas se tomaron datos de la cobertura del suelo en porcentajes (roca, suelo desnudo, hojarasca, grAVA y piedras y residuos sólidos), que en total debe de sumar 100, además del número de individuos por cada especie.

Las especies que no se identificaron en campo se colectaron para ser determinadas posteriormente.

Los materiales a utilizados para el trabajo de campo fueron los siguientes:

- GPS
- Estaca
- Cuerda (12 m)
- Cuadrante 1x1 m (tubo PVC)
- Flexómetro
- Clinómetro
- Libreta de campo
- Lápiz
- Prensa botánica

La información relativa a la estructura, composición y funcionamiento de las silvofacies considerada en el presente estudio, se registró en las siguientes cédulas de campo:

Cédulas de Campo empleadas para la toma de datos.

FECHA _____	HORA _____	BARRANCA _____
PARCELA NO. _____	COORDENADAS UTM _____	
ELEVACIÓN _____ msnm.		PENDIENTE ° _____

HERBÁCEAS (1x1 m)			
VEGETACION MENOR	COBERTURA	CUBIERTA DEL SUELO	COBERTURA
Gramíneas		Roca	%
Helechos	%	Suelo desnudo	%
Musgos	%	Hojarasca	%
Líquenes	%	GrAVA y piedras	%
Hierbas	%	Otros (especificar)	%
Cada categoría puede alcanzar 100%		El total debe sumar 100%	
Especie	Número de individuos	Habito	

ARBUSTOS (12.56 m ²) 2 m radio								
Especie	Frecuencia						Diámetro de Copa	
	Altura en metros						Ancho	Largo
	0.25-0.75	0.76-1.25	1.26-1.75	1.76-2.25	2.26-2.75	>2.75		

ARBOLADO (200 m²)

No	Especie	Nombre común	Fenología	Altura (m)	DAP (cm)	Altura fuste	Diam. Copa (m)		Estructura general	Condición General	Expectativa de vida	Presencia de epífitas/lichen	Nativa/ Exótica	Observaciones (inclinación, plagas o enfermedades, etc.)
							Ancho	Largo						

Mapa de Unidades Homogéneas

Se realizó la clasificación no supervisada de unidades de paisaje (preclasificación) a partir de imágenes satelitales de *Google Earth* del año 2009 por considerar que su resolución era adecuada para examinar la superficie de los polígonos de las AVA objeto de estudio.

Un segundo motivo para trabajar con dichas imágenes obedeció a la necesidad de dotar de insumos de fácil acceso tanto a la alcaldía Miguel Hidalgo como a los vecinos para facilitar la administración de la información y la continuidad del proyecto vecinal, del cual surgió el presupuesto participativo con el que se financió el trabajo de campo.

Las unidades de paisaje o unidades homogéneas se definieron a partir de la continuidad observable en la cobertura vegetal. Los límites de estas unidades se trazaron a partir de la infraestructura urbana detectada o bien, en el caso de la diferenciación entre cauces y taludes, de la zona federal más reducida reconocida en la Ley de Aguas Nacionales, que es de 5 m, por lo que en la definición de estas áreas operaron ambos criterios y de esta manera, se elaboró la cartografía correspondiente.

Caracterización de las silvofacias

Para caracterizar las unidades de paisaje preliminares fueron correlacionados los resultados de los dos indicadores desarrollados, el relativo a la integridad ecológica forestal y el de estabilidad geomorfológica, los cuales se presentan en diagramas de red para facilitar el análisis integrado de sus parámetros particulares, y a manera de matrices para su análisis simultáneo.

Con base en lo anterior fue posible identificar aquellas unidades de paisaje más frágiles, así como aquellas más resilientes, las cuales se reclasificaron como silvofacias prioritarias para el manejo forestal.

Análisis de Integridad Ecológica Forestal

Como se ha visto, uno de los objetivos de la restauración del paisaje es recuperar la integridad ecológica. Tres aspectos relevantes de las silvofacias, en tanto unidades del paisaje forestal, son su estructura, composición, y funcionamiento. Al correlacionarlos es posible identificar aquellas que presentan condiciones óptimas para la prestación de servicios ambientales.

Algunos de los resultados de campo se ponderaron estadísticamente para poder graficarlos y evaluarlos en conjunto. La presentación gráfica de los parámetros de integridad ecológica considerados se organizó conforme se indica en las figuras 8.3 y 8.4.

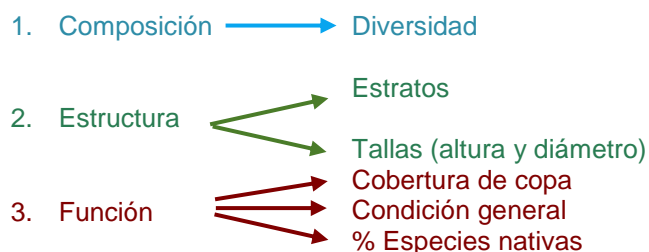


Fig. 8.3. Parámetros de Integridad Ecológica Forestal empleados para el análisis integrado en diagramas.

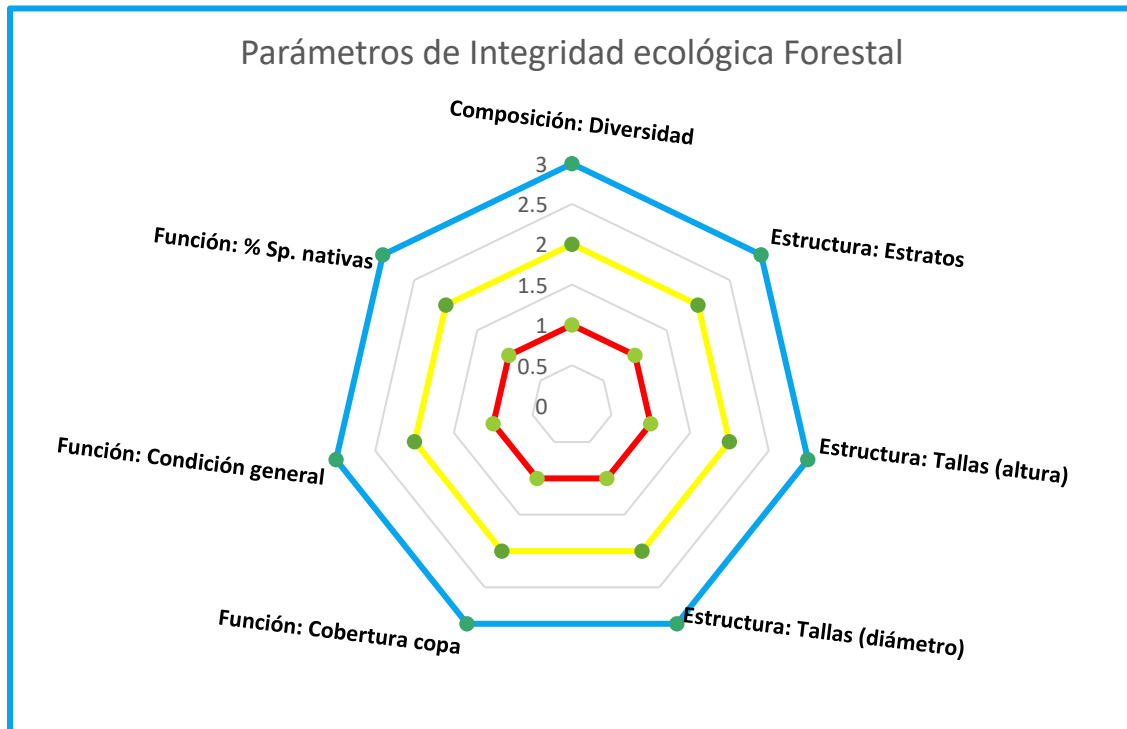


Fig. 8.4. Organización gráfica simultánea de los parámetros de Integridad ecológica Forestal a través de la ponderación de sus valores, donde la cercanía a 1 son valores críticos, la cercanía a 2 son valores regulares y la cercanía a 3 son valores óptimos.

Composición:

- Se realizó un listado taxonómico por estratos de la flora muestreada en cada silvofacie. Las especies que no fueron determinadas en campo se determinaron con ayuda de claves taxonómicas y guías de vegetación a partir de las muestras colectadas. Se observó la relación en la distribución de las especies de los tres estratos.
- Se realizó el análisis de biodiversidad mediante el índice de Shannon-Wiener. Éste índice ofrece una aproximación de la complejidad y estabilidad de la comunidad, cuya ecuación es:

$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i (\log_2 p_i)), \text{ donde}$$

H = índice de diversidad de especies

p_i = abundancia relativa de la especie i , respecto al total de individuos.

El valor de H se compara con el de Hmax. (Diversidad máxima), obtenido con la ecuación:

$$H_{\max} = \log_2 S, \text{ donde}$$

S = riqueza de especies.

Así, Hmax se toma como el valor ideal designado con un número 3 (alta diversidad), y el valor asignado a H, se obtiene en proporción a éste, en un rango de 1 a 2.9, en donde 1 es baja diversidad y 2 diversidad media.

Estructura:

- Se evaluó la presencia de los tres estratos en cada silvofacie, asignando un valor de 3, 2 y 1 vinculado a la presencia de 3, 2 ó 1 sólo estrato.
- Se obtuvo el promedio de las tallas del estrato arbóreo de cada parcela de muestreo y por barranca.
- Las medidas dasométricas de los árboles se relacionan con la etapa de desarrollo de un individuo forestal; entre más alto, más grueso y más frondoso sea un árbol se espera que tienda a prestar más servicios ambientales (en algunos casos, como la captura de carbono, la tasa de captura se reduce en la etapa adulta de un árbol, pero el carbono queda cautivo en el cuerpo del mismo, acompañando sus funciones vitales; en ese sentido la etapa adulta del árbol representa más carbono cautivo).

Se tomaron como referencia los rangos dasométricos de la Norma Ambiental NADF-001-RNAT2015 para reformularlos y asignar un valor a cada uno en una escala de 1 a 3 para el arbolado de cada silvofacie y de cada barranca; Ver cuadro 8-B.

Medidas dasométricas	Valor 1 (joven)	Valor 2 (adulto joven)	Valor 3 (maduro)
Altura promedio	Hasta 10 m	Hasta 20 m	Más de 20 m
Diámetro promedio	de 7 a 20 cm	de 20 a 40 cm	más de 40 cm

Cuadro 8-B. Rangos de medidas dasométricas para la asignación de valores.

Función:

Conocer el funcionamiento de las silvofacias implica intentar una evaluación de la situación real actual en la que están prestando servicios ambientales, así como sus verdaderas posibilidades de constituirse como reservorios del patrimonio forestal a corto plazo.

- Se consideró la cobertura de copa del arbolado arbitrariamente dentro del campo de las funciones y no como habitualmente se considera en los estudios ecológicos, en el ámbito de la estructura del bosque. Se decidió de esta manera asumiendo que existe una relación positiva entre la superficie sombreada por los árboles y la presencia de propágulos de otras especies de interés para la restauración forestal, donde la sombra es un factor determinante de los micrositios de establecimiento de nuevos ejemplares (Ramírez, 2004). Un promedio de las coberturas de copa equivalente al promedio de las alturas de los árboles se denominó como 3 (mucha sombra), las copas con la mitad de las medidas de altura se denominaron como 2 (sombra regular) y menos de la mitad de la medida de la altura 1 (sombra escasa).
- El estado fitosanitario se evaluó en campo como la condición general del arbolado ya que ésta no necesariamente corresponde con sus atributos físicos, sino que más bien indica el grado de estrés al que están sometidos los individuos forestales, permitiendo inferir la calidad de sus servicios ecosistémicos. Dicha información se refleja en la presencia de plagas, enfermedades, carencia de minerales y/o falta de vigor del arbolado.

Se emplearon las categorías de la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2015, donde la valoración para los árboles con buena condición general se fijó en 3, para los árboles con condición declinante incipiente en 2 y para los árboles con condición declinante severa 1. El valor promedio obtenido es el que se empleó para graficar.

- Porcentaje de especies nativas: Los cambios temporales en las características de un ecosistema, una comunidad o una población, están íntimamente ligados a cambios en las especies (Walker, 2003); las especies nativas son componente fundamental del patrimonio natural porque su presencia es indispensable para conservar otras especies de flora y fauna asociadas a ellas y así, controlar la explosión de enfermedades y plagas que pueden llegar a mermar la prestación de servicios ambientales.

México cuenta con una Estrategia Nacional de la Biodiversidad (2000), donde se reconoce que las especies exóticas invasoras (EEI) constituyen una amenaza para la conservación del capital natural del país, pues son el principal factor que origina la pérdida de la biodiversidad (Vanegas, 2016). Los acelerados índices de pérdida de diversidad de hábitat y de especies a través de la influencia de las especies invasoras tienden a homogeneizar del paisaje, impidiendo que las interacciones de un ecosistema se adapten a los cambios, lo que repercute en la incapacidad de un paisaje natural para proporcionar servicios ambientales.

Es por ello que el porcentaje de especies nativas se utilizó para inferir el estado de sucesión del paisaje forestal. Dado el carácter antrópico de las barrancas objeto de estudio, se consideró que una proporción deseable de especies nativas para que una unidad de paisaje se califique con un buen estado sucesional, es del 50%; a este valor se le pondera con un 3, al 25% con un 2 y 0% con 1.

Análisis de Estabilidad geomorfológica

Se obtuvo el grado de estabilidad geomorfológica de cada unidad de paisaje de los geosistemas: Barranca Barrilaco, Barranca Bezares-El Castillo, Barranca Dolores, Barranca Tecamachalco, a partir de los principios de Ecodinámica de Tricart (1977) que establecen una relación entre los procesos de morfogénesis y pedogénesis.

Cuando predomina la morfogénesis prevalecen los procesos erosivos modificadores de las formas del relieve y cuando predomina la pedogénesis prevalecen los procesos formadores de suelos. Su valoración se efectúa en una escala de 1 a 3, donde 1 se define como la prevalencia de procesos formadores de suelo, 2 es el estado de equilibrio entre morfogénesis y pedogénesis y 3 es la tendencia a la transformación morfológica e inestabilidad.

Para el análisis de la relación Morfogénesis/Pedogénesis de las unidades de paisaje, es preciso tomar en cuenta la influencia más determinante de los procesos ecodinámicos, por lo que los criterios empleados en dicho análisis fueron:

- a) Relieve. Condición de declividad o grado de disección que se observa en la forma de los picos, los cuales pueden ser planos, redondeados o angulares y cuya valoración va de 1 a 3 respectivamente.
- b) Suelo. El grado de desarrollo del suelo indica la estabilidad del paisaje de acuerdo con las formaciones que se observan en él, así los suelos andosólicos son suelos bien desarrollados a los que se les da el valor de 1, mientras que los litosoles entran en una clasificación intermedia (2) ya que su textura tiende a ser más arcillosa dificultando la infiltración del agua. Por su parte, los suelos de tipo regosol son vulnerables dada la pobre evolución de sus perfiles, por lo que se les da un valor de 3.
- c) Cobertura vegetal. Siendo la vegetación un factor de protección del suelo para las silvofacies, los valores próximos a 1 pueden ser definidos por formaciones cerradas, a las formaciones dispersas se les atribuyen valores próximos a 2 y las formaciones de baja densidad se valoran como 3.

- d) Para establecer este indicador, se consideró la densidad: número de individuos por unidad de área (ha)
- e) Clima. La relación entre la precipitación media anual y la duración del período de lluvias determinan los intervalos de 1 a 3 para la estabilidad de una silvofacie. Cuando la precipitación anual es baja y el período de lluvias es largo, los valores son próximos a la estabilidad, mientras que a mayor precipitación y menor duración del periodo de lluvias, la calificación designada será de 3 (Quintero, 1998)

En el presente estudio se invirtió la escala de valores de estabilidad para facilitar su comparación con los parámetros de Integridad forestal. De tal modo que los parámetros tendientes a la estabilidad o pedogénesis se calificaron en 3 y los tendientes a la inestabilidad o morfogénesis se calificaron en 1.

La presentación gráfica de los parámetros de Estabilidad Geomorfológica considerados se organizó conforme se indica en las figuras 8.5 y 8.6.



Fig. 8.5. Parámetros de Estabilidad Geomorfológica empleados para el análisis integrado en diagramas.

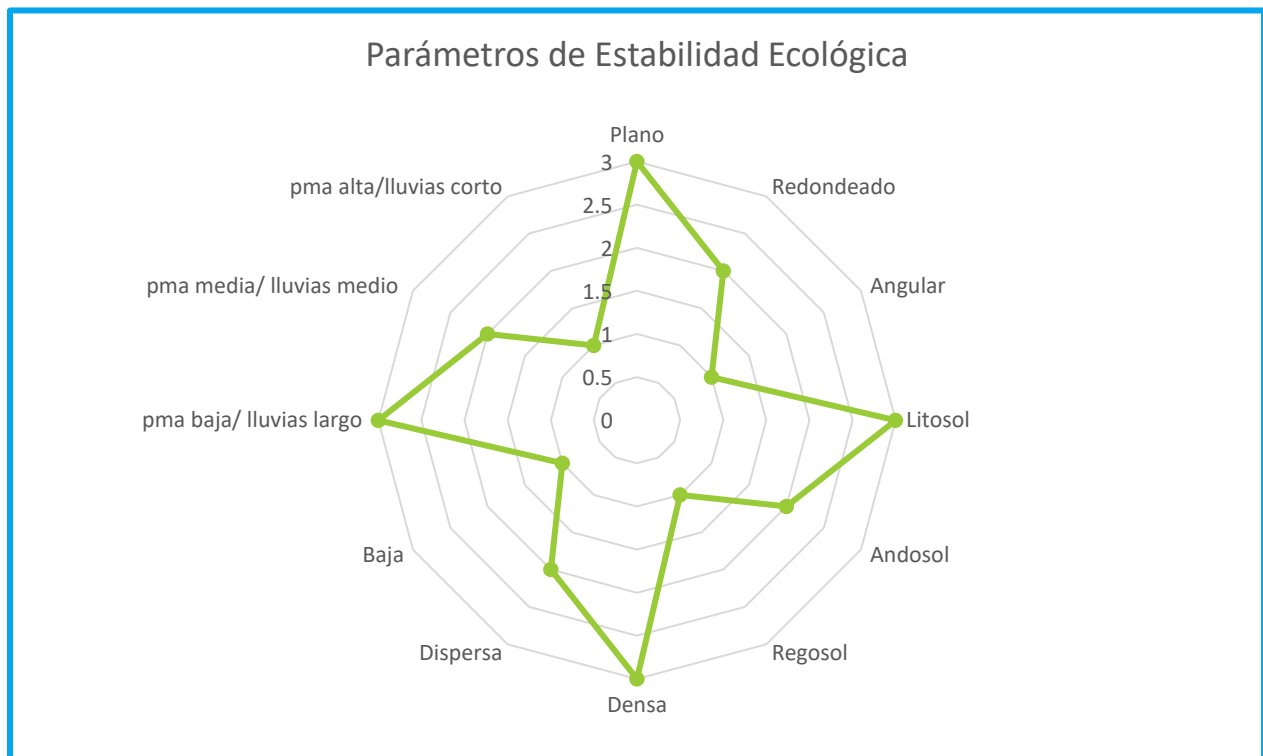


Fig. 8.6. Parámetros de Estabilidad geomorfológica empleados para el análisis integrado en diagramas.

Definición de silvofacies (Reclasificación y Clasificación Supervisada)

Los valores ponderados en escala de 1, 2 y 3 tanto para el indicador de Integridad ecológica como para el de Estabilidad Geomorfológica se asociaron con una descripción de “baja, regular y alta” según fuera el caso.

Algunos valores superaron el mínimo ideal esperable (es decir, que superaron el valor de 3), en cuyo caso se denominaron con una descripción de “muy alta”. Así mismo, cuando los valores reales se encontraron por debajo del 1, se describieron como “muy bajos”.

Los parámetros evaluados para ambos indicadores se dividieron en dos categorías: principales y secundarios. Ver cuadro 8-C.

Con base en la relación entre los indicadores principales y secundarios, se asignó una categoría de integridad o de estabilidad, a cada unidad de paisaje preliminar tal como se explica en los cuadros 8-D y 8-E del **Anexo 1**.

Posteriormente se hizo una reclasificación de unidades de paisaje entre aquellas unidades con mayor capacidad de resiliencia y aquellas más frágiles dentro de cada barranca, observando si había diferencias significativas entre las unidades de paisaje de borde y las unidades de paisaje interiores.

Hecho esto, se extrapolaron los resultados de las unidades muestreadas a las unidades no muestreadas con características similares para realizar la clasificación supervisada de las unidades de paisaje preliminares en un listado descriptivo de silvofacies por barranca.

Indicador	Parámetros Ponderados		Principales	Secundarios
Integridad ecológica Forestal	Composición	Diversidad	x	
	Estructura	Estratos		x
		Alturas		x
		Diámetros		x
Función	Cobertura de copa			x
	Condición general		x	
	% especies nativas		x	
Estabilidad geomorfológica	Relieve		x	
	Suelo			x
	Cobertura		x	
	Clima			x

Cuadro 8-C. Categorías de los distintos parámetros evaluados en los indicadores descritos.

Principal	Principal	Principal	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario	Muy Desintegrada	Desintegrada	Integrada	Muy Integrada
Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)								X (9)
Alto (3)	Alto (3)		Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)				X (18)
Alto (3)	Alto (3)		Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)					X (15)
Alto (3)	Alto (3)		Alto (3)	Alto (3)					x (12)	
Alto (3)	Alto (3)		Alto (3)						x (9)	
Alto (3)	Alto (3)		Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)			X (14)	
Alto (3)	Alto (3)		Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)				X (12)	
Alto (3)	Alto (3)		Regular (2)	Regular (2)				X (10)		
Alto (3)	Alto (3)		Regular (2)					X (8)		
Alto (3)			Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)			X (15)	
Alto (3)			Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)				X (12)	
Alto (3)			Alto (3)	Alto (3)				X (9)		
Alto (3)			Alto (3)					X (6)		
Alto (3)			Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)		X (11)		
Alto (3)			Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)			X (9)		
Alto (3)			Regular (2)	Regular (2)			X (7)			
Alto (3)			Regular (2)				X (5)			
Alto (3)			Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	X (7)			
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)				X (21)
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)				X (15)	
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Alto (3)	Alto (3)					X (12)	
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Alto (3)					X (9)		
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)			X (14)	
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)				X (12)	

Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)				X (10)		
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)					X (8)		
Regular (2)	Regular (2)		Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)			X (16)	
Regular (2)	Regular (2)		Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)				X (13)	
Regular (2)	Regular (2)		Alto (3)	Alto (3)				X (10)		
Regular (2)	Regular (2)		Alto (3)					X (7)		
Regular (2)	Regular (2)		Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)		X (12)		
Regular (2)	Regular (2)		Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)			X (10)		
Regular (2)	Regular (2)		Regular (2)	Regular (2)			X (8)			
Regular (2)	Regular (2)		Regular (2)				X (6)			
Regular (2)			Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)		X (14)		
Regular (2)			Alto (3)	Alto (3)	Alto (3)			X (11)		
Regular (2)			Alto (3)	Alto (3)			X (8)			
Regular (2)			Alto (3)				X (5)			
Regular (2)			Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)		X (10)		
Regular (2)			Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)		X (8)			
Regular (2)			Regular (2)	Regular (2)			X (6)			
Regular (2)			Regular (2)				X (4)			
Regular (2)			Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	X (6)			
Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)					X (3)			

Cuadro 8-D. Criterios para la evaluación de unidades de paisaje en las cuatro categorías de Integridad ecológica Forestal, a partir de las posibles combinaciones de puntuación más alta entre parámetros principales y secundarios.

Principal	Principal	Secundario	Secundario	Muy Inestable (6)	Inestable (7)	Estable (8)	Muy Estable (9 y 10)
Alta (3)	Alta (3)	Regular (2)	Regular (2)				X (10)
Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)			X (8)	
Baja (1)	Baja (1)	Regular (2)	Regular (2)	X (6)			
Alta (3)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)				X (9)
Alta (3)	Baja (1)	Regular (2)	Regular (2)			X (8)	
Baja (1)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)		X (7)		

Cuadro 8-E. Criterios para la asignación de unidades de paisaje en alguna de las cuatro categorías de Estabilidad Geomorfológica, a partir de las principales combinaciones posibles de parámetros principales y secundarios. Las categorías se definen por la sumatoria de los parámetros evaluados.

Efecto de borde

Una de las consecuencias más evidentes de la fragmentación de los sistemas forestales es la susceptibilidad de los fragmentos de bosque a los efectos negativos de sus bordes. Los efectos deletéreos de los bordes que se han documentado reportan mayor mortalidad de fauna o flora cerca del borde con respecto al interior del bosque (Chen et al., 1992; Mills, 1995 en López-Barrera, 2004) y la consecuente reducción del área del fragmento (Harris, 1988; Gascon et al., 2000 en López-Barrera, *Op cit*).

El efecto de borde puede definirse como cualquier cambio en la distribución de una variable dada que ocurre en la transición entre hábitats (Lidicker, 1999; Lidicker y Peterson, 1999 en López -Barrera, *Op cit*).

Considerar a los bordes como membranas que modulan el intercambio de materia y organismos entre dos hábitats ha llevado al concepto de permeabilidad de bordes. La permeabilidad determinada por distintos tipos de bordes (suaves o abruptos) tiene importantes implicaciones en términos de la conservación y la regeneración de bosques, así como en el manejo de la vida silvestre.

Este conocimiento será básico para establecer estrategias de recuperación de hábitats (bordes permeables) o estimar el impacto de la fragmentación en la persistencia de especies especialistas del bosque (bordes impermeables), (López.Barrera, 2004).

El efecto de borde se evaluó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) comparando las medias de los parámetros de Integridad ecológica Forestal entre las unidades de paisaje de borde, las de interior y en cauce con la distribución estadística de Fisher a un nivel de significancia del 95% en donde la Hipótesis nula fue que dichos conjuntos de unidades de paisaje no presentaban diferencias significativas en los parámetros de Integridad ecológica Forestal, por lo que podían considerarse una misma silvofacie.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el **Anexo 1** se presentan todos los mapas generados para cada barranca. Los Mapas correspondientes a la fase previa al campo son todos los Mapas 9.I y 9.II.

Las poligonales de las cuatro Áreas de Valor Ambiental con categoría de barrancas estudiadas, no coinciden al 100% con lo que se observa en las imágenes satelitales, a pesar de que la referencia empleada fue del año 2009 y que las poligonales fueron publicadas en 2012. Pese a los ajustes que es necesario hacer en las poligonales oficiales de las AVA, en términos generales la forma de sus trazos coincide con los límites físicos que se pueden observar en las imágenes satelitales.

En los mayores niveles de acercamiento posible, se aprecia que la dinámica de invasión en los bordes de las AVA que colindan con predios, es muy intensa, pues es evidente que muchos predios privados han ampliado y bardeado sus jardines e incluso rellenando zonas federales (cauces), sobrepasando el límite de protección aún considerando el desfase previamente aludido. Esta tendencia se observa a través de líneas próximas a las casa, que atraviesan la masa vegetal. Ver figura 9.1.

En campo, fue posible verificar esta situación, ya que en muchos sitios puntuales de muestreo no se pudo acceder porque se encontraron polígonos completos delimitados con bardas o mallas que dejan suponer que existe un propietario, tal es el caso del segundo polígono de Bezares y todo el polígono de El Castillo, en donde no hubo forma de hacer un solo muestreo.

En la barranca Tecamachalco los accesos públicos son prácticamente inexistentes, razón por la cual, ahí, ninguna de las tres unidades preliminares, fueron muestreadas y, en su lugar, se muestrearon dos sitios dentro de la poligonal y dos más por fuera en sitios muy próximos para tener al menos una noción del comportamiento de los parámetros evaluados.

Las invasiones en los bordes de los polígonos decretados AVA puede estar actuando como la principal causa de degradación de la cobertura vegetal al fragmentar su continuidad espacial con la pérdida de hábitat que esto implica y la obstaculización de procesos ecológicos básicos, algunos de los cuales son:

- Bloqueo de dispersión de semillas,
- Cambio de régimen microclimático.
- Bloqueo de la percolación de agua pluvial
- Bloqueo de la percolación e infiltración de agua fluvial
- Propagación de especies invasoras
- Contaminación de suelos y cauces

En última instancia, las invasiones a las barrancas decretadas AVA implican la privatización ilegal de un espacio público y atentan contra el derecho a un medio ambiente sano, por lo que constituyen un delito ambiental.

Es evidente que, a pesar de existir un decreto de protección, mientras las AVA no entren a la agenda de política ambiental en la Ciudad de México con un carácter prioritario, la tendencia a la degradación ecológica de estos sitios seguirá intensificándose, con la subsecuente pérdida del patrimonio ambiental real y potencial que constituyen.

En contraparte, resalta el hecho de que existen pequeñas áreas integradas a la vegetación de las barrancas que rebasan los límites de los decretos, las cuales sería conveniente revisar para su posible integración en la superficie protegida.



Fig. 9.1. La línea amarilla indica el límite de la poligonal protegida en un brazo de la barranca Dolores. Presuntas invasiones, se destacan mediante un círculo rojo, mientras que con color verde se ejemplifican otras áreas verdes aparentemente sin propietario que no están integradas a la poligonal de AVA.

Unidades de paisaje preliminares (Clasificación No supervisada).

En virtud de que el ajuste de los límites oficiales de las AVA, escapa a los alcances de este trabajo, se decidió realizar el trazado preliminar de unidades homogéneas de paisaje, teniendo como referencia la forma del límite oficial de las AVA pero atendiendo los límites físicos observables por fuera y por dentro del mismo en las imágenes satelitales de *Google Earth 2009*.

La clasificación preliminar de unidades de paisaje se realizó mediante diferenciación visual perceptible sobre la imagen satelital con base en la continuidad espacial de la cubierta vegetal y considerando que las unidades delimitadas tendrían acceso libre para el levantamiento de datos en campo.

Se obtuvieron 13 categorías de unidades de paisaje, las cuales se enlistan en el Cuadro 9-A; En los Mapas 9.III-A, B, C y D del **Anexo 1** se puede consultar su distribución dentro de cada barranca.

No.	Categoría/Barranca	Barrilaco	Dolores	Bezares-El Castillo	Tecamachalco
1	Cauce	X	X	X	X
2	Cauce/predios/calle	X	X		
3	Borde		X		
4	Borde/Cauce	X			
5	Borde/predios		X	X	X
6	Borde/predios/cauce	X	X	X	
7	Borde/calle	X	X		
8	Borde/calle/cauce	X			
9	Borde/predios/calle/cauce			X	X
10	Borde/infraestructura		X		
11	Interior	X	X		
12	Interior/cauce	X	X		
13	Interior/infraestructura		X		

Cuadro 9-A. Categorías de unidades de paisaje preliminares, donde las diagonales indican una relación de colindancia.

Como se aprecia en el cuadro anterior, sólo la categoría de Cauce es compartida por todas las barrancas, dejando ver que la conducción de agua es un fenómeno que se ha respetado por la urbanización en estos sitios.

La categoría de Borde se distinguió únicamente en la Barranca Dolores, porque la unidad aludida con esta tipología se encontró en colindancia con una unidad de Interior por un frente y por otro con el panteón Dolores, en donde el límite no es tan rígido en términos de continuidad de la vegetación como en el caso de los predios particulares y las calles, con los que el borde convive y es delimitado por tales elementos en el resto de los casos.

La categoría de Borde/predios en donde la segunda colindancia es con una unidad de *Interior* se presenta en Dolores, Bezares -El Castillo y Tecamachalco, en sitios donde las barrancas suelen estar aisladas de la trama urbana porque las edificaciones bloquean los accesos; de modo que en Bezares-El castillo y Tecamachalco no fue posible entrar a este tipo de unidades por lo que el muestreo de este tipo de unidad sólo sucedió en Dolores. Aunado a lo anterior, el hecho de que Dolores no presente la categoría Borde/calle/cauce indica que tiene unidades de interior que evitan el contacto directo de las unidades de borde con el cauce.

Las unidades preliminares de Borde con colindancias urbanizadas en tres de sus frentes se manifestaron sólo en Bezares y Tecamachalco, lo cual es indicativo de el grado de fragmentación forestal en dichas barrancas.

Tanto en Barrilaco como en Dolores se presentó un tipo de unidad denominada Cauce/predios/calle, debido a que este tipo de unidad presenta un cauce, aunque se encuentren en la periferia de las barrancas, es decir, en contacto directo con el entramado urbano porque el borde y el interior se han perdido.

Únicamente en Dolores se encontraron unidades tanto de borde como de interior acompañadas con algún tipo de infraestructura urbana no residencial.

De manera general, se puede afirmar que los parches de vegetación al interior de las barrancas se encuentran muy fragmentados por distintos tipos de infraestructura.

En la barranca Barrilaco las vialidades vehiculares que la atraviesan transversalmente, descomponen la barranca en segmentos longitudinales. La mayor parte de las unidades de paisaje fueron unidades de cauce (nueve de ellas), seis de borde y únicamente dos unidades de interior en los segmentos más anchos del AVA. Ello denota la reducción de superficie ante la urbanización, hasta el grado en que sólo se han dejado sin sellar los sitios de conducción de aguas en temporada de lluvias.

Destaca también para Barrilaco que las unidades de cauce no aparecen en todos los segmentos de la barranca, ya que en algunos casos el agua pluvial ya no fluye por su superficie, sino que se encauza hacia el sistema de drenaje. En esta barranca, existen vialidades peatonales que generan un efecto de fragmentación de las comunidades vegetales, pero no ejercen un impacto tan negativo para la vegetación arbórea, como se verá más adelante.

En el AVA Bezares-El Castillo, constituida por tres polígonos, tampoco se delimitaron unidades de interior, cuya forma al igual que en Barrilaco es más bien alargada como consecuencia de la pérdida de superficie.

Por su parte, la barranca Dolores fue la que presentó más unidades de interior (seis), aunque 13 fueron de borde y seis en cauce. En términos de vegetación, esta barranca, a pesar de encontrarse fragmentada por material asfáltico y de concreto de las vialidades vehiculares que la atraviesan, es la barranca con

mayor superficie global, la que presenta unidades de paisaje menos estrechas y por lo tanto, es la más relevante en términos de silvosistema.

En Tecamachalco únicamente se delimitaron tres unidades de paisaje preliminares al sur de su superficie, en obediencia a los límites de bardas que se observaron y que se sabía de antemano la dificultad de acceder.

La conformación espacial de las unidades de paisaje en las barrancas estudiadas, confirman que su comportamiento evoluciona en un contexto de socio ecosistema. En ese sentido, es relevante considerar las necesidades antrópicas en el establecimiento de nueva vegetación. Más aún, la incorporación de la vegetación existente por fuera de los polígonos decretados como AVA, en el análisis del silvosistema podría dotar de mejores elementos para fortalecer las intervenciones que se realicen al interior de los polígonos protegidos.

Unidades de paisaje muestreadas

No en todos los sitios de muestreo seleccionados fue posible acceder debido principalmente al bloqueo de pasos por presencia de predios particulares, a la presencia de jaurías de perros o a que el punto previsto caía en una pendiente muy pronunciada. En la mayor parte de estos casos las parcelas de muestreo se desplazaron unos metros para poder hacer la toma de datos, pero hubo algunos sitios en los que esto tampoco fue posible, como se muestra en las fotografías siguientes (figura 9.2).

En los Mapas 9.IV-A al D, se muestran las parcelas a las que se pudo acceder en campo y su distribución en las unidades de paisaje preliminares. Los Mapas 9.V-A al D, señalan únicamente las unidades de paisaje muestreadas y a las cuales fue posible analizar en términos de integridad ecológica y estabilidad morfológica.



Fig. 9.2. Se ilustran algunos puntos de muestreo a los que no fue posible acceder: 1. Punto en la Barrilaco enrejado; 2. Punto en Bezares enrejado; 3. Punto en Dolores sobre cauce; 4. Punto en Tecamachalco bardeado.

En el Cuadro 9-B se presenta la información relativa a las unidades de paisaje de cada barranca que fueron muestreadas en campo.

Barranca	U.P. preliminares	U.P. muestreadas	Numeración de U.P. muestreadas
Barrilaco	32	13	1, 5, 9, 14, 15, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.
Bezares (polígono 1)	5	3	3, 4, y 5
Dolores	27	14	1,2,7,8,9,10,11,12,13,16,17,19,21 y 22
Tecamachalco	3	0	parcelas 1-5 (ninguna pre seleccionada)

Cuadro 9-B. Unidades de paisaje (U.P.) en donde se tomaron datos de campo.

La mayor cantidad de puntos de muestreo se realizó en la barranca Dolores, seguida de la barranca Barrilaco, mientras que en Bezares-El castillo se vio drásticamente disminuida la cantidad de parcelas muestreadas con respecto a las que fueron pre seleccionadas. En el caso de la barranca Tecamachalco, desde la inspección satelital se detectó que las unidades de paisaje que podrían trabajarse en campo serían muy pocas e incluso sólo pudieron efectuarse dos muestreos dentro de la poligonal, en unidades de paisaje no previstas, debido a la falta de accesos.

Como es posible constatar en el Cuadro 9-C, de las 8 categorías de unidades presentes en la barranca Barrilaco, se muestrearon siete de ellas. La unidad de tipo Borde colindante con calle fue la única que faltó por muestrear. Así mismo, en la barranca Dolores de las 10 categorías que se delimitaron en ella, se pudieron muestrear ocho, quedando sin muestreo las categorías: Borde/predios/cauce e Interior con infraestructura. De esta manera, en los dos casos mencionados, se puede considerar que el muestreo por tipo de unidades, fue representativo.

En Bezares-El Castillo se muestrearon sólo dos tipos de unidades de paisaje de las cuatro que fueron pre clasificadas, debido principalmente a que fue posible acceder sólo a uno de los tres polígonos protegidos. En el caso más drástico, de la barranca Tecamachalco, no se muestreó ninguna de las tres unidades preliminares, sin embargo, las dos parcelas muestreadas se ubican en una unidad que bien puede entrar en la categoría de *Borde* colindante con predios y con cauce, aunque esta categoría no se tenía prevista en la clasificación original. En estas últimas barrancas, la tipología de unidades de paisaje no fue suficientemente muestreada como para comparar el comportamiento de la vegetación entre ellas.

Tener en cuenta las tipologías de unidades de paisaje que pudieron ser muestreadas y las que no, fue importante al momento de realizar la clasificación supervisada de silvofacies. Sin embargo, la utilidad se asoció sólo con la ubicación de las unidades con respecto al límite de la poligonal protegida (borde, interior y cauce), ya que su relación con la infraestructura, predios o calles no fue discernida al no encontrarse necesario para entender el comportamiento paisajístico forestal.

No.	Categoría/Barranca	Barrilaco	Dolores	Bezares- El Castillo	Tecamachalco
1	Cauce	x	x	x	
2	Cauce/predios/calle	x	x		
3	Borde		x		
4	Borde/Cauce	x			
5	Borde/predios		x		
6	Borde/predios/cauce	x		x	x
7	Borde/calle		x		
8	Borde/calle/cauce	x			
9	Borde/predios/calle/cauce				
10	Borde/infraestructura		x		
11	Interior	x	x		
12	Interior/cauce	x	x		
13	Interior/infraestructura				

Cuadro 9-C. Se indican las categorías de unidades de paisaje que lograron ser muestreadas en cada una de las barrancas.

Características de la vegetación muestreada.

La presencia de especies de flora por barranca se resume en el Cuadro 9-D. Se tiene que la riqueza de especies para todas las barrancas es de 41 árboles, 13 arbustos y 47 hierbas. Del total de especies de cada estrato, las especies nativas se manifiestan en 25 especies arbóreas, es decir, el 61%; 10 especies arbustivas, o sea, el 77% y 26 especies herbáceas, que corresponden al 55%.

No.	Especies arbóreas			Barrancas			
	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Barrilaco	Bezares	Dolores	Tecamach.
1	<i>Acacia retinodes</i>	Acacia	Exótica			X	
2	<i>Acacia sp.</i>	Acacia				X	
3	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	Nativa		X		
4	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	Nativa	X	X	X	X
5	<i>Bursera fagaroides*</i>	Copal	Nativa			X	
6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Exótica	X	X	X	X
7	<i>Cotoneaster pannosus</i>		Exótica	X		X	
8	<i>Cupressus lusitánica</i>	Cedro blanco	Nativa	X	X	X	
9	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Nativa				X
10	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	Exótica	X	X	X	X
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Exótica		X	X	
12	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Nativa	X	X	X	
13	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Nativa	X	X	X	X
14	<i>Carica papaya</i>	Papayo	Exótica	X		X	
15	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Nativa	X			
16	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Exótica	X			X
17	<i>Pittosporum undulatum</i>	Clavo	Exótica	X			
18	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno	Exótica	X		X	
19	<i>Morus celtidifolia</i>	Mora	Nativa			X	
20	<i>Musa ensete</i>	Plátano	Exótica	X			
21	<i>Phoenix canariensis</i>	Palma	Exótica	X		X	
22	<i>Pinus cembroides</i>	Pino	Nativa			X	
23	<i>Pinus maximartinezii</i>	Pino azul	Exótica			X	
24	<i>Pinus patula</i>	Pino	Nativa			X	
25	<i>Pinus radiata</i>	Pino	Exótica			X	
26	<i>Pinus teocote</i>	Pino	Nativa			X	
27	<i>Platanus hybrida</i>	Sicomoro	Nativa	X			
28	<i>Prunus serotina subs capuli</i>	Capulín	Nativa	X	X	X	X
29	<i>Quercus crassipes</i>	Encino	Nativa			X	
30	<i>Quercus obtusata</i>	Encino	Nativa			X	
31	<i>Quercus sp.</i>	Encino	Nativa			X	
32	<i>Quercus frutex</i>	Encino	Nativa		X		
33	<i>Quercus greggii</i>	Encino	Nativa		X		
34	<i>Quercus mexicana</i>	Encino	Nativa		X		
35	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	Nativa	X			
36	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote	Nativa				X
37	<i>Schinus molle</i>	Pirul	Exótica	X		X	
38	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pirul del Brasil	Exótica			X	
39	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuete	Nativa			X	
40	<i>Tecoma stans</i>	Rertama	Nativa			X	
41	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	Nativa	X		X	

No.	Especies arbustivas			Barrancas			
	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Barrilaco	Bezares	Dolores	Tecamach.
1	<i>Acaciella angustissima</i>		Nativa			X	
2	<i>Baccharis conferta</i>		Nativa			X	
3	<i>Brongniartia intermedia</i>		Nativa			X	
4	<i>Bouvardia ternifolia</i>		Nativa	X			
5	<i>Calliandra grandifolia</i>		Nativa			X	

6	<i>Cotoneaster pannosus</i>		Exótica			X	
7	<i>Dalea sp.</i>		Nativa			X	
8	<i>Eupatorium sp.</i>		Nativa			X	
9	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>		Nativa			X	
10	<i>Opuntia sp.</i>		Nativa			X	
11	<i>Rosa canina</i>		Exótica		X	X	
12	<i>Ricinus communis</i>	Ricino	Exótica				X
13	<i>Rubus cymosus</i>		Nativa			X	

No.	Especies herbáceas			Barrancas			
	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Barrilaco	Bezares	Dolores	Tecamach.
1	<i>Bidens aurea</i>		Nativa		X		
2	<i>Bidens oleata</i>		Exótica			X	
3	<i>Bromus catharticus</i>		Exótica			X	
4	<i>Canna indica</i>		Nativa			X	
5	<i>Conyza bonariensis</i>		Exótica				X
6	<i>Conyza sophiifolia</i>		Nativa			X	
7	<i>Cucurbita sp.</i>		Nativa			X	
8	<i>Cuphea aequipetala</i>		Nativa			X	
9	<i>Dichondra repens</i>		Exótica				
10	<i>Dicliptera peduncularis</i>		Nativa	X		X	
11	<i>Dioscorea sp.</i>					X	
12	<i>Eragrostis sp.</i>					X	
13	<i>Erigeron karvinskianus</i>		Nativa		X		X
14	<i>Erigeron sp.</i>					X	
15	<i>Eupatorium galeotti</i>		Nativa			X	
16	<i>Eupatorium karvinskianus</i>		Nativa			X	
17	<i>Fragaria vesca</i>		Nativa	X		X	
18	<i>Gibasis geniculata</i>		Nativa			X	
19	<i>Geranium seemannii</i>		Nativa	X	X		
20	<i>Gibasis pellucida</i>		Exótica		X		
21	<i>Gnaphalium sp.</i>		Nativa			X	
22	<i>Hedera helix</i>		Exótica	X	X	X	X
23	<i>Ipomoea purpurea</i>		Exótica			X	
24	<i>Lepidium aff. virginicum</i>		Nativa			X	
25	<i>Manfreda sp.</i>		Nativa			X	
26	<i>Mimosa sp.</i>		Nativa			X	
27	<i>Muhlenbergia robusta</i>		Exótica			X	
28	<i>Oenothera rosea</i>		Nativa			X	
29	<i>Oxalis corniculata</i>		Nativa	X		X	
30	<i>Oxalis decaphylla</i>		Nativa			X	
31	<i>Oxalis latifolia</i>		Nativa	X		X	
32	<i>Oxalis sp.</i>		Nativa			X	
33	<i>Passiflora tarminiana</i>	Pasiflora	Exótica		X		
34	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	Exótica	X	X	X	X
35	<i>Phytolacca icosandra</i>		Nativa				X
36	<i>Picris echioides</i>		Exótica			X	X
37	<i>Physalis chenopodifolia</i>		Nativa		X		
38	<i>Phytolacca icosandra</i>		Nativa	X			
39	<i>Rumex flexicaulis</i>		Nativa			X	
40	<i>Senecio sp.</i>		Nativa	X	X	X	X
41	<i>Sonchus oleraceus</i>		Exótica			X	X
42	<i>Spiranthes schaffneri</i>		Exótica			X	
43	<i>Sporobolus indicus</i>		Exótica			X	
44	<i>Taraxacum officinale</i>		Exótica			X	
45	<i>Tradescantia fluminensis</i>		Exótica	X	X	X	
46	<i>Tropaeolum majus</i>		Exótica			X	
47	<i>Vinca major</i>		Exótica			X	

Cuadro 9-D. Listado florístico de especies y su presencia por barranca. Se indica si se trata de especies nativas de la Cuenca de México.

Fueron seis las especies de arbolado más frecuentes por estar presentes en las cuatro barrancas: *Buddleia cordata* (tepozán), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Cupressus lusitanica* (cedro blanco), *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), *Fraxinus uhdei* (fresno) y *Prunus serotina* (capulín), de manera que las especies más frecuentes son mayoritariamente nativas.

El estrato arbustivo se registró fundamentalmente en la barranca Dolores. Por su parte, las herbáceas distribuidas en todas las barrancas fueron tres: *Hedera helix*, *Penisetum clandestinum* (pasto) y *Senecio* sp. Esto es que, a diferencia de lo que ocurre con el arbolado, las hierbas más frecuentes son de especies exóticas.

En el **Anexo 2** se encuentra el listado taxonómico de especies por estrato herbáceo, arbustivo o arbóreo para cada barranca, así como los datos relativos a la riqueza, abundancia y frecuencia en cada una de ellas.

Las especies de árboles más abundantes entre las cuatro barrancas se observan en el Cuadro 9-F.

Especie	Nombre Común	Barrilaco	Bezares	Dolores	Tecamachalco
<i>Alnus acuminata</i>	Aile		x		
<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	x	x	x	x
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco		x		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto alcanfor	x		x	
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto gigante			x	
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	x	x	x	x
<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno	x		x	

Cuadro 9-F. Especies arbóreas más abundantes en las barrancas objeto de estudio.

Las especies de hierbas más abundantes entre las cuatro barrancas se observan en el Cuadro 9-G, ninguna de ellas comparte el carácter de abundante en todas las barrancas.

De acuerdo con el Cuadro 9-H, de las 41 especies arbóreas registradas en toda el área de estudio, el AVA que presentó mayor la riqueza fue la barranca Dolores, secundada por Barrilaco; en tercer lugar, se tiene a la barranca Bezares y al final Tecamachalco. La misma secuencia se tienen en cuanto diversidad de especies forestales, con Dolores a la vanguardia.

Especie	Nombre Común	Barrilaco	Bezares	Dolores	Tecamachalco
<i>Conyza sophiifolia</i>				x	
<i>Penisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	x	x		x
<i>Senecio</i> sp.		x			
<i>Dicliptera peduncularis</i>		x			
<i>Tradescantia fluminensis</i>		x	x		
<i>Hedera helix</i>	Hiedra		x		x
<i>Ergotis</i> sp.				x	
<i>Erigeron karvinskianus</i>	Marimonia			x	x
<i>Eupatorium</i> sp.				x	

Cuadro 9-G. Especies herbáceas más abundantes en las barrancas objeto de estudio.

Barranca	Riqueza específica	Diversidad	Diversidad máxima
Barrilaco	19	1.57	2.06
Bezares	13	2	2.50
Dolores	29	2.09	2.81
Tecamachalco	8	0.59	0.63

Cuadro 9-H. Riqueza, diversidad y diversidad máxima de especies arbóreas por barranca.

Para toda el área de estudio, que implica a las cuatro barrancas decretadas como AVA en la alcaldía Miguel Hidalgo, la diversidad de especies arbóreas (H), tiene un promedio de 1.56 y un valor de diversidad máxima (Hmax) promedio, equivalente a 2.00, por lo que actualmente las barrancas presentan una diversidad de especies arbóreas del 78% de lo que podrían presentar con la misma riqueza de especies.

Esto significa que hay que reducir la abundancia de algunas especies ya presentes para privilegiar la abundancia de otras con el fin de acrecentar la diversidad del arbolado y con ello, dar mayor estabilidad ecológica a las barrancas ya que con mayor diversidad de especies, las plagas y enfermedades reducen su capacidad de propagación; Aumentar la riqueza de especies también representaría una mayor diversidad.

Desde el punto de vista funcional de una restauración enfocada a la recuperación de servicios ecosistémicos, como la que aquí se plantea, el papel que juegan las especies nativas en los socioecosistemas de las barrancas, no es determinante para generar los servicios ecosistémicos que son más acuciantes, por lo que la paleta de especies a establecer en lo venidero, debe ser afín a las funciones ambientales que son deseables de desarrollar o de preservar, más allá de la distribución original de las especies empleadas, sin embargo, de ello se hablará más adelante.

En esta sección se retoma el énfasis dado en el Marco Teórico y en el Método, a la necesidad de extender la presencia de especies nativas, a un mínimo del 50% de dicha paleta vegetal, pues no hay que perder de vista que la restauración forestal pretende acelerar la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies de interés del ecosistema de referencia y que la EMC señala que se deben incluir especies nativas en los programas de restauración urbana.

En virtud de lo anterior se hacen observaciones relativas puntualmente al comportamiento esperado de las especies nativas, las cuales, como se abordará de manera posterior, son relevantes sobre todo en las silvofacias de cauce y de interior.

Se tiene así que, del total de especies arbóreas registradas en todas las barrancas, el 61% (25 registros), corresponden a especies nativas de la Cuenca de México. De las especies arbóreas más frecuentes en toda el área de estudio, también más de la mitad (67% o 4 de 6), corresponden a especies nativas.

Es así que, de forma genérica, en el estrato arbóreo se deben ir sustituyendo las especies exóticas más abundantes como casuarina, eucalipto y trueno, cuyos ejemplares muestren problemas fitosanitarios y/o estructurales, por otras especies nativas que ahora son menos abundantes como encinos, aguacate, sicomoro, copales, colorín, pinos, ahuehuete, ahuejote, para favorecer una composición arbórea más afín a las funciones ecosistémicas de las barrancas como hábitat de fauna y especies ribereñas resistentes a las crecidas fluviales.

Entre las especies arbóreas más abundantes destacan fresnos y tepozanes (ambas especies nativas), por compartir el carácter de abundancia en todas las barrancas, por lo que los ejemplares de estas especies con problemas fitosanitarios, deberían tratarse para mantenerlos en el área de estudio, pero no deberían ser utilizadas para nuevas plantaciones.

Considerando los 13 registros de especies arbustivas que se obtuvieron entre todas las barrancas, el 85%, es decir 11 de ellos, se encontraron en Dolores, 15% (2 especies), en Barrilaco y 8% (1 especie) tanto en Bezares como en Tecamachalco, de lo que se puede deducir que el estrato arbustivo es pobre en las barrancas estudiadas con excepción de la barranca Dolores.

No obstante, en el estrato arbustivo se observó que el 77% de las especies (10 registros) corresponden a especies nativas, por lo que la presencia de este tipo de especies es aún mayor que lo observado para el estrato arbóreo. En Bezares y Tecamachalco los arbustos encontrados son exóticos y en Barrilaco

una de dos especies registradas también es exótica. En Dolores, del total de especies arbustivas, se determinó que el 82% son nativas.

Por otra parte, de 47 especies herbáceas registradas en toda el área de estudio, 26 de ellas, o sea que el 55% fueron especies nativas. Sin embargo, para el mismo estrato, de las tres especies más frecuentes, sólo una es nativa (*Senecio sp.*).

La barranca que presentó una mayor presencia de hierbas fue Dolores con 37 especies, es decir, que en esta barranca se concentró el 79% de los registros herbáceos, de los que el 58% (21 especies) resultaron ser especies nativas. El segundo lugar en especies herbáceas fue compartido entre Barrilaco y Bezares con 10 especies cada una, concentrando el 21% del total de registros.

Las especies herbáceas nativas ocuparon el 70% de los registros en Barrilaco, mientras que en Bezares la proporción fue del 50%. En Tecamachalco se observaron 8 especies herbáceas (17% de los registros totales), de los que 3 (37%) son nativas.

De esta manera, se puede afirmar que el estrato vegetal con mayor riqueza en las cuatro barrancas es el estrato herbáceo con 47 especies, secundado por el arbóreo con 41 y en último lugar el estrato arbustivo con 13.

De manera general, la mayor presencia de especies nativas se observa en el estrato arbustivo con el 85% (10 de 13 especies), seguido del estrato arbóreo con el 59.5% (25 de 42 especies) y al final el estrato herbáceo con el 55% (26 de 47 especies), hecho que se puede explicar con la introducción de plantas exóticas por los vecinos o como parte de campañas de embellecimiento escénico dirigidas por las autoridades.

Es notable que las especies nativas aparecen con más de la mitad de probabilidades que las especies exóticas en los tres estratos. No obstante, en el estrato herbáceo algunas especies que no fueron determinadas completamente a falta de estructuras florales al momento del muestreo, podrían modificar la distribución observada en un 6%, ya que los géneros no determinados a nivel de especie son cosmopolitas.

Al interior de cada barranca por separado, se tiene la distribución que se muestra en el Cuadro 9-I; en donde se puede observar que en la barranca Barrilaco el estrato más rico es el arbóreo, pero las especies nativas de dicho estrato se encuentran por debajo del 50%. En cambio, en esa misma barranca, el estrato herbáceo es el que mayor proporción de especies nativas tiene. El estrato arbustivo está pobremente representado con dos especies.

Barranca	Estrato arbóreo		Estrato arbustivo		Estrato herbáceo	
	Riqueza	Especies nativas	Riqueza	Especies nativas	Riqueza	Especies nativas
Barrilaco	19	9; 47%	2	1; 50%	10	7; 70%
Bezares	13	9; 69%	1	0	10	5; 50%
Dolores	27	16; 59%	11	9; 82%	37	21; 58%
Tecamachalco	8	5; 62.5%	1	0	8	3; 37%

Cuadro 9-I. Riqueza y distribución de especies nativas por estrato para cada barranca.

En la barranca Bezares también el estrato arbóreo es el más rico y es el que tiene más especies nativas. El estrato arbustivo es incipiente.

En la barranca Dolores el estrato con mayor cantidad de especies es el herbáceo, seguido del estrato arbóreo y en tercer lugar el arbustivo, sin embargo, el arbustivo es el que tiene más especies nativas, luego el arbóreo y al último el herbáceo.

Para la barranca Tecamachalco se observa que el estrato arbóreo y herbáceo tienen igualdad de riqueza, pero es el arbóreo el que presenta más especies nativas. El estrato arbustivo aquí, también es incipiente.

Con base en lo anteriormente descrito, se hace patente que la restauración del sotobosque en las barrancas debe ser atendido- fundamentalmente mediante la plantación de ejemplares arbustivos nativos diversos, de cuyas especies existen registros en los antecedentes documentados-. También, es importante atender a la necesidad de coleccionar semillas de las hierbas nativas encontradas, a fin de propagarlas y aumentar su distribución en las barrancas con respecto al pasto inducido (kikuyo), así como ampliar la paleta de herbáceas.

De manera particular, la barranca Barrilaco necesita aumentar sus especies forestales nativas, al menos a un 50%, lo que implica introducir una especie nativa más. Es necesario establecer arbustos con especies preferentemente nativas.

En la barranca Bezares se debería fomentar la presencia de arbustos.

La barranca Dolores podría aumentar la presencia de árboles nativos al menos en un 1%, esto implicaría establecer, al menos, una especie arbórea nativa más, aparte de las que ya existen en la barranca. La riqueza de arbustos nativos podría aumentar con una distribución adecuada para evitar que sus abundancias se disparen. También se deben ir sustituyendo hierbas exóticas por hierbas nativas, o introducir al menos tres nuevas especies nativas más para alcanzar un 60%.

Tecamachalco requiere establecer especies arbustivas nativas y aumentar la presencia de hierbas nativas en un 23%, mediante la introducción de 5 especies.

Integridad Ecológica Forestal

Los parámetros no ponderados y ponderados para la evaluación de la integridad ecológica de las unidades de paisaje muestreadas de cada barranca, así como los gráficos del estado de la integridad ecológica resultante, se pueden consultar en el **Anexo 3**; Los resultados globales de los parámetros ponderados para la evaluación del estado de integridad ecológica forestal de cada una de las barrancas se muestran en el Cuadro 9-J. y Figuras 9.3 a 9.10.

Barranca	Diversidad ponderada	Estratos	Altura ponderada	Diámetro ponderado	Cobertura copa ponderada	Condición general promedio	% especies nativas ponderado
Barrilaco	2.28	2.08	1.23	1.69	3.15	1.88	2.46
Bezares	2.29	2.00	1.00	1.00	2.92	2.05	3.52
Dolores	2.23	2.64	1.36	1.71	1.82	1.66	2.21
Tecamachalco	1.12	2.6	1.00	1.4	2.22	1.43	3.30

Cuadro 9-J. Resultados globales de los parámetros de integridad ecológica ponderados en escala de 1-3.

El resultado descriptivo del estado de integridad de cada unidad de paisaje muestreada en las barrancas se muestra en el **Anexo 3** al igual que su evaluación en las distintas categorías de integridad.

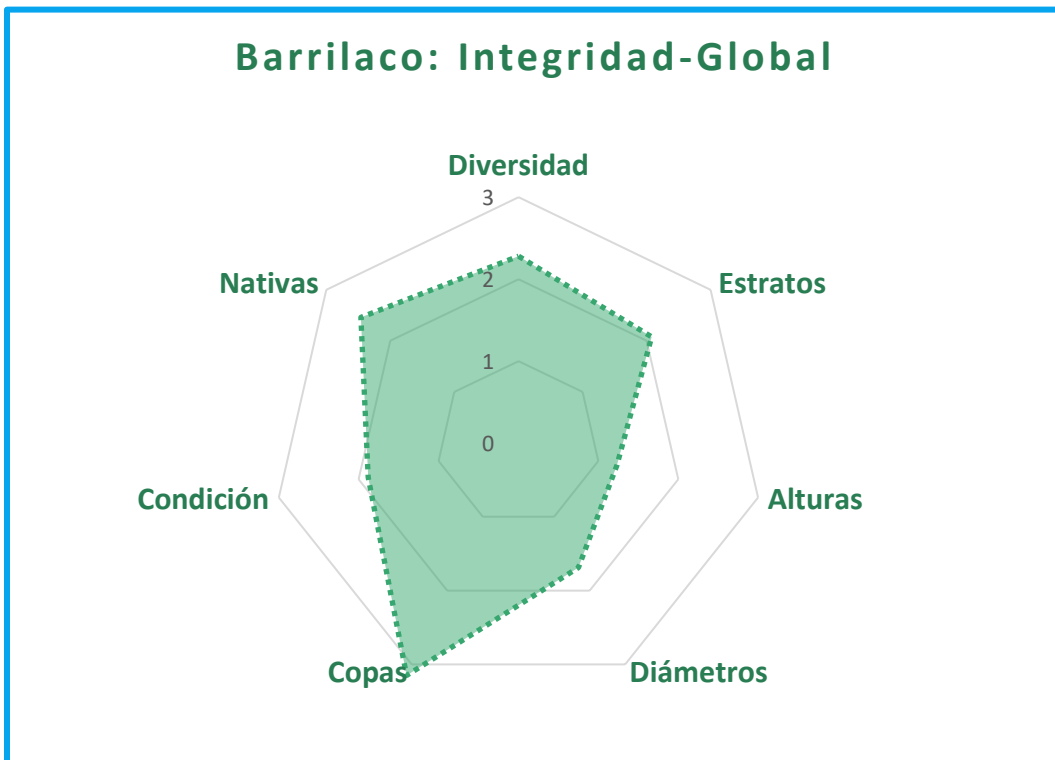


Fig. 9.3. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de integridad ecológica forestal evaluados en la barranca Barrilaco.



Fig. 9.4. Fotografías de la barranca Barrilaco para brindar un referente visual.

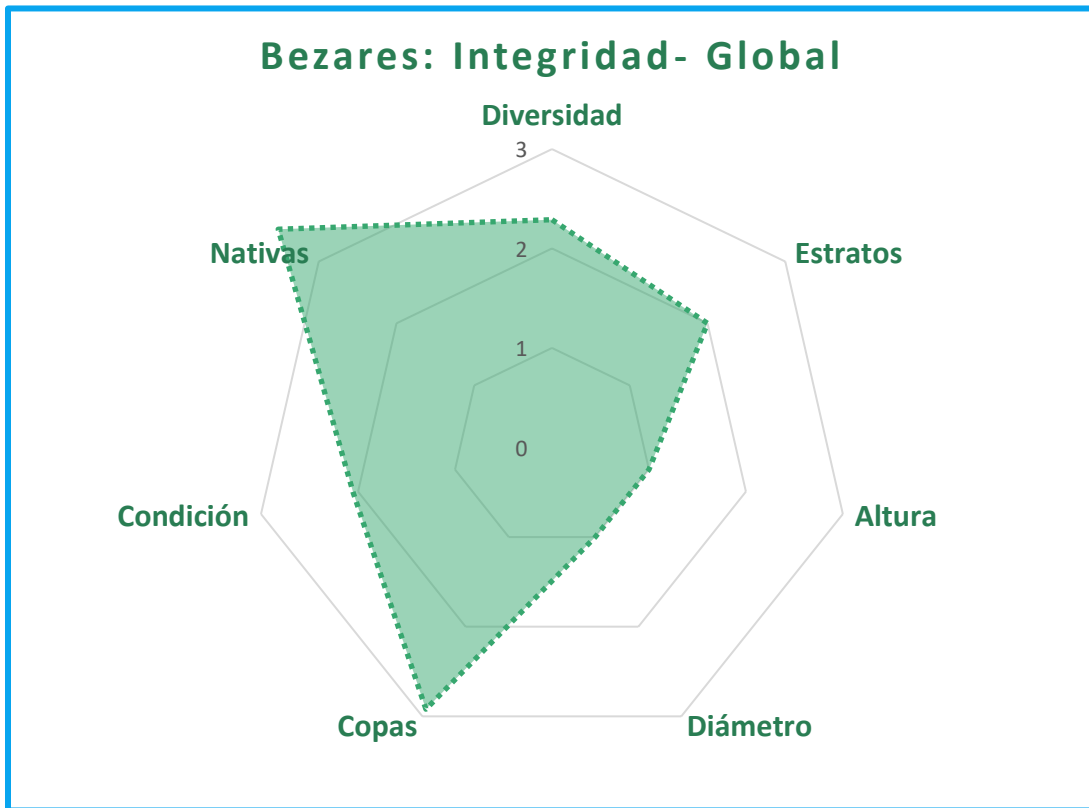


Fig. 9.5 Se muestra la relación entre los distintos parámetros de integridad ecológica evaluados en la barranca Bezares.



Fig. 9.6. Fotografías de la barranca Barrilaco para brindar un referente visual.

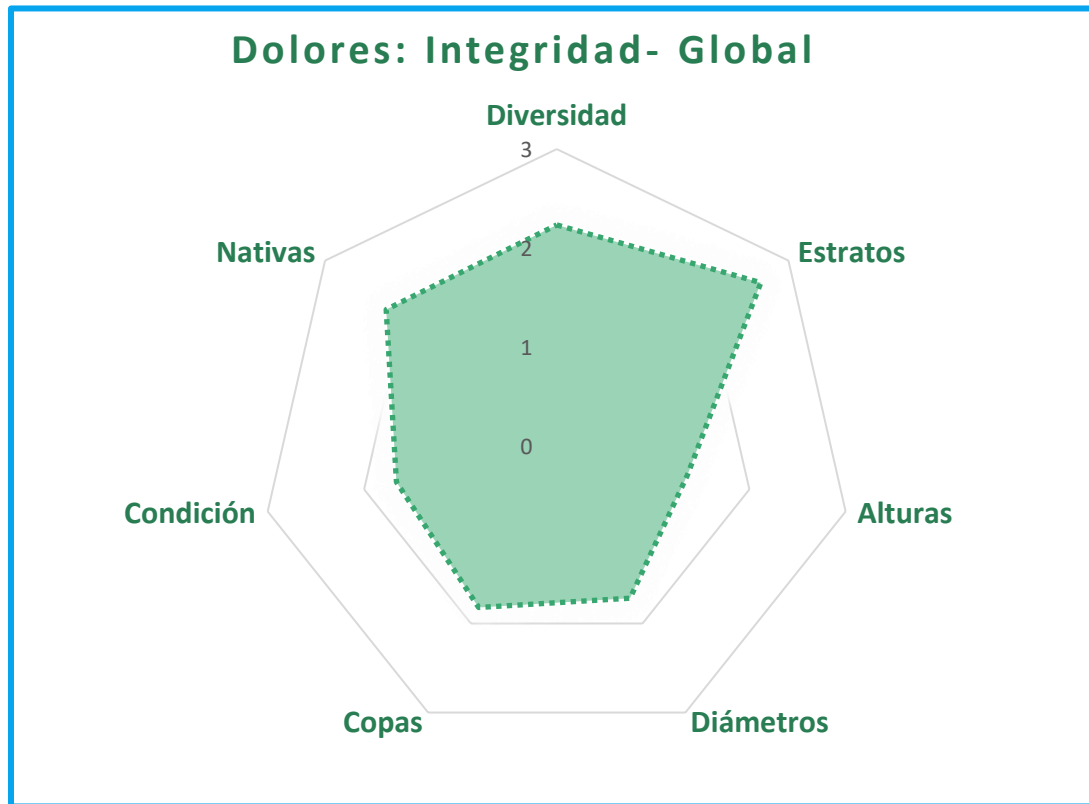


Fig. 9.7. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de integridad ecológica evaluados en la barranca Dolores.



Fig. 9.8. Fotografías de la barranca Dolores para brindar un referente visual.

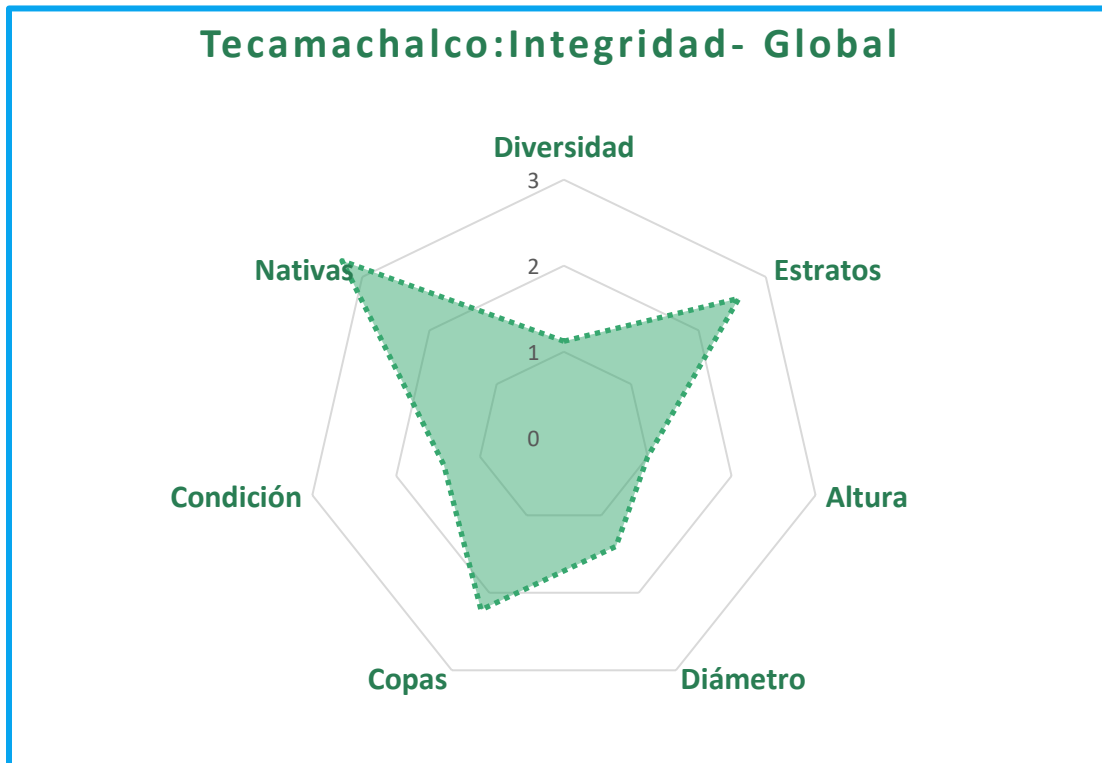


Fig. 9.9. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de integridad evaluados en la barranca Dolores.



Fig. 9.10. Fotografías de la barranca Tecamachalco para brindar un referente visual.

Se tiene que, de los parámetros principales de Integridad forestal:

- La media más alta de diversidad forestal con respecto a su diversidad máxima es la de Bezares, luego la de Barrilaco, Dolores y al último Tecamachalco.
- El mismo orden prevalece en cuanto a la condición fitosanitaria general del arbolado.
- La proporción de especies nativas fue mayor en Bezares nuevamente, seguida de Tecamachalco en las cuales aparentemente las especies nativas desbordan la escala de ponderación por encima de los 3 puntos.
- Las especies nativas en Barrilaco y Dolores se encuentran ligeramente por encima de una situación regular con 2.46 y 2.21 puntos respectivamente.

Los parámetros secundarios (altura, diámetro y cobertura de copa) arrojaron que:

- La barranca Dolores tiene las mayores alturas, los mayores diámetros, pero las menores coberturas de copa.
- En la barranca Barrilaco se presentan árboles con las copas más grandes y las alturas y diámetros en un segundo lugar después de Dolores con valores por debajo de 2.
- Bezares y Tecamachalco siguen el mismo patrón que Barrilaco, aunque con valores menores.

Una vez más no hay que perder de vista que los muestreos de las barrancas Bezares y Tecamachalco fueron muy reducidos como para extrapolar los datos obtenidos a toda su superficie, por lo que los datos más confiables en cuanto a la integridad ecológica forestal son los de las barrancas Barrilaco y Dolores.

Llevando la atención hacia los diagramas generados para la evaluación comparativa de los parámetros de integridad ecológica ponderados en cada barranca se tiene que:

- La barranca Barrilaco presenta una condición general fitosanitaria ligeramente menor al valor regular, por lo que sería adecuado realizar tratamientos en el arbolado para mejorarla.

Aquí las alturas de los árboles tienen valores cercanos a 1 y los diámetros entre 1 y 2, lo que indica que el estado de desarrollo forestal se encuentra en una etapa joven y se puede esperar que los árboles lleguen a la madurez en el tiempo venidero, hecho que requerirá de condiciones favorables, como un suelo fértil.

El espacio aéreo no requerirá mucha más amplitud de la que ahora ocupa, porque las copas de los árboles ya se muestran muy extendidas, con lo cual se puede recomendar la realización de podas de conformación y de aclareo que eviten en un futuro próximo la deformación de los árboles por competencia de luz y que permitan el paso de luz hacia la superficie de la barranca, en favor de los estratos bajos, ya que la radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogenéticos y reproductivos de plantas y animales, (Valladares, 2006).

Al observar el diagrama en red de los indicadores de Integridad Forestal, se aprecia que las especies nativas son el elemento más favorable de esta barranca, esto es, con evaluación cercana a 3; junto con la diversidad. Será importante que lejos de descuidar dichos elementos, éstos sean apuntalados para mejorar la estabilidad ecológica de la barranca.

Como ya se advertía antes, el manejo de estratos debe dirigirse a ser a 3 (arbóreo, arbustivo y herbáceo), ya que actualmente se observan sólo dos en la mayor parte de las unidades de paisaje muestreadas que tienen hierbas y árboles, pero no arbustos.

- En la barranca Bezares los árboles se observan muy pequeños en cuanto a alturas y diámetros, a pesar de que las copas son amplias con respecto a su altura. Hacen falta arbustos y se debe mejorar la condición de salud del arbolado, así como integrar una mayor cantidad de especies arbóreas a la barranca para diversificarla.
- Los elementos fuertes en la barranca Dolores son: *Estratos* en primera instancia, ya que se presentan hierbas, arbustos y árboles; así como *Especies Nativas* y *Diversidad* con valores mayores a lo regular.

La cobertura de copas y la condición general son aspectos que en Dolores aparecen por debajo del nivel regular pero próximos a éste, de modo que es pertinente fertilizar y mejorar el suelo para aumentar las dimensiones de las copas y mejorar el estado de salud de los árboles.

Alturas y diámetros son los elementos más débiles en Dolores con lo cual es posible inferir que los árboles se encuentran en una etapa de desarrollo joven por lo que ocuparán más espacio en el futuro. En ese sentido sería muy oportuno conformar adecuadamente al arbolado para darle una buena estructura que evite un desarrollo deficiente.

- De lo poco que se pudo trabajar para Tecamachalco, se observa que las especies nativas están bien representadas aquí, pero el resto de parámetros evaluados ofrece valores muy bajos, particularmente la diversidad de especies y la condición general dentro de los parámetros principales.

Siguiendo con el análisis comparativo de los parámetros de Integridad Ecológica Forestal, en el Cuadro 9-K se indican aquellas unidades de paisaje dentro de cada barranca que tuvieron las mejores y peores evaluaciones globales, con base en las formas de los diagramas individuales que se pueden consultar en el **Anexo 3**. Las unidades con cinco de los siete valores iguales o mayores a dos, se consideraron unidades con buenas evaluaciones, mientras que las unidades con cinco de sus siete valores menores a dos se catalogaron como unidades con evaluaciones malas.

Barranca	Unidades de paisaje	
	Mejor evaluadas	Peor evaluadas
Barrilaco	14, 15, 21, 25, 26, 30, 31	5
Bezares	3	-
Dolores	2, 7, 8, 11, 16, 21, 22	13
Tecamachalco	-	-

Cuadro.9-K. Unidades de paisaje de cada barranca con las evaluaciones extremas.

Un asunto relevante de la distinción derivada del Cuadro 9-K es que se le otorga el mismo peso en importancia a todos los parámetros de Integridad forestal. Bajo dicho supuesto en Barrilaco y Dolores, destaca que sólo presentan una unidad en muy malas condiciones y que, en oposición, 7 de 13 unidades en Barrilaco, es decir el 54% presente muy buenas condiciones de Integridad forestal, mientras que en Dolores 7 de 14 unidades tenga esta misma situación.

En la barranca Tecamachalco no se pudo realizar un comparativo entre unidades de paisaje. En la barranca Bezares sólo la unidad 3 cumplió con los criterios establecidos para calificarla con una buena evaluación, pero no mostró unidades con evaluaciones tan malas.

Lo anterior soporta mejor la decisión de distinguir entre parámetros principales y secundarios, ya que no tienen el mismo impacto en la evolución ecológica del paisaje forestal.

Diferenciando a los parámetros de integridad ecológica forestal entre principales y secundarios, las unidades de paisaje mejor evaluadas no son las mismas a las que aparecen en el Cuadro 9.K, sin embargo, se considera que dicha diferenciación permitió obtener resultados más objetivos a través de un gradiente de integridad ecológica forestal conformado por cuatro clases (muy desintegrada, desintegrada, integrada y muy integrada).

Con esa lógica, la barranca Barrilaco, por ejemplo, mostró que todas sus unidades de paisaje se encuentran en algún grado de desintegración, tal y como se muestra en el **Anexo 3** y en el Cuadro 9-M.

En cuanto a la utilidad de los parámetros evaluados en esta sección, hay que decir que la relación positiva entre la cobertura de copa y la presencia de propágulos no se confirmó, por lo que será importante complementar dicha información para determinar si la sombra proyectada por las copas de árboles, están realmente cumpliendo esa función ecosistémica y con base en ello discernir si la cobertura de copa actúa realmente como un elemento funcional.

Estabilidad Geomorfológica

En relación a la evaluación de la estabilidad geomorfológica (relación morfogénesis/pedogénesis), el **Anexo 4** contiene los mapas de clima y tipo de suelo referidos recientemente para toda el área de estudio (INEGI, 2017) con base en los cuales se asignaron los valores en los diagramas resultantes, que también se incluyen en dicho anexo.

De esta manera, los valores del clima y del suelo, fueron valores constantes:

- Si bien, García (1998), señala para toda la rampa sur de la Sierra de las Cruces un suelo de tipo regosol y de manera más particular para las barrancas, regosoles asociados a andosoles (Fig. 7.13), se asignó un valor general de 2 para el suelo, en virtud de que la bibliografía más reciente reporta un tipo de suelo Feozem (Mapa 9.XI) para toda el área de estudio, el cual sólo llega a tener dos horizontes con cierta proclividad a la erosión sobre pendientes, de manera que no se puede hablar de un suelo bien desarrollado, pero tampoco excesivamente pobre. Adicionalmente, se consideró que la presencia de andosoles planteada en el modelo de García podría no estar operando actualmente debido a los intensos factores erosivos que se manifiestan desde los hombros de las barrancas y que la presencia de regosoles podría verse alterada por la acumulación de materia orgánica proveniente de las descargas de agua residuales. Será interesante hacer evaluaciones puntuales de suelo siguiendo el perfil propuesto por García para confirmar su comportamiento actual.
- Por su parte, el clima también fue calificado con número 2 por tratarse de una relación donde la precipitación es elevada (1000 mm anuales en promedio) pero se distribuye en cinco meses de lluvia en un clima templado subhúmedo, según la cartografía consultada (Mapas 9.XII y 9.XIII).

Por otra parte, los parámetros de estabilidad que fueron cambiantes corresponden al relieve y a la densidad de la cobertura vegetal:

- Los valores del relieve para cada unidad de paisaje se asignaron en función de la proximidad o lejanía del cauce. Si bien, las barrancas son en sí mismas formaciones tendientes a la morfogénesis, para diferenciar mejor el comportamiento de las unidades de paisaje, aquellas clasificadas como "Cauce" o colindante con Cauce (*/cauce) se calificaron con un valor de relieve equivalente a 1, es decir, angular, y el resto con un valor de 2 o redondeado; ya que en ningún caso las unidades son planas y aún donde la pendiente es reducida se presenta la condición de proximidad a un cauce; es por eso que ninguna unidad de paisaje al interior de las barrancas podría tener un valor de 3.
- Los valores de cobertura de acuerdo con la densidad observada a través de la imagen satelital del año 2017. Estos valores fueron los que mostraron mayor variación en el análisis ponderado de la Estabilidad Geomorfológica, constituyéndose como el más determinante a la hora de diferenciar las unidades de paisaje.

Los resultados globales de la estabilidad geomorfológica de cada una de las barrancas se muestran en el Cuadros 9-L y en las figuras 9.11 a 9.14. El resultado descriptivo del grado de estabilidad geomorfológica de cada unidad muestreada en las barrancas se muestra en el **Anexo 4**, al igual que su evaluación en las distintas categorías de estabilidad.

Como es posible apreciar en el Cuadro 9-L, todas las barrancas se encuentran por debajo de un nivel medio de estabilidad, por lo que es preciso soportar mejor este comportamiento fundamentalmente aumentando la cobertura vegetal en aquellos sitios desprovistos, ya que el relieve, el clima y el suelo son factores en los que se puede incidir mucho menos, de manera directa.

Barranca	Parámetros				Promedio
	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima	
Barrilaco	1.00	2.00	2.62	2.00	1.90
Bezares	1.00	2.00	2.50	2.00	1.87
Dolores	1.38	2.00	2.03	2.00	1.85
Tecamachalco	1.00	2.00	2.50	2.00	1.87

Cuadro 9-L. Resultados globales de los parámetros de estabilidad ponderados en escala 1-3 en las barrancas.

Nuevamente de forma aparente, la barranca Dolores es la menos estable si se toman en cuenta el valor promedio de estabilidad, no obstante, el diagrama de esta barranca muestra cómo aquí, hay una mejor relación de distribución entre los parámetros evaluados.

Sin duda, la barranca más estable es Barrilaco, sobre todo porque la inestabilidad del relieve se compensa, aunque no lo suficiente, por la densidad de la cobertura vegetal.

Bezares y Tecamachalco arrojan los mismos valores de estabilidad geomorfológica, pero como ya se ha hecho notar antes, se requerirían más muestreos en ambas barrancas para dotar de mayor confiabilidad a estos resultados.

A nivel de unidades de paisaje muestreadas, de acuerdo con los criterios aquí desarrollados, en la barranca Barrilaco el 61.5% de ellas se comportan como unidades geomorfológicamente estables, mientras que el 48.5% restante corresponde a unidades inestables por tratarse de zonas con vegetación dispersa.

En Bezares todas las unidades de paisaje muestreadas se mantuvieron en alguna categoría de inestabilidad.

El 50% de las unidades muestreadas en la barranca Dolores se observaron “inestables”, otro 36% “estables” y 14% “muy inestables”. Aquí, las unidades estables se caracterizaron porque sus diagramas mantienen una relación equitativa entre los cuatro parámetros evaluados, o bien, como en el caso de la unidad 16, el valor bajo de uno, se compensa con el valor alto de otro, esto es, por ejemplo, que en un relieve angular la cobertura vegetal es densa.

La única unidad muestreada de Tecamachalco se calificó como “inestable”.

Las unidades inestables se evaluaron así porque alguno de los parámetros cambiantes referentes al relieve o, a la cobertura vegetal, se mostraron bajos. En cuanto a las unidades muy inestables se puede decir que resultaron serlo porque tanto el relieve como la cobertura fueron bajos o con valores de 1. Ninguna unidad de paisaje en ninguna barranca se encontró con mucha estabilidad geomorfológica, debido en parte a que los factores constantes de clima y suelo no son altos sino regulares y en parte a que los efectos del relieve no están siendo suficientemente contrarrestados con cobertura vegetal.

La mayor proporción de unidades estables se encontró en Barrilaco y en segundo lugar Dolores, con una diferencia del 25%. Esto es así porque en Barrilaco hay más unidades de paisaje con vegetación densa que en Dolores. A pesar de que el relieve tuvo un valor bajo en todas las unidades de Barrilaco y que en Dolores algunas tuvieron un valor regular, en Dolores se observan unidades con vegetación escasa, cosa que en Barrilaco no sucede. De esta manera la necesidad de estabilizar el territorio aumentando la superficie vegetal para dar soporte al suelo con el sistema de raíces y protegerlo de la erosión eólica, pluvial y fluvial, es más intensa en Dolores que en Barrilaco, aunque ello no significa que Barrilaco no requiera dicho tratamiento, sólo que este último caso, se necesita más en un sentido de fortalecimiento que de control de los efectos morfogenéticos. En la barranca Bezares se deja ver una situación similar a la de Dolores.

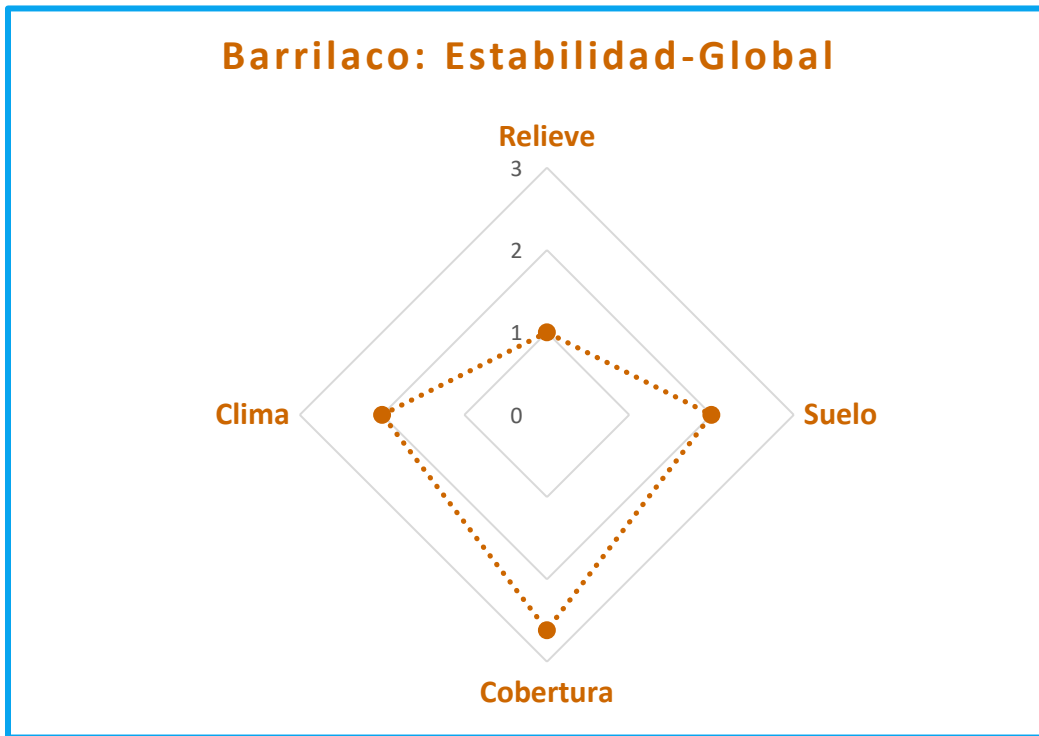


Fig. 9.11. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de estabilidad evaluados en la barranca Barrilaco.

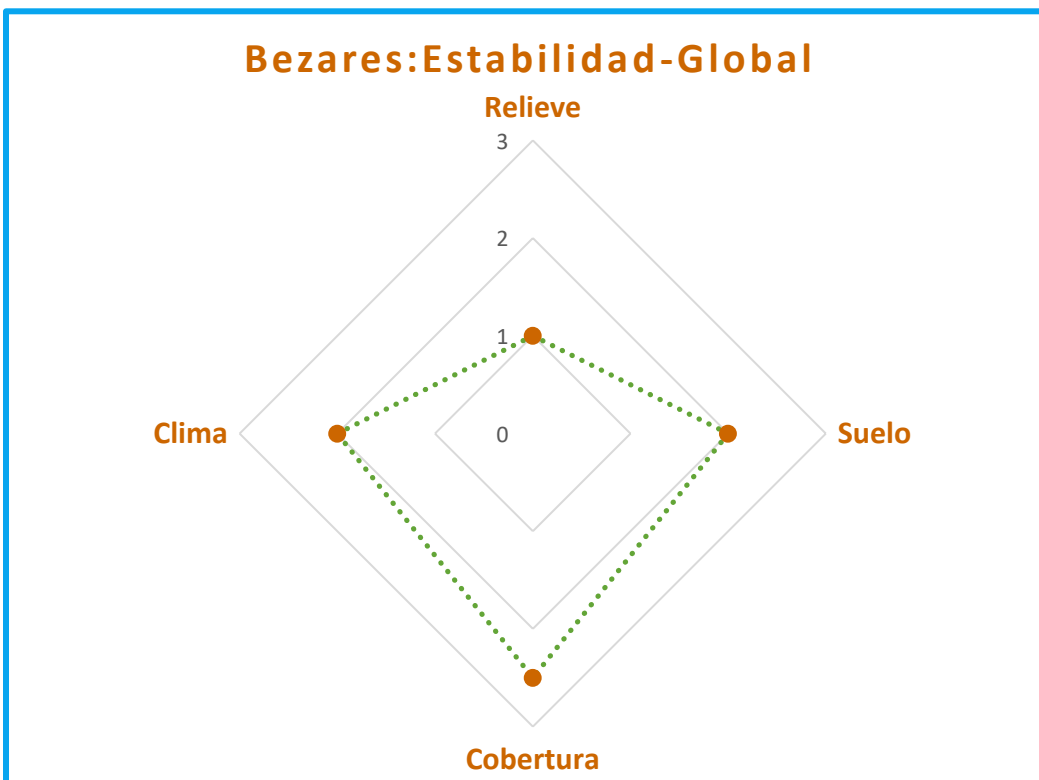


Fig. 9.12. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de estabilidad evaluados en la barranca Bezares.

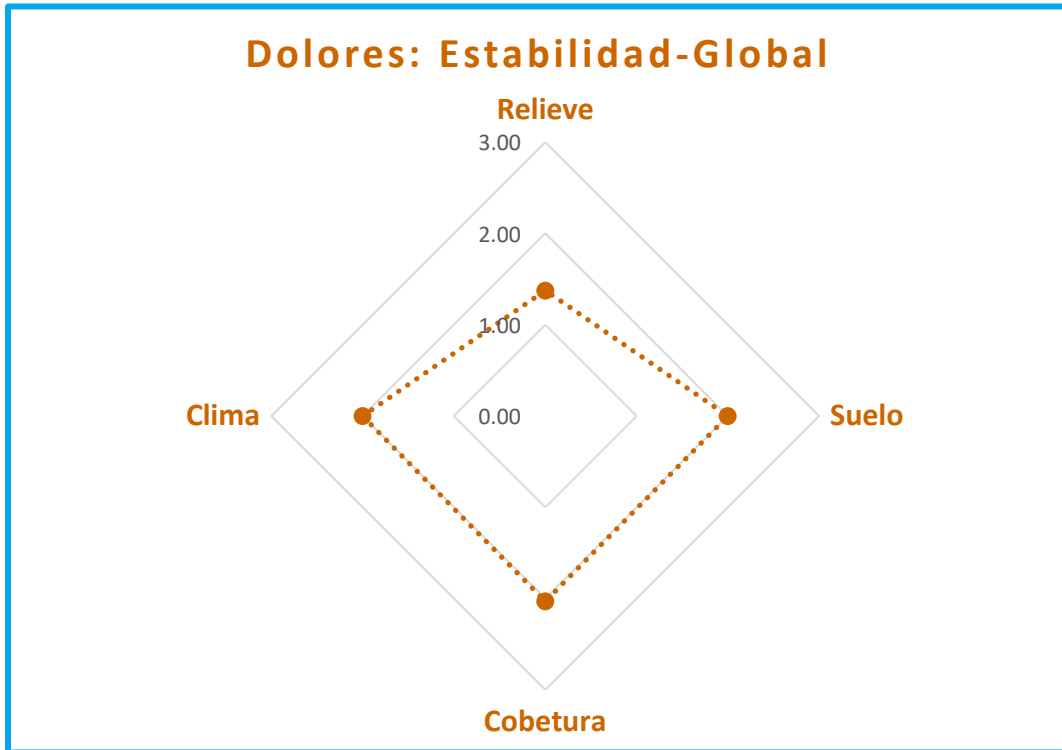


Fig. 9.13. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de estabilidad evaluados en la barranca Dolores.

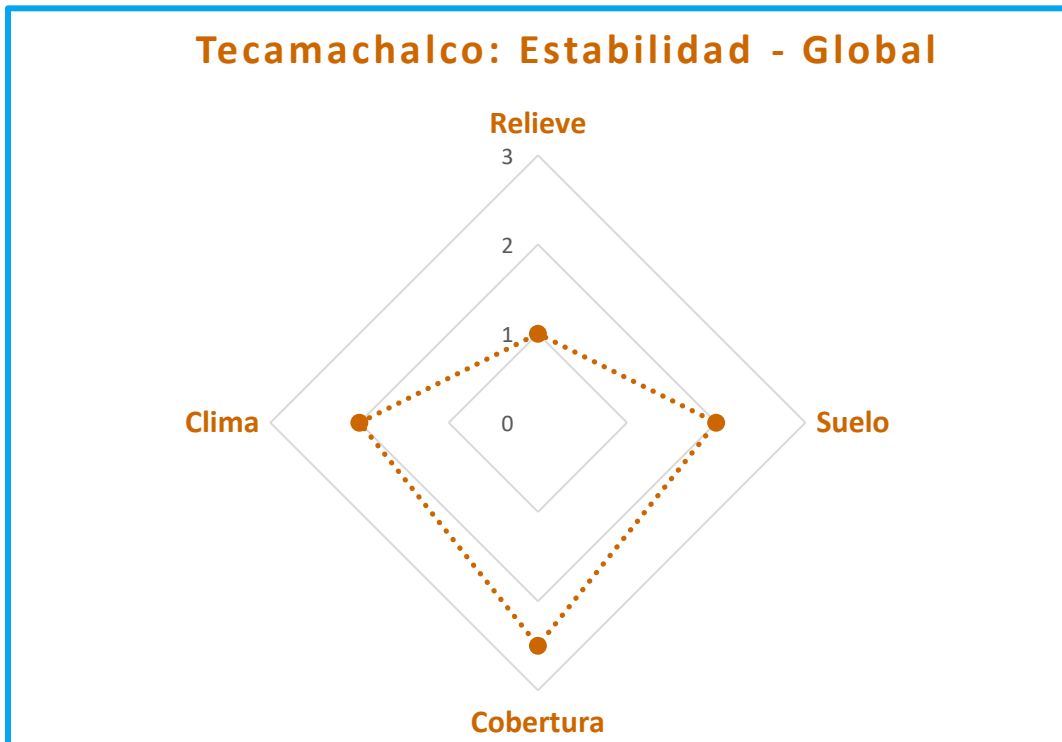


Fig. 9.14. Se muestra la relación entre los distintos parámetros de estabilidad evaluados en la barranca Tecamachalco.

Reclasificación de unidades de paisaje: resilientes, frágiles y regulares

Al efectuar la correlación entre las categorías de integridad ecológica forestal y de estabilidad geomorfológica, se obtuvieron tres grupos derivados de la combinación de las categorías de cada indicador. A saber:

- Unidades frágiles.- Aquellas que tienen una condición de desintegración y además alguna condición de inestabilidad.
- Unidades regulares.- Aquellas que presentan una condición de desIntegridad forestal ó una condición de inestabilidad, pero no ambas simultáneamente.
- Unidades resilientes. – Aquellas que presentan alguna condición de integridad ecológica forestal y al mismo tiempo, alguna condición de estabilidad geomorfológica.

Los resultados de la correlación entre las categorías de estabilidad y de integridad se indican en el Cuadro 9-M. La barranca Tecamachalco no se sujetó a esta correlación, debido a que las unidades de paisaje preliminares no fueron muestreadas y la información que se obtuvo en campo no fue representativa de esta área protegida mediante decreto de AVA.

En el cuadro 9-N se indican las unidades de paisaje que pueden catalogarse claramente como resilientes o frágiles porque sus dos evaluaciones corresponden a uno de esos grupos, aunque en cualquiera de los dos casos, se denominaron como unidades de paisaje prioritarias.

Para facilitar la detección de unidades de manejo prioritario aquellas evaluaciones que presentaron algún parámetro principal por encima del óptimo esperado, es decir, por encima de tres, (aparecen con un asterisco rojo en el Cuadro 9-M) se definieron dentro de la siguiente categoría inmediata más favorable; no así con aquellos parámetros secundarios en la misma circunstancia.

Es por ello que la información del Cuadro 9-N, no en todos los casos corresponde a lo observado en el Cuadro 8-M. En ese sentido, cabe insistir en que el estado de resiliencia no se ha presentado en ninguna unidad de paisaje muestreada de forma espontánea, sino que ha sido un tanto forzada su distinción al trasladar algunas unidades evaluadas con desintegración forestal, hacia la categoría de integración considerando sus altos valores en parámetros principales. No obstante, esta distinción ha resultado favorable para identificar de manera más particular las directrices de intervención futura en las barrancas.

En la barranca Barrilaco las unidades 5 y 25 que originalmente se clasificaron como unidades “desintegradas”, se reclasificaron como unidades integradas y la unidad 15 pasó de clasificarse como “muy desintegrada” a clasificarse como “desintegrada”. Es así como se obtuvo para esta barranca una unidad resiliente, representativa del 8% de las unidades muestreadas, contra cuatro unidades frágiles con 31% y por ende, el 61% de las unidades se encuentran en un estado regular.

En la barranca Bezares las unidades 3 y 4 que originalmente se identificaron como “muy desintegradas” se reasignaron a la clasificación de “desintegradas”. Pese a ello, el 100% de las unidades aquí muestreadas se comportan como unidades frágiles.

Para Dolores también hubo cambios en el número de unidades de paisaje con algún grado de desintegración ecológica forestal que fueron originalmente todas, de modo que las unidades 2, 7 y 21 se reasignaron como unidades integradas y la número 22 pasó de ser considerada “muy desintegrada” a “desintegrada”. El 50% de las unidades de paisaje muestreadas en Dolores presenta una condición de fragilidad y sólo una de ellas, correspondiente al 7% es resiliente, por lo que el 43% de las unidades son unidades regulares.

Barranca	Unidad	Frágiles				Resilientes			
		Muy Desintegrada	Muy Inestable	Desintegrada	Inestable	Integrada	Estable	Muy Integrada	Muy estable
Barrilaco	1	x					x		
	5			x*	x				
	9	x			x				
	14			x*			x		
	15	x*			x				
	21			x*			x		
	25			x**			x		
	26			x	x				
	27	x			x				
	28	x*					x		
	29	x					x		
	30			x			x		
	31			x*			x		
Bezares	3	x*			x				
	5	x*			x				
	4	x*	x						
Dolores	1	x	x						
	2			x*			x		
	7			x*	x				
	8			x*	x				
	9	x*			x				
	10	x	x						
	11			x	x				
	12			x	x				
	13	x*					x		
	16			x			x		
	17	x*					x		
	19	x*					x		
21			x**	x					
22	x*			x					

Cuadro 8-M. Se puede observar en qué categoría de integridad y estabilidad se encuentra cada unidad de paisaje. Las cuatro categorías equivalentes de ambos indicadores se dividen en dos grupos: Frágiles y Resilientes. El asterisco en color rojo, es indicativo de que tiene un parámetro principal por encima del valor óptimo (3). El asterisco en color amarillo indica que tiene un parámetro secundario por encima del valor óptimo.

Barranca	Unidades Prioritarias	Frágil	Resiliente
Barrilaco	9	X	
	15	X	
	25		X
	26	X	
	27	X	
Bezares	3	X	
	4	X	
	5	X	
Dolores	1	X	
	2		X
	8	X	
	9	X	
	10	X	
	11	X	
	12	X	
	22	X	

Cuadro 8-N. Se muestran las unidades de paisaje prioritarias, que tuvieron ambas evaluaciones (integridad y estabilidad) en un mismo grupo. Todas las unidades de paisaje muestreadas que no aparecen, se catalogaron como unidades regulares.

En los mapas 9.VI-A al C del **Anexo 1** se pueden observar las unidades de paisaje prioritarias: frágiles y resilientes, de cada barranca. Para la barranca Tecamachalco, no se muestran unidades reclasificadas ya que será necesario ajustar el análisis espacial en función de las condiciones de acceso.

Si bien, el carácter de fragilidad debe leerse como la necesidad apremiante de intervención, el carácter de regularidad en las unidades de paisaje no debe entenderse como un aspecto favorable y de hecho, el carácter resiliente tampoco es un elemento para confiar en que existen condiciones para que el paisaje forestal madure y se desarrollen relaciones más complejas en él, que le permitan estabilizarse ecológicamente. Es por ello que se recomienda intervenir en primera instancia las unidades frágiles y resilientes, dejando para una etapa posterior pero inmediata, la intervención en las unidades regulares.

La intención de intervenir las unidades más frágiles es la de controlar los aspectos más deletéreos para el paisaje forestal, en tanto que la intervención en las unidades resilientes, deberá orientarse hacia el reforzamiento de los aspectos positivos y el mejoramiento de aquellos no tan positivos para el paisaje forestal. Se tienen en total 14 unidades de paisaje frágiles y dos que pueden considerarse las más resilientes, pero son éstas últimas (unidad 25 en Barrilaco y unidad 2 en Dolores) las que constituyen un referente mínimo al que se deben conducir el resto de las unidades de paisaje de cada barranca.

Efecto de borde

En relación al efecto de borde, en el Cuadro 9-Ñ se señalan las unidades de paisaje muestreadas correspondientes a los conjuntos constituidos por las unidades de borde, las unidades de interior y las unidades en cauce. En los Cuadro 9-O a 9-Q, se observan los resultados generales del ANOVA aplicado a tales conjuntos de cada barranca, con la distribución estadística de Fisher. Para mayor referencia consultar en el **Anexo 5**, los valores obtenidos al comparar los promedios de los parámetros de integridad ecológica forestal no ponderados entre los conjuntos de cada barranca.

Barranca	Unidades de borde	Unidades de Interior	Unidades en cauce
Barrilaco	1,5,26,27,29,30	9,15	14,21,25,28,31
Bezares	5	-	3,4
Dolores	1,2,17,19,21,22	9,10,12,13	7,8,11,16

Cuadro 9-Ñ. Se indica cuáles son las unidades de paisaje periféricas o de borde y cuáles son las unidades interiores y en cauce muestreadas en cada barranca.

Parámetro	Conjuntos de Unidades de Paisaje Preliminares, Barranca Barrilaco			
	Borde/Interior/Cauce	Borde/Interior	Interior/Cauce	Borde/cauce
Riqueza	No	No	No	No
Diversidad	Sí	No	Sí	Sí
Condición General	No	No	No	No
% Especies nativas	Sí	Sí	Sí	Sí
Estratos	No	No	No	No
Alturas	Sí	Sí	Sí	Sí
Diámetros	Sí	Sí	Sí	Sí
Coberturas de copa	Sí	Sí	Sí	Sí

Cuadro 8-O. Se indica de manera afirmativa o negativa, la presencia de diferencias significativas, al comparar las medias de cada grupo de conjunto de unidades de paisaje, con respecto a los parámetros de integridad ecológica forestal enlistados en la barranca Barrilaco.

Parámetro	Conjuntos de Unidades de Paisaje Preliminares, Barranca Bezares	
	Borde/Cauce	
Riqueza	No	
Diversidad	No	
Condición General	No	
% Especies nativas	No	
Estratos	No	
Alturas	No	
Diámetros	No	
Coberturas de copa	No	

Cuadro 8-P. Se indica de manera afirmativa o negativa la presencia de diferencias significativas entre los dos conjuntos de unidades de paisaje, con respecto a los parámetros de integridad ecológica forestal, en la barranca Bezares.

Parámetro	Conjuntos de Unidades de Paisaje Preliminares, Barranca Dolores			
	Borde/Interior/Cauce	Borde/Interior	Interior/Cauce	Borde/cauce
Riqueza	Sí	Sí	Sí	Sí
Diversidad	No	No	No	No
Condición General	No	No	No	No
% Especies nativas	Sí	Sí	Sí	Sí
Estratos	No	No	No	No
Alturas	Sí	Sí	Sí	Sí
Diámetros	Sí	Sí	Sí	Sí
Coberturas de copa	Sí	Sí	Sí	Sí

Cuadro 8-Q. Se indica de manera afirmativa o negativa, la presencia de diferencias significativas, al comparar las medias de cada grupo de conjunto de unidades de paisaje con respecto a los parámetros de integridad ecológica forestal en la barranca Dolores.

En virtud de los resultados ANOVA obtenidos para discernir si la clasificación de unidades de paisaje como de *borde*, de *interior* o en *cauce*, era útil por denotar un comportamiento distinto entre cada uno de estos conjuntos, es posible afirmar que dicha clasificación es adecuada ya que sí existen diferencias significativas entre cada conjunto, en muchos de los parámetros de integridad ecológica forestal. Esto es así en Barrilaco y Dolores, puesto que en Bezares no se observaron tales diferencias, de modo que en esta última barranca no hay diferencia entre el cauce y el borde.

Llama la atención que las diferencias significativas no se manifiestan de la misma manera en Barrilaco que en Dolores, particularmente en lo que atañe a la riqueza y diversidad de especies. La riqueza de especies es un parámetro que no muestra diferencias entre los conjuntos de unidades en Barrilaco, mientras que en Dolores sí. Por su parte, la diversidad se mostró indistinta entre los conjuntos de Dolores pero en Barrilaco la diversidad sí presentó diferencias. Esto es indicativo de que la barranca Dolores tiene una distribución de especies similar entre los tres tipos de unidades que Barrilaco, es decir, la composición forestal de Dolores es más homogénea que en Barrilaco.

En los Cuadros A2-C y A2- J del **Anexo 2** se muestran las diferencias específicas entre las unidades de borde, interior y cauce en Barrilaco y en Dolores respectivamente.

La condición general no generó diferencias entre las unidades de paisaje de ninguna de las dos barrancas pero la proporción de especies nativas fue un parámetro que en ambas barrancas implicó una diferenciación entre las unidades de *borde*, de *interior* y en *cauce*. Los estratos tampoco representaron diferencias ni en Barrilaco ni en Dolores, pero el resto de parámetros secundarios sí lo hicieron, entre todos los conjuntos de unidades y en ambas barrancas por igual.

De lo anterior se deduce que los estratos y la condición general son aspectos que se muestran de manera similar entre todas las unidades de paisaje de Barrilaco y de Dolores, respectivamente. Es decir, En dolores todas tienen a un estado regular y en barrilaco todas se pueden catalogar en un buen estado fitosanitario.

Por su parte, las especies nativas y las medidas dasométricas sí se comportan claramente distinto si se trata de unidades de paisaje de *borde*, de *interior* o en *cauce*.

Es así que, la estructura y la función de ambas barrancas se comportan espacialmente de manera paralela, o sea, con diferencias entre el borde, el interior y el cauce. Esto es consistente con lo observado en el perfil de la secuencia topedafológica (Fi.7.13), de García (1998), en donde se muestra una diferencia clara en la estructura de la vegetación arbórea entre la franja de fluvisol, al centro del barranco (cauce) y las franjas laterales al cauce, señadas como *Regosol éutrico*. *Andosol úmbrico*, donde la vegetación es de dimensiones menores y tipos distintos.

La composición de especies es el aspecto que se aleja de la secuencia planteada por García (*Op cit.*), por lo que se recomienda la inserción de especies distintas en los tre tipos de unidades, de acuerdo con la vocación de cada una.

Clasificación supervisada de silvofacias.

Al articular, mediante el análisis espacial, la caracterización de la vegetación con la disposición de las unidades de paisaje, fue posible someter a prueba la hipótesis. Una vez rechazada la hipótesis nula que pretendía que no había diferencias significativas en la integridad ecológica forestal de las unidades de paisaje de borde, de interior y en cauce, el primer criterio discriminador para la clasificación supervisada de silvofacias fue reconocer estos tres conjuntos y dentro de ellos distinguir cuáles son las unidades de paisaje que demandan un manejo prioritario, es decir las más frágiles y las más resilientes.

De esta forma, la nueva clasificación cuenta con tres clases de silvofacias y con dos subclases que hacen referencia al manejo que requieren en la actualidad de acuerdo con los criterios aquí desarrollados. Ver Cuadro 9-R.

En el **Anexo 1** se puede observar el mapa general de silvofacias de las barrancas Barrilaco y Dolores (Mapas 9.VII-A y 9.VII-B), así como los mapas de silvofacias individuales (Mapas 9.VIII, 9.IX y 9.X A y B).

Silvofacias	Manejo
De Borde	Prioritaria Regular
De Interior	Prioritaria Regular
De Galería	Prioritaria Regular

Cuadro 9-R. Clasificación supervisada de silvofacias en las barrancas objeto de estudio.

De acuerdo con los mapas 9.VII A al C, sólo en las barrancas Barrilaco y Dolores fue posible determinar la presencia de los tres tipos de silvofacias (de borde, de interior y de galería), en Bezares se determinó un solo tipo de silvofacie (de galería) y en Tecamachalco se prescindió de esta clasificación por considerar que el presente ejercicio ha sido insuficiente para lograrlo.

En relación a Barrilaco y Dolores se tiene que las tres clases de silvofacias presentan unidades que demandan un manejo prioritario, ya sea porque son frágiles o porque son resilientes. Dicho manejo deberá ser diferente de acuerdo con la clase de silvofascie de que se trate, pero para ello antes se deben discernir con claridad las diferencias en composición, estructura y función de cada barranca en particular.

En ese orden de ideas, se tiene que en la barranca Barrilaco las tres clases de silvofacias se diferencian entre sí por los valores promedio que se indican en el Cuadro 9-S.

La silvofacie que presenta una mayor proporción de especies nativas es la silvofacie de interior, posteriormente la de galería y en última instancia el borde, hecho que se puede explicar porque en la galería se desarrollan preferentemente especies mejor adaptadas a las inundaciones eventuales, que son las especies que predominan en las unidades de galería de la barranca Barrilaco.

Silvofacias Barrilaco	Especies nativas (%)	Alturas (m)	Diámetros (cm)	Copas (m ²)
Borde	34.23	9.9	19.87	32.83
Interior	54.15	7	16.60	28.30
Galería	43.98	8.9	25.4	47.52

Cuadro 9-S. Parámetros de integridad ecológica forestal que mostraron diferencias significativas entre las tres clases de silvofacias de la barranca Barrilaco. Se muestran las medias de cada silvofacie.

Por su parte, el borde se encuentra más expuesto al establecimiento inducido directo o indirecto de especies exóticas; en cambio, en la silvofacie de interior hay menos exposición a las especies exóticas y las condiciones del terreno propician que proliferen más especies que en los sitios de inundación.

La relación es inversa al tratarse de las alturas de los árboles, pues en el borde son más altos, luego en el bosque de galería y al final en el interior, al igual que que la Fig.7.13.

En general, el interior de la barranca es la silvofacie que se encuentra más suprimida en cuanto al desarrollo del arbolado. Esta situación se puede explicar por la mayor disponibilidad de luz en las orillas y por la mayor acumulación de humedad en las galerías, mientras que el interior actúan al mismo tiempo la poca disponibilidad de luz, poca humedad y mayor tendencia a la erosión por las pendientes del terreno.

El hecho de que los diámetros sean más gruesos en la galería que en las otras dos silvofacias, constata que el recurso favorable ahí es la humedad, lo que permite que los árboles aumenten su tamaño en grosor más que en altura. La superficie sombreada es mayor en la galería y esto favorece aún más la retención de humedad. En el borde, la luz aumenta la cantidad de almidón que pueden metabolizar los árboles aunque haya menos agua disponible, lo que explica el crecimiento vertical acelerado.

De lo anterior se deduce que pese a que en el interior, los árboles tienen dimensiones menores, ahí hay más especies nativas. Es posible pensar que la sombra que propicia el borde las protege y la evapotranspiración que se genera en la galería les proporciona humedad, por tanto, el interior funciona como un invernadero a favor de las especies nativas. Tales elementos apuntan a que en la silvofacie de interior la sucesión ecológica, aunque incipiente, está más AVANzada que en las otras dos y que las

tallas de los árboles en tales sitios en proceso de regeneración, son menores, lo que es consistente con las características de la vegetación clasificada en los antecedentes.

Todo ello es viable si tomamos en cuenta que la sucesión de especies es un proceso de cambio que no siempre es lineal, raramente mantiene un equilibrio y la direccionalidad ocurre sólo en el sentido que existen antecedentes de las especies presentes (la sucesión puede contar con múltiples tipos de trayectorias); de igual modo los disturbios no siempre son distribuidos en tiempo y espacio, por lo tanto, el paisaje contiene un mosaico de parches con diferente estado de desarrollo sucesional (Walker, 2003)

En Barrilaco la diversidad de especies es mayor en la silvofacie de galería con respecto a las otras dos silvofacias, seguramente porque las condiciones de humedad y sombra favorecen a un rango más amplio de especies, aunque no necesariamente sean especies nativas.

Por su parte, en la barranca Dolores las diferencias se manifiestan de acuerdo con las medias de los parámetros señalados en el Cuadro 9-T. En cuanto a la composición y función de las silvofacias, la diversidad no registró ninguna diferencia pero la riqueza sí, teniendo que la silvofacie de interior es la más rica pero la que menos especies nativas tiene. En cambio, el borde es menos rico que el interior en número de especies pero cuenta con la mayor presencia de especies nativas.

Silvofacias Dolores	Riqueza de especies	Especies nativas (%)	Alturas (m)	Diámetros (cm)	Copas (m ²)
Borde	8.17	47.0	10.33	21.17	24.83
Interior	9.75	27.5	9.30	17.50	17.50
Galería	7.00	30.75	11.25	22.75	30.25

Cuadro 9-T. Parámetros de integridad ecológica forestal que mostraron diferencias significativas entre las tres clases de silvofacias de la barranca Dolores. Se muestran las medias de cada silvofacie.

La silvofacie de galería presenta la menor riqueza de las tres silvofacias y un valor intermedio de especies nativas. Lo primero se puede explicar por la propia condición de galería, en donde prevalecen ciertas especies adaptadas a las eventuales inundaciones y flujos de agua que ocurren.

Las diferencias en estructura, se manifestaron en las medidas dasométricas del arbolado, donde las mayores dimensiones se registraron en la galería, después en el borde y al final en el interior. Es muy probable que las condiciones de humedad de la silvofacie de galería estén actuando en favor del desarrollo del estrato arbóreo, independientemente del origen de las especies que ahí se han establecido.

Es muy importante destacar, que la única unidad de paisaje resiliente de Dolores se encuentra en la silvofacie de borde y que este comportamiento se puede asociar a la inaccesibilidad de dicha unidad, pues colinda con el Panteón de Dolores por un lado y con zona federal por el otro. Dicha unidad de paisaje puede estar aportando considerablemente en los valores medios observados en el Cuadro 9-T, por lo que no se puede asumir que todas las unidades de borde sostienen dicho comportamiento, sin embargo, la unidad de paisaje referida es de suma importancia porque siendo de borde, la permeabilidad de las especies exóticas es baja y constituye una referencia a la que se deben conducir otras unidades de paisaje a través de un manejo acertivo.

La clasificación supervisada de silofavcies permitió determinar que el paisaje forestal de las AVA puede ser entendido, estudiado y modelado a partir de las tres clases de silvofacias diferenciadas: Borde, Interior y cauce; y las dos subclases: resilientes y frágiles.

Silvosistema de referencia.

Para que las intervenciones forestales tengan una trayectoria dirigida hacia la restauración ecológica, es de suma importancia discernir las características del silvosistema de referencia al que se pretende conducir dicha trayectoria. En ese sentido, es pertinente destacar que no existe un silvosistema de referencia preciso para el área de estudio, sin embargo, los registros de especies generados durante el trabajo de campo del presente estudio, son consistentes con los tres grupos de asociaciones vegetales indicados en la descripción del área de estudio, aun cuando el estrato arbóreo se parece más a un Bosque Mixto que a un Bosque de *Quercus*.

Por tales motivos, aquí se propone que el silvosistema objetivo, se constituya por elementos de Bosque Mixto con ligera dominancia de *Quercus*, fomentando el desarrollo del sotobosque mediante elementos de Matorral húmedo y subhúmedo con ligera dominancia de *Quercus*, y elementos de pastizal para perfilar las futuras intervenciones en las silvofacias de las barrancas Barrilaco y Dolores.

Un aspecto interesante develado con la clasificación de silvofacias, es la relación que guardan con la secuencia topo edafológica planteada por García (1998), en la que se ilustran diferentes estructuras forestales en función de la exposición de la ladera y la franja topográfica que ocupan, donde las silvofacias de borde y de cauce corresponden a las franjas donde se indica una presencia de árboles de porte alto, mientras que las silvofacias de interior se asocian con franjas donde la vegetación arbórea es más baja. Dicha distribución debe formar parte del sistema de referencia, como una imagen objetivo del paisaje forestal en los polígonos protegidos.

Las acciones de reforestación se justifican en todas las silvofacias, frágiles y aún “resilientes”, de borde, de interior y de cauce, porque la intervención tiene el propósito de acelerar y de modelar el proceso de sucesión ecológica. Recordemos que el establecimiento de propágulos se justifica cuando la vegetación del ecosistema no tiene la calidad genética necesaria para recuperar su composición, ni los servicios ecosistémicos que proporciona y mucho menos incrementar la capacidad de resiliencia (Vanegas, 2016); como es el caso de las barrancas, donde se pretende que todos estos procesos ocurran de manera acelerada.

Dado que las necesidades de las silvofacias de cada barranca son distintas, se propone emplear especies de los tres grupos de vegetación definidos arriba, en función de las características topográficas de las silvofacias, pero principalmente de las necesidades a cubrir en cada una de ellas. En ese sentido, cabe repensar el enfoque de la restauración forestal en términos de Dudley y Aldrich (2007; citados por Newton *et al.*, 2011), quienes conceptualizan la restauración forestal del paisaje como: ‘Un enfoque con visión de futuro que, más que intentar restaurar los bosques a su estado original, intenta fortalecer la resiliencia de los paisajes forestales y mantener abiertas diferentes opciones futuras con el objetivo de beneficiarse de los bosques y sus productos’.

Si bien, es sabido que los trabajos de reforestación con fines de restauración deben evitar el uso de especies introducidas, porque de acuerdo con Aguirre *et al.* (2009) y Gurevitch y Padilla (2004) su uso puede desencadenar problemas ecológicos, como la pérdida de biodiversidad, el incremento de enfermedades, la disminución de alimento y nutrientes para las especies nativas; no se debe perder de vista que la fuerte presencia antrópica en las barrancas determina en gran medida su dinámica ecológica, tanto que les confiere la característica de socio ecosistema, donde el contexto de prioridades socioambientales planteadas al inicio de este trabajo se entreteje con las prioridades técnicas de la restauración ecológica, de modo que ambos aspectos deben ser debidamente ponderados en la toma de decisiones al momento de diseñar las intervenciones en el bosque, lo que da como resultado un modelo ecléctico de restauración ecológica forestal que se resuelve en el ámbito de la restauración del paisaje y de los servicios ecosistémicos.

Bajo dicha lógica, el cambio climático juega un papel relevante en las perspectivas de utilidad de las barrancas, en tanto que sus servicios de aprovisionamiento podrían intensificarse ante un eventual escenario de desabasto de alimentos, cuya posibilidad es motivo suficiente para la tomar medidas preventivas para las poblaciones humanas. Es por ello que la incorporación de especies frutales exóticas se presenta como una opción compatible con el proceso de restauración del paisaje forestal, siempre y cuando, se distribuyan en áreas específicas bajo monitoreo a largo plazo para evitar que lleguen a comportarse como especies invasoras. Las silvofacias de borde son los sitios más propicios para este tipo de plantaciones.

Otras funciones deseadas son la retención del suelo, captación de agua, estratificación de la vegetación, fisonomía diversa, ensamblado del lecho fluvial, filtración de contaminantes, entre las más relevantes y a las cuales se atiende en el apartado siguiente.

En virtud de que las especies exóticas sí tienen cabida en esta propuesta de restauración, siempre y cuando se cuide la presencia de nativas en una proporción de 1 a 1, se presenta un listado de especies nativas de México y particularmente, de la Cuenca de México que podrían emplearse para conformar el silvosistema objetivo, en obediencia a que las especies exóticas pueden ser múltiples y a que existe poca información sistemática de las especies nativas factibles para la zona de estudio. Se han consultado diversas fuentes con registros del Bosque de Chapultepec a lo largo del tiempo. (Ver Cuadro A2-N, **Anexo 2**). En el Cuadro A2-Ñ se muestra una lista de especies recomendadas para reforestación con fines de restauración de ecosistemas degradados (Vanegas, 2016) que podrían utilizarse en el área de estudio.

De esta manera arribamos a la propuesta de especies utilizables para la restauración de las silvofacias aquí caracterizadas (Cuadros A2-O y A2-P del **Anexo 2**), la cual no es exhaustiva pero refleja las necesidades de omitir la utilización de especies nativas con mucha dominancia en el área de estudio, aumentar la riqueza y diversidad de especies para favorecer la estabilidad ecológica e incorporar especies de Bosque Mixto, Matorral y Pastizal nativas de la Cuenca de México. Su elaboración es producto del cruce de información que se observa en los Cuadros A2-N y A2-Ñ del mismo anexo, en los antecedentes y en la Norma Ambiental NADF-006-RNAT-017.

A falta de un referente claramente delimitado, se propone que las acciones de rehabilitación y restauración del paisaje forestal del área de estudio, se basen en las nociones que se han intentado delinear aquí, asumiendo que, como desde hace más de 500 años, el paisaje forestal seguirá sujeto a las concepciones y necesidades antrópicas que han hecho de él un socio ecosistema. Se pretende así con ello centrar los esfuerzos en restaurar y optimizar los servicios ambientales del sitio de la manera más viable a largo plazo tanto para las comunidades vegetales, como para las humanas.

Estrategias de intervención en cada tipo de silvofacie por barranca.

Al abordar las AVA a partir de la diferenciación de silvofacias, ha sido posible obtener información muy precisa de los sitios que requieren especial atención para iniciar un manejo planificado y sustentado en términos de Ecología Paisajística. Como ya se ha mencionado, no resulta adecuado darle mayor importancia a alguna de las silvofacie, ya que las tres presentan comportamientos y funciones ecológicas distintas en la maduración del bosque, es por ello que se ha preferido trabajar sobre líneas de restauración forestal para cada silvofacie y por tipo de servicio esperado, en una propuesta de restauración ecléctica, dentro de la cual, los primeros esfuerzos deberán concentrarse en las unidades de paisaje prioritarias con acciones aún más puntuales. Ver Cuadro 9-U.

En este sentido, las unidades de cauce deberían tener una composición y estructura forestal que dote al lecho de un andamiaje suficientemente resistente para la conducción del agua en temporada de lluvias desde la parte alta hacia la parte baja de las barrancas, por lo que la fortaleza radicular y la susceptibilidad a la anegación serán factores discriminantes para las reforestaciones en silvofacias de

galería. Por su parte, las silvofacias de interior requieren soporte para los taludes y al mismo tiempo un peso reducido que minimice su deslave, por lo que la vegetación arbustiva será más pertinete en estos casos con ayuda de pastos nativos que permitan proteger los taludes contra la erosión. Las silvofacias de borde, en cambio, soportan mejor el peso de elementos forestales de tallas mayores, lo que sumado al contacto que aquí se tiene con el entorno urbano, crea condiciones favorables para establecer especies frutales.

Barranca	Silvofacie	Manejo general (unidades regulares)	Unidades Prioritarias	Manejo particular
Barrilaco	Borde	Podas de aclareo y conformación para permitir paso de luz al sotobosque y a la silvofacie interior. También para contrarrestar las deformaciones del arbolado por un crecimiento reprimido ante la competencia por luz.	Frágiles: 26 y 27	Establecer árboles (excepto fresnos y tepozanes) y arbustos nativos y/o frutales. Considerar algunas especies caducifolias para la formación de hojarasca. Mejorar el suelo en textura y disponibilidad mineral.
	Interior	Tratar el arbolado enfermo o plagado. Mejoramiento de suelo en textura para favorecer la percolación localizada de agua y en disponibilidad mineral para fomentar el desarrollo de los árboles.	Frágiles: 9 y 15	Plantar arbustos y hierbas nativos para aumentar sistema radicular de soporte.
	Galería	Plantar herbáceas nativas en los márgenes para retener suelo y filtrar agua (especies acuáticas y subacuáticas). Tratar el arbolado nativo enfermo o plagado.	Resiliente: 25	Sustituir arbolado exótico en estado senil (mala estructura y enfermo o plagado) por arbolado nativo ribereño, excepto fresnos y tepozanes.
Dolores	Borde	Establecer ejemplares nativos de árboles (con al menos una especie nueva), arbustos y hierbas (con al menos tres especies nuevas).	Frágiles: 1 y 22	Mejorar la condición general del arbolado con podas sanitarias.
		Tratar el arbolado nativo enfermo o plagado.	Resiliente: 2	Mejorar el suelo en textura y disponibilidad mineral. Sustituir arbolado exótico en estado senil (mala estructura y enfermo o plagado) por arbolado nativo resistente a la sequía y especies frutales.
	Interior	Establecer ejemplares nativos de árboles (con al menos una especie nueva), arbustos y hierbas (con al menos tres especies nuevas).	Frágiles: 9,10 y 12	Mejoramiento de suelo en textura para favorecer la percolación localizada de agua y en disponibilidad mineral para fomentar el desarrollo de los árboles.
	Galería	Tratar el arbolado nativo enfermo o plagado. Establecer ejemplares nativos de árboles propios del bosque de galería con al menos una especie nueva. Tratar el arbolado nativo enfermo o plagado.	Frágiles: 8 y 11	Conformar la línea del cauce mediante el ensamblado de raíces de árboles. Plantar especies herbáceas y arbustivas nativas de galería para aumentar la estabilidad de los márgenes del cauce.
Bezares	Galería	Tratar el arbolado nativo enfermo o plagado. Establecer cobertura vegetal en la parte alta de las laderas para amortiguar posibles efectos de deslizamiento generados por el sobrepeso de las construcciones.	Frágiles: 3, 4 y 5	Establecer ejemplares nativos de arbustos y hierbas propios del bosque de galería.

Cuadro 9-U. Acciones de manejo a corto plazo, en las silvofacias de las AVA objeto de estudio, recomendadas a partir de la sistematización del análisis efectuado.

Nótese que las acciones particulares de las unidades de paisaje prioritarias no son excluyentes de las acciones generales por lo que en las unidades prioritarias además de las acciones de manejo generales, se deben aplicar las señaladas de manera particular.

En las dos barrancas en que se pudo llevar a término el modelo de análisis eco paisajístico ensayado, se requiere mejorar la condición general fitosanitaria, ya que no hay diferencias en dicho parámetro ni a nivel de silvofacies ni a nivel de barrancas y su evaluación resultó en general baja.

Las acciones de manejo aquí propuestas pretenden que las silvofacies maduren respetando su carácter de galería, de interior y de borde, ya que así están cumpliendo con una función en el proceso de maduración global, de ese fragmento de bosque urbano que constituyen las barrancas Barrilaco y Dolores. Estas acciones tienen la perspectiva de fortalecer cada silvofacie actuando en sus unidades prioritarias. Si estas acciones se aplican, posteriormente se podrá AVAnzar en un manejo de silvofacies, tendiente a la homogenización de sus condiciones de integridad forestal y estabilidad geomorfológica, pero aún, respetando el carácter de cada silvofacie.

En dicho escenario, sería deseable aumentar la superficie de las silvofacies de interior con respecto a las de borde, a través de transformaciones en la composición, estructura y función de las unidades de paisaje de borde para que se asemejen a las de interior. En esa segunda etapa se recomienda integrar en la propuesta de manejo las expectativas de uso forestal de los vecinos de las barrancas, así como medidas específicas en las que ellos puedan intervenir. En ese sentido, se considera que seguirá siendo necesario mantener las silvofacies de borde e incluso ampliar su extensión en cuanto a la contigüidad de sus unidades de paisaje, que no en cuanto a la profundidad de su superficie con respecto a los límites físicos de las barrancas, es decir, hacer del borde un verdadero cinturón de protección del interior, aumentando su longitud (continuidad), para evitar que el interior quede expuesto, pero adelgazando su anchura para dar pie a que el interior aumente su extensión. En un plazo más largo y en un escenario alentador, el manejo podría pensarse en términos de conectividad entre barrancas a través del mosaico urbano.

Utilidad de la evaluación ponderada en el manejo de barrancas a mediano plazo.

La metodología aquí puesta en marcha, arroja una mejor calidad de información, en cuanto precisión espacial, que en otros estudios que se han realizado como el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental con categoría de barranca de la denominada Barranca Barrilaco y de la Barranca Tecamachalco, ofreciendo como ventajas las siguientes posibilidades:

- a) Dar un manejo puntual inmediato en los sitios que más lo requieren.
- b) Evaluar y monitorear los cambios en las barrancas a nivel espacial.
- c) Proporcionar un manejo que permita la maduración e integración del fragmento de bosque urbano que se constituye en las barrancas.

Adicionalmente, la ponderación de ciertos parámetros de composición, estructura y función forestal podría también ser sumamente útil en el manejo de las barrancas por la sencillez de sus relaciones aritméticas, esto es: en función de la calificación (1, 2 o 3) de la unidad de paisaje o de la silvofacie, las posibilidades de manejo pueden ser como se expone en el Cuadro 9-V.

La estrategia de conservación en las barrancas Barrilaco y Dolores es distinta a la que se plantea para Bezares y Tecamachalco en donde no se determinó la presencia de unidades en estado resiliente (calificación 3); habiendo únicamente en estado frágil (1) y regular (2), por lo que en éstas dos últimas barrancas los esfuerzos deberán dirigirse a estandarizar el estado de Integridad forestal en todas las unidades de paisaje a un nivel regular a través de atender las unidades frágiles y posteriormente reforzar las que ahora son regulares para llevarlas a un estado resiliente. No sin antes, definir con mayor precisión la composición, estructura, función y distribución de sus silvofacies.

Unidades frágiles	Silvofacie			Descripción de la integridad ecológica forestal
	Unidades regulares	Unidades resilientes	Combinaciones aritméticas	
-	-	3	$3/1=3$	Grado de integridad ideal al que se debe llegar paulatinamente en las tres silvofacias de las barrancas.
1	2	3	$1+2+3=6/3=2$	Grado de integridad que se observa actualmente en Barrilaco y Dolores
1	2	-	$1+2=3/2=1.5$	Grado de integridad que se observa actualmente en Bezares y Tecamachalco
-	2	3	$2+3=5/2=2.5$	Grado de integridad al que se propone llegar en Barrilaco y Dolores a mediano plazo.
-	2	-	$2/1=2$	Grado de integridad al que se llegaría en Barrilaco y Dolores de solo atender las unidades más frágiles donde eventualmente las unidades más resilientes se degradaran. Este es el grado de integridad al que se propone llegar en Bezares y Tecamachalco en el mediano plazo.

Cuadro 9-V. Calificación de unidades de paisaje o silvofacie y sus posibilidades aritméticas en una estrategia de manejo sostenido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En virtud del desfase observado entre las poligonales oficiales y las imágenes satelitales de *Google Earth*, es pertinente solicitar tanto a la SEDUVI como a la SEDEMA, una versión de divulgación de las poligonales en donde se ajusten a las imágenes satelitales de libre acceso que ofrece dicha plataforma, con el fin de que los vecinos interesados en dar continuidad al proyecto de restauración de las barrancas puedan monitorear las acciones emprendidas con mayor certidumbre.

Al abordar la cobertura vegetal de las AVA a partir de la diferenciación de unidades de paisaje, evaluadas simultáneamente en su integridad ecológica forestal y estabilidad geomorfológica, ha sido posible obtener información muy precisa de los sitios que requieren especial atención para iniciar un manejo planificado y sustentado en términos eco paisajísticos. De modo tal que la identificación de silvofacies en el las barrancas (AVA), es un método de exploración y diagnóstico forestal que permite profundizar en la comprensión de sus relaciones espacio ecológicas, facilitando con ello la implementación de estrategias de restauración ecológica forestal.

El presente trabajo confirma que la metodología sugerida en los “Lineamientos para la Elaboración de Programas de Manejo de AVA con categoría de barrancas”, para abordar los estudios de las barrancas en un marco de eco paisajismo; es sumamente útil y revela información necesaria para dar operatividad y eficientar la administración de recursos en el manejo de estos espacios con una visión de restauración ecológica. Aunque en los *lineamientos* no se detallan procedimientos, este trabajo ha profundizado en ello y constituye un referente para trabajar con otras barrancas en circunstancias similares.

La mayor parte de las unidades de paisaje en todas las barrancas muestran algún grado de desintegración ecológica forestal. Para comenzar a atender esta situación, en todas las barrancas parece pertinente realizar campañas de saneamiento de arbolado y mejoramiento de suelo. Lo anterior sin dejar de lado todas aquellas acciones que arropan tales intervenciones, como la concientización ambiental y la protección de la barranca. Si el saneamiento y el mejoramiento de suelo se atienden, será posible generar condiciones para la reforestación.

Para aumentar el índice de diversidad de especies arbóreas se debe aumentar la abundancia de especies nativas con poca representación y disminuir la abundancia de las especies exóticas mejor representadas, mediante un programa de sustitución de árboles de riesgo o muy declinantes con plantaciones nuevas de especies nativas ya presentes en el área (con excepción de fresnos y tepozanes) o que aún no se encuentran ahí.

También la mayor parte de las unidades de paisaje en todas las barrancas presentan algún grado de inestabilidad y la estrategia más inmediata para contenerla es aumentando la cobertura vegetal, lo cual se deberá realizar primero en las unidades prioritarias más inestables.

Tanto en Dolores como en Barrilaco sí existen diferencias significativas entre las unidades de paisaje de borde, de interior y en cauce, mientras que en Bezares las unidades muestreadas de borde y en cauce se comportan indistintamente. De esta manera, fue posible definir la existencia de tres tipos de silvofacies tanto en Barrilaco como en Dolores: Borde, Interior y Galería, mientras que en Bezares se presenta únicamente la silvofacie de Galería.

En las tres silvofacies de las barrancas Barrilaco y Dolores existen unidades de paisaje que requieren un manejo prioritario por su estado de fragilidad o de resiliencia. Al respecto, hay que insistir en que las unidades de paisaje prioritarias no en todos los casos pueden entenderse sólo como aquellas más inestables ya que las unidades con mejor resiliencia deben recibir un manejo inmediato a fin de evitar factores que puedan degradar y/o llevar a una condición de inestabilidad a dichas unidades.

Existen elementos confiables para afirmar que, a pesar de contar con vegetación inducida, las tres silvofacias de la barranca Dolores y el interior de la barranca Barrilaco, presentan un estado de sucesión ecológica secundaria incipiente que se puede inferir a partir de la presencia de especies nativas y la estratificación de la vegetación (esto último sólo en Dolores).

Aunado a ello, se registró la presencia de algunos individuos que corresponden a un estado de sucesión primaria, como es el caso de *Bursera fagaroides* (copal), en sitios intrincados, que es una especie frágil, típica de selva baja, hecho que anima a concretar estrategias de restauración ecológica que apunten estos procesos de sucesión y a persistir en la voluntad de no abandonar estos espacios ni permitir que se sigan invadiendo y degradando, por lo que además de las especies señaladas en los Cuadros A2-O y A2-P del **Anexo 2**, se recomienda establecer especies de selva baja caducifolia.

En todas las barrancas se debe orientar el manejo al aumento de la superficie de interior y al adelgazamiento de la superficie de borde. Se recomienda la inserción de especies distintas en los tres tipos de silvofacias, de acuerdo con la vocación de cada una. Los estratos arbustivo y herbáceo se deben aumentar en superficie en todas las barrancas, sin embargo, son particularmente importantes en las unidades más inestables y en silvofacias de interior.

Las plantaciones con especies exóticas, de ser requeridas por aspectos sociales, se recomiendan únicamente para las unidades de borde, donde se pueden incorporar las expectativas de uso forestal de los vecinos de las barrancas, así como medidas específicas en las que ellos puedan intervenir.

Se recomienda que las barrancas Bezares y Tecamachalco cuenten con un estudio de campo más amplio, sin embargo, antes que ello, se recomienda analizar las posibilidades reales de intervención, toda vez que son espacios con carácter público pero aislados por predios privados y sometidos a invasiones constantes. Tal vez en estas barrancas podría funcionar un esquema de adopción de áreas verdes en donde los particulares se ciñan a ciertos criterios técnicos más que a un esquema de intervenciones de restauración (Sedema, 2018).

Se considera sumamente pertinente efectuar análisis del comportamiento hídrico en las barrancas para complementar este estudio con las relaciones de causa-efecto acorde con un enfoque de cuencas.

Se considera que la clasificación de silvofacias compuestas por unidades de paisaje es un método que permite la continuidad temporal del proyecto de restaurar la escala forestal de las barrancas, a través de un Sistema de Información Geográfica profesional con una versión de divulgación que bien puede emplear la plataforma gratuita de *Google Earth*, en donde la población pueda manipular datos, como un ejercicio que consolide la participación ciudadana de la que este trabajo es resultante. Los AVances puntuales en el manejo de cada unidad y de cada silvofacie podrán ser monitoreados, evaluados, controlados e incluso previamente modelados de esta manera.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar B., A. 2006. Algunas consideraciones teóricas en torno al paisaje como ámbito de intervención institucional. *Gaceta Ecológica* 79. Instituto Nacional de Ecología. México. En: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/497/aguilars.html>. Fecha de Consulta: enero de 2012.
- Arriaga Martínez, V., Cervantes Gutiérrez, V. y M. I. Reyes-Ortega. 2014. Evaluación del impacto y logros alcanzados en restauración y conservación ambiental de los proyectos financiados a través del Programa de Restauración y Compensación Ambiental (1ª Etapa). Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente A. C. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto LP001. Ciudad de México.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal. 2013. Ley de Protección a la Tierra en el Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México. 110 pp.
- Barzev, R. 2002. Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano. Corredor Biológico Mesoamericano. CCAD. Serie técnica 04. 149 pp.
- Baudry, J. y Burel, I. 2002. *Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 353 pp.
- Bautista F.; Palacio, J.L.; Delfín, H.; Carmona, E.; Páez, R.; Delgado, C. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Instituto de Geografía. México. 770 pp.
- Benavides M., H.M. 2012. Metodología para el diagnóstico de áreas verdes urbanas e inventario de su arbolado. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. México.
- Bertand, G. 1978. Le paysage entre la nature et la société. *RGPSO*, 49:239-258.
- Carabias, J.; Arriaga V.; Cervantes G., V. 2007. Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: Limitantes, AVANCES, rezagos y retos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 80 (suplemento): 85-100.
- Clewell, A.F. y J. Aronson. 2007. *Ecological Restoration. Principles, Values and Structure of an Emerging Profession*. SERI-Island Press. Washington.
- CONABIO. 2012. Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. México. 94 pp.
- CONABIO/SEDEMA. 2016. La biodiversidad en la Ciudad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría del Medio Ambiente del distrito Federal. México. Vol. 2. pp. 350.

- CONABIO/SEDEMA. 2016. La biodiversidad en la Ciudad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría del Medio Ambiente del distrito Federal. México. Vol. 3. pp. 350.
- CONABIO/SEDEMA. 2016. La biodiversidad en la Ciudad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría del Medio Ambiente del distrito Federal. México. Vol. 1. 350 pp.
- CONABIO. 2018. Fichas informativas En: <http://www.conabio.gob.mx>. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha de consulta: Año 2018
- CONABIO. 2018. Fichas técnicas en: <http://enciclovida.mx>. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha de consulta: octubre de 2018.
- CONAGUA. 2000. Reglas de Organización y funcionamiento de los Consejos de Cuenca. Comisión Nacional del Agua. México. 24 pp.
- CONAGUA. 2012. Atlas Digital del Agua México. Sistema Nacional de Información del Agua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. En: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/impacto39.html> Fecha de Consulta: 08/09/2015.
- CCVM. 2015. Acerca del Consejo de Cuenca del Valle de México. Consejo de Cuenca del Valle de México. En: <http://cuencAVAlledemexico.com/consejo-de-cuenca-del-valle-de-mexico/informacion-general/>. Fecha de Consulta: Agosto de 2015.
- CONAFOR. 2009. ¿Qué son los Servicios Ambientales del Bosque? Comisión Nacional Forestal. Internet Explorer En: http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=46&Itemid=146. Fecha de Consulta: Diciembre de 2009.
- CONAFOR. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2012. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. México. 136 pp.
- CONAFOR. 2018. Fichas técnicas en: <http://www.conafor.gob.mx>. Comisión Nacional Forestal. Fecha de Consulta: octubre de 2018.
- CONANP. 2013. Sitio electrónico. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En: <http://www.conanp.gob.mx/>. Fecha de Consulta: enero de 2013.
- Consejo de Europa. 2000. Convenio Europeo del Paisaje. Consejo de Europa. Florencia. 7 pp.
- Carmo, A.P.C; Finegan, B. Harvey, C. Evaluación y diseño de un paisaje fragmentado para la conservación de la biodiversidad. Revista Forestal Centroamericana. Comunicación Técnica. Costa Rica. 35- 41.
- Dirzo, R. 2008. Prólogo. En: NAVA, Y. e I., Rosas. 2008. El Parque Ecológico Jaguaroundi *Conservación de la selva tropical veracruzana en una zona industrializada*. Programa Universitario de Medio Ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Petróleos Mexicanos-Petroquímica. Veracruz. 192 pp.

- DGBUEA. 2005. Expediente técnico justificativo: Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, "Barranca de Tarango. Dirección general de Bosques Urbanos y Educación ambiental. Dirección de Reforestación Urbana. Distrito Federal.
- Galochet, M. 2009. El medio ambiente en el pensamiento geográfico: fundamentos epistemológicos y posiciones científicas. *Cuadernos Geográficos*. Núm. 44, 2009, Universidad de Granada. España. pp. 7-28.
- García R., A. 1998. Análisis integrado de paisajes en el occidente de la Cuenca de México (La vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo). Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia. Tomo I. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Madrid. 298 pp.
- GDF. 2012. Atlas geográfico del Suelo de Conservación del distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. Ed. Ekilibria. México. 94 pp.
- Gutzwiller, K.J. 2002. Applying Landscape Ecology in Biological Conservation. Springer-Verlag New York, Inc. 518 pp.
- Ibero. 2011. Casa Ernesto Meneses. Universidad Iberoamericana. En: http://www.dis.uia.mx/grupos/2011o/dint2_a/Arturo_perez/casa/. Fecha de Consulta: Septiembre de 2015.
- INE. 2007. Diagnóstico socioambiental de la barranca de Guadalupe en Álvaro Obregón, Distrito Federal. Instituto Nacional de Ecología. Visión Solidaridad A.C. Internet Explorer. En: www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_gudalupe.pdf. Fecha de Consulta: Mayo de 2010.
- INEGI. 2008.. Censo de población y vivienda 2005. Síntesis. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Internet Explorer. En: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cepo2005/default.asp?s=est&=10398>.
- Ingram, M. 2008. Urban ecological restoration. *Ecological Restoration* 26: 175-177.
- Jiménez O.; Moreno S., J.J. 2006. Los SIG en el análisis y el diagnóstico del paisaje. El caso del Río Guadix (Parque Nacional de Sierra Nevada). *Cuadernos Geográficos* 39 (2006-2), 103-123.
- Leff, E. 2007. Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. 7ª ed. Siglo XXI Editores S.A. de C.V. 437 pp.
- Mateo R., J.M.; da Silva, E.V.; Cezar L., A. 2012. Paisaje y geosistema: apuntes para una discusión teórica. *Revista Geonorte*. Edición especial. Vol.4:.4, p.249 – 260.
- Mendoza-Hernández, P.E. 2013. Comunidades sintéticas para la restauración sucesional del bosque de encino y el matorral xerófilo del Ajusco medio, México, D.F. Tesis de Doctorado. Universidad nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. 146 pp.
- Nellemann, C. y E. Corcoran (Eds.). 2010. Dead Planet, Living Planet-Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. www.grida.no

- Olembó, R. J. y P. de Rham. 2007. Silvicultura urbana en dos mundos diversos. Unasyva. No. 155. Depósito de documentos de la Food and Agriculture Organization. Internet Explorer. En: <http://www.fao.org/docreps/s1930s04.htm>. Fecha de consulta: Julio de 2007.
- Ortegón E.; Pacheco J. F.; Prieto A. 2005. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Área de proyectos y programación de inversiones. Organización de las Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 124 pp.
- PAOT. 2013. Áreas Naturales Protegidas. Centro de Información y Documentación de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. En: <http://www.paot.org.mx/centro/temas/anp.php>
- Pérez H., A. 2010. Inventario arbóreo y evaluación fitosanitaria en tres áreas verdes de la alcaldía Azcapotzalco, D.F., en un contexto de justicia ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tesis de Licenciatura. México. 250 pp.
- Quintero P., J. A. 1998. Evaluación de la aptitud de unidades de paisaje con fines de restauración: el Volcán Pelado, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura. México. 48 pp.
- Ramírez, C.A y Rodríguez, T.D.2004. Efecto de la calidad de la planta, exposición en una plantación de *Quercus rugosa*, Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 10 (1): 5–11.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimpr., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Rzedowski, J. y Huerta M, L., 1981. 2ª Ed. Vegetación de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Editorial Limusa. México, 504 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Sarukhán, J.; Koleff, P.; Carabias, J.; Soberón J.; Dirzo R.; Llorente B., J.; Halffter, G.; González, R.; March, I.; Mohar A.; Anta, S.; de la Maza, J. 2009. El Capital Natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 104 pp.
- SCGDF. 2010. Asignatura Estatal. Patrimonio Cultural y Natural del Distrito Federal Programa de Estudios. Educación Secundaria. Primer Grado. Secretaría de Cultura del gobierno del distrito Federal. México. 44 pp.
- Sedema. 2018. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADf-006-RNAT-2016, que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes en la Ciudad de México. Gaceta oficial de la Ciudad de México. Ciudad de México. 13 de abril de 2018: 4-26.
- SEDUVI. 2017. Plano de Divulgación del Programa Delegacional de Miguel Hidalgo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Gaceta Oficial del Distrito Federal. 2009. En: Google Chrome:

http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/programasdelegacionales/PLANOS_PDDU-MIGUELHIDALGO_13-ENE-09.pdf. Fecha de Consulta: Diciembre de 2017.

- SEDUVI. 2017. Plano de Colonias de la Alcaldía Miguel Hidalgo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. En: Google Chrome:
http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/limitesdecolonias/Miguel_Hidalgo.pdf.
Fecha de Consulta: Diciembre de 2017.
- SER. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Society of Ecological Restoration. Internet Explorer. En: <http://www.ser.org/content/spanishprimer.asp#3>. Fecha de Consulta: Noviembre de 2011.
- Souza S., V.; Ríos M., C.; Solano A., M.; Zúñiga A., A.; Grosselet, M.; Ruiz M., G.; Roa M., E.; Becerra A., S.; Morales, L.I. 2008. Sistema de análisis y directrices para el manejo de las barrancas urbanas del poniente del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente del distrito Federal. 228 pp.
- Tovar de T., Lorenza. Estudio descriptico de los árboles y arbustos más comunes del Bosque de Chapultec.1982. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 153 pp.
- UNESCO. 1972. Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Paris. 16 pp. En: whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf. Fecha de Consulta: enero de 2013.
- Valladares, F. 2006. La disponibilidad de luz bajo el dosel de los bosques y matorrales ibéricos estimada mediante fotografía hemisférica. Madrid. Ecología 20: 11-30.
- Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
- Walker., L.R.; Del Moral, R. 2003. Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. Cambridge University Press. United Kingdom. 442 pp.

ANEXO 1. MAPAS DE BARRANCAS

Se presentan todos los mapas generados para cada barranca:

- I. Retículas
- II. Parcelas pre seleccionadas
- III. Unidades de Paisaje Preliminares
- IV. Parcelas muestreadas
- V. Unidades de Paisaje muestreadas
- VI. Unidades de Paisaje prioritarias
- VII. Silvofacies
- VIII. Silvofacie de Galería
- IX. Silvofacie de Interior
- X. Silvofacie de Borde

BARRANCA BARRILACO



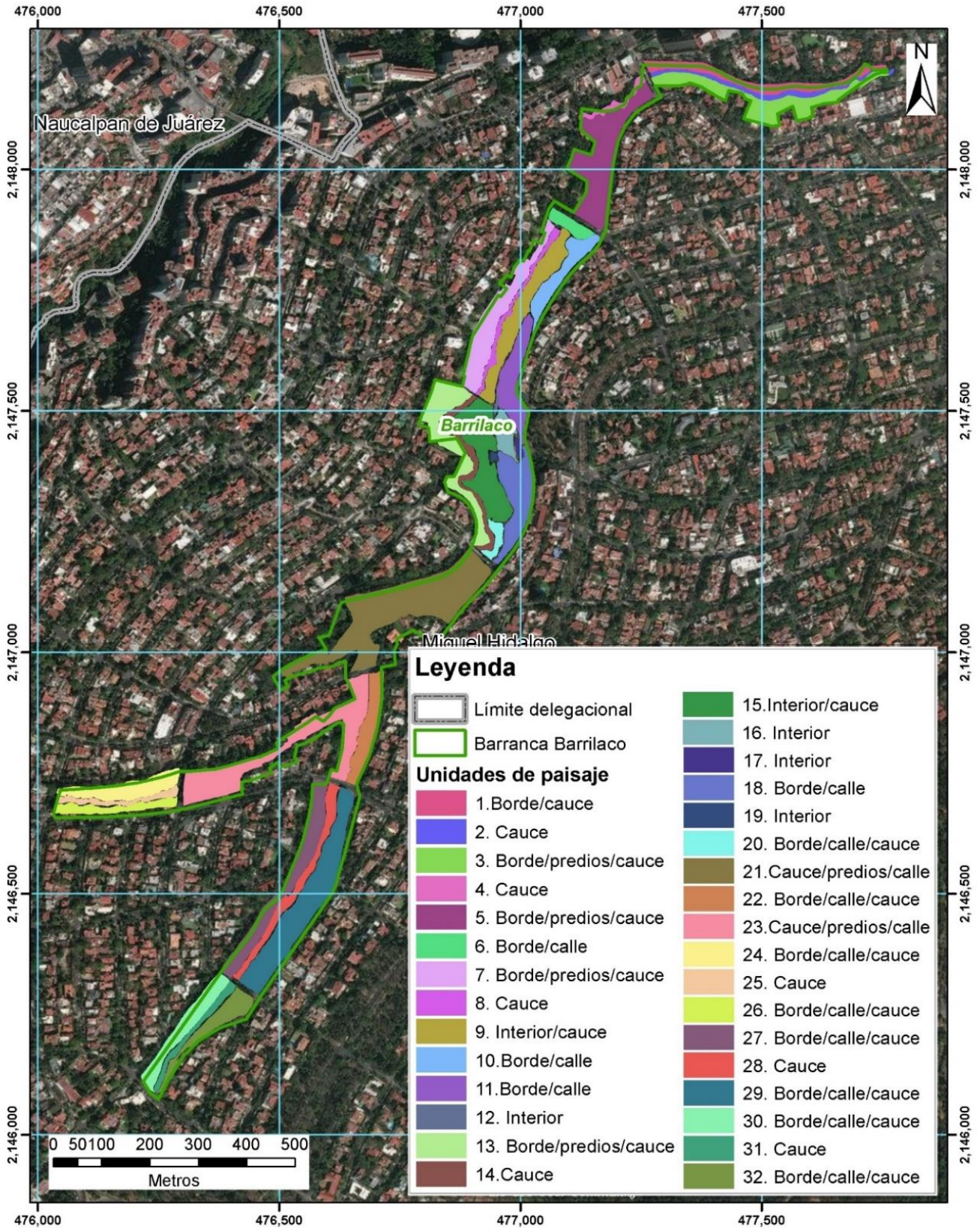
Mapa 9.1-A Retícula de 15 x 15m generada al interior del polígono de AVA de la barranca Barrilaco para la pre selección de parcelas de muestreo.

BARRANCA BARRILACO



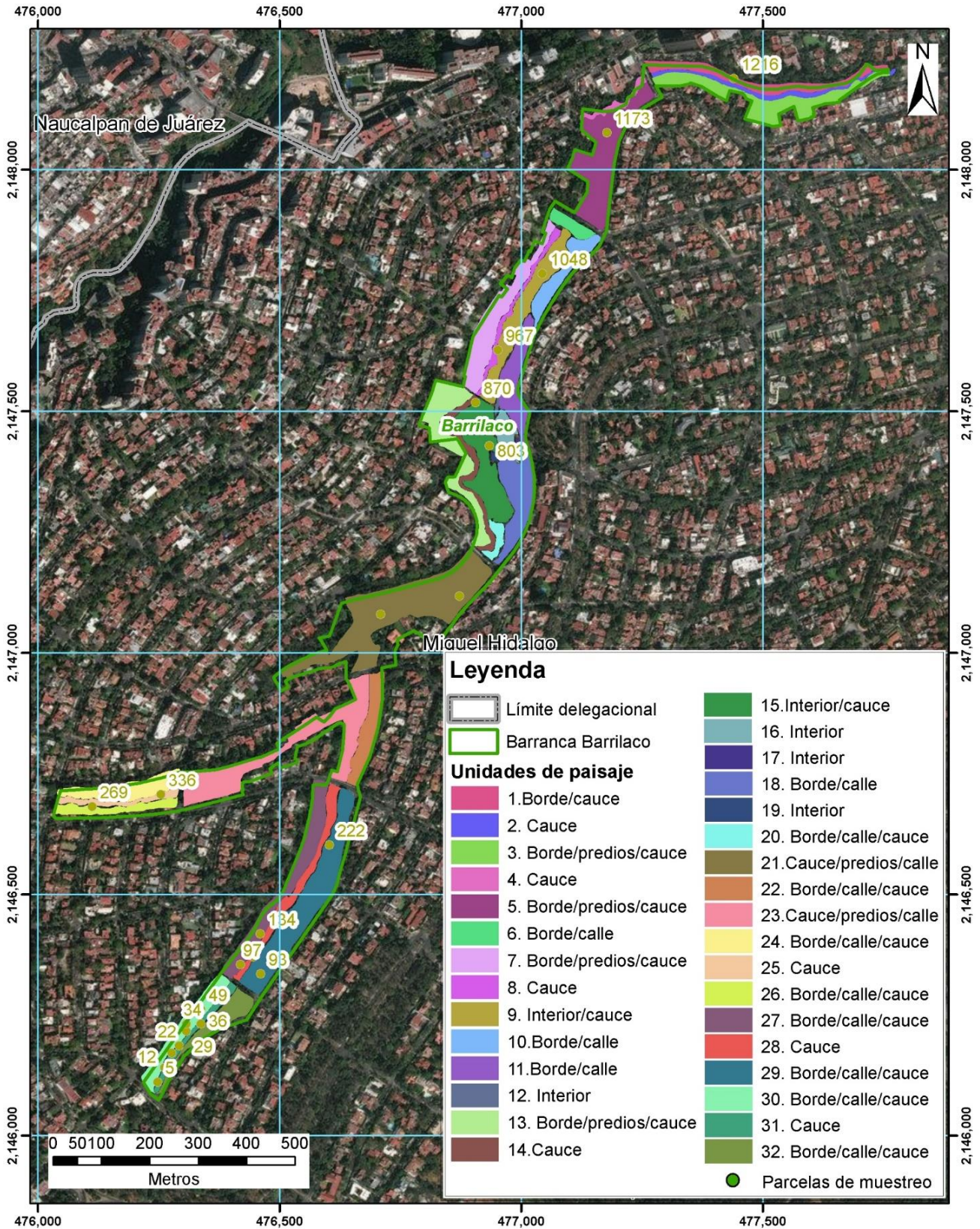
Mapa 9.II-A. Parcelas pre seleccionadas en la barranca Barrilaco para la toma de datos en campo.

BARRANCA BARRILACO



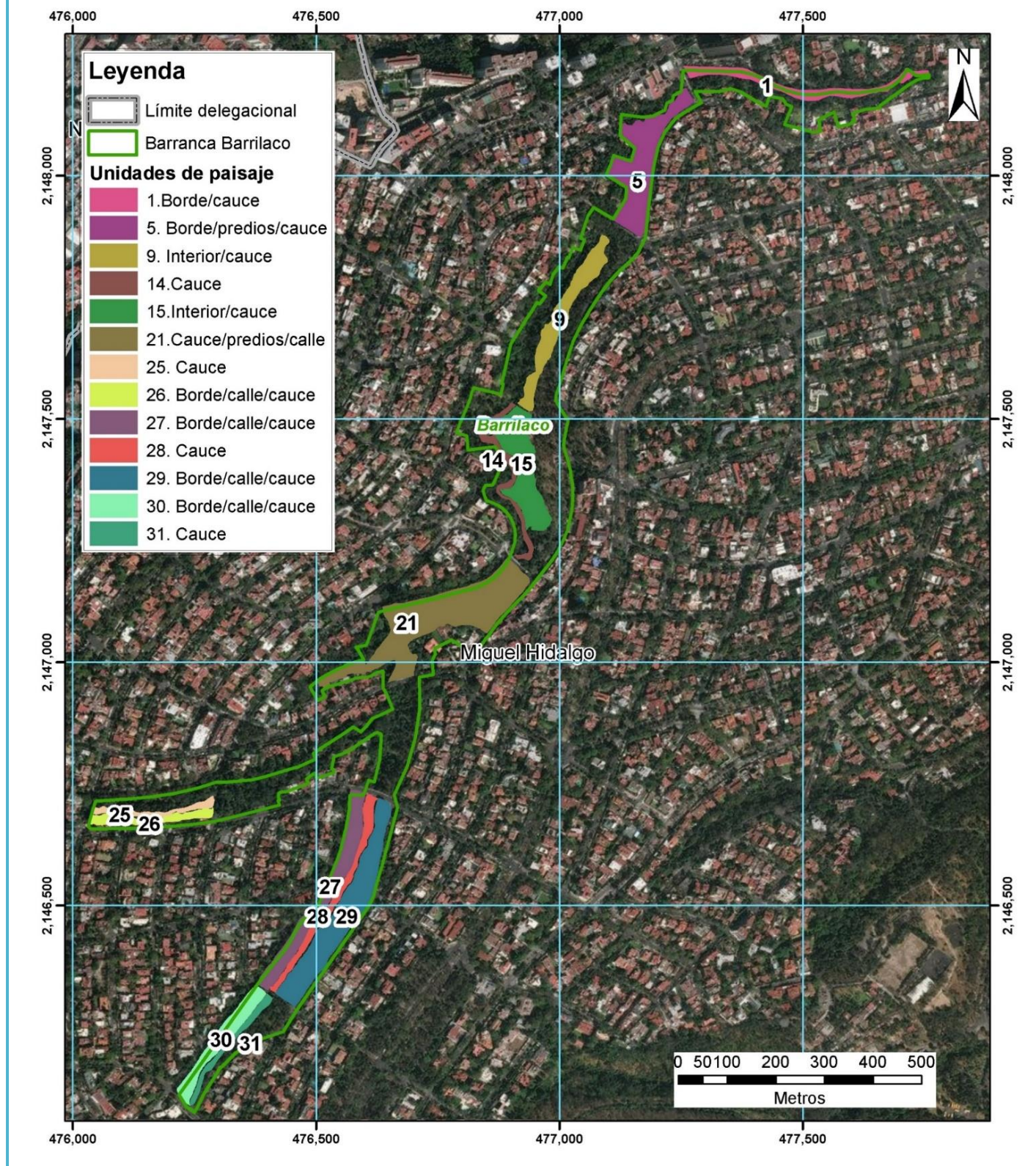
Mapa 9.III-A Unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Barrilaco trazadas sobre imagen satelital de Google Earth, 2009

BARRANCA BARRILACO

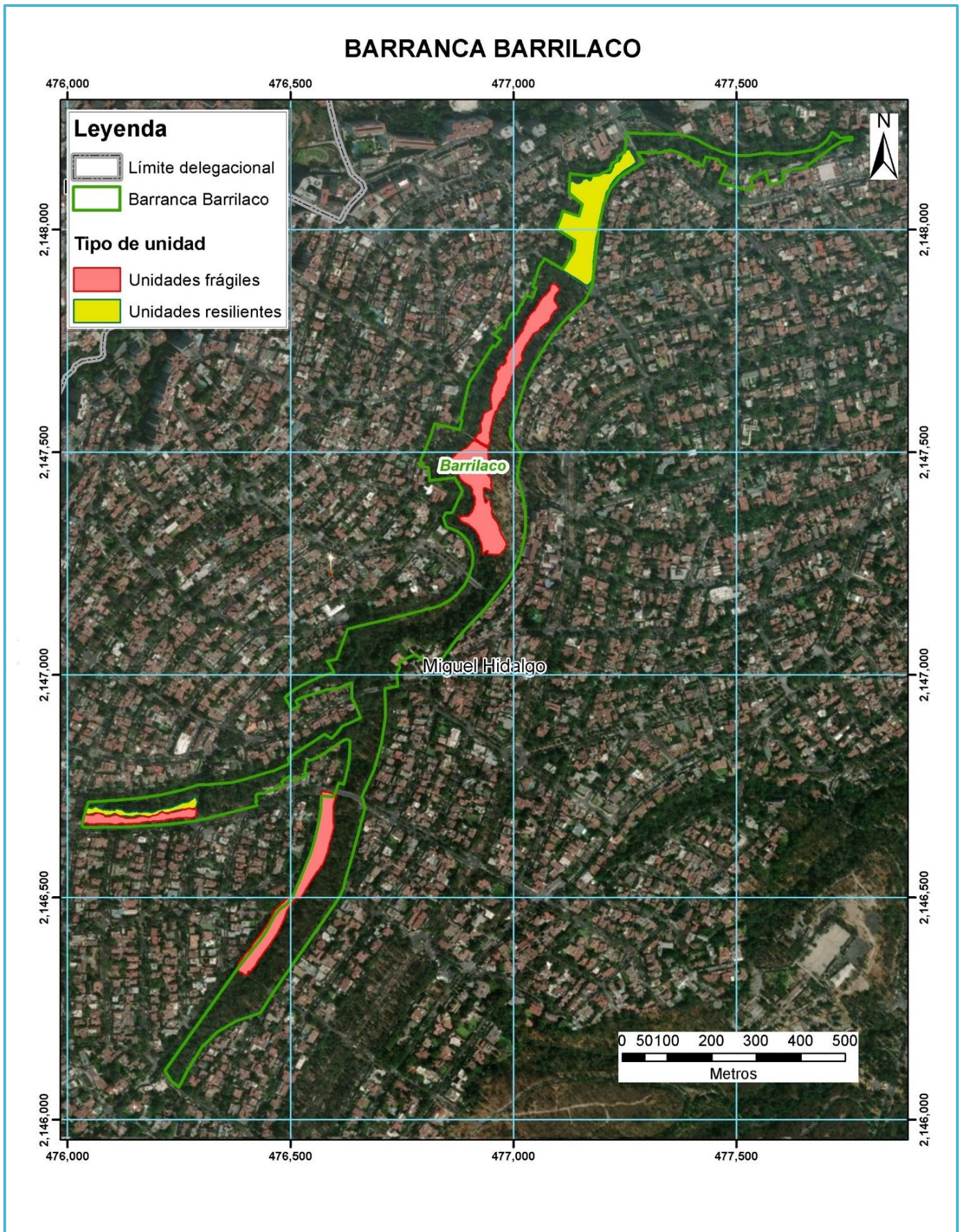


Mapa 9.IV-A. Parcelas de muestreo efectivas en campo y su distribución en las Unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Barrilaco.

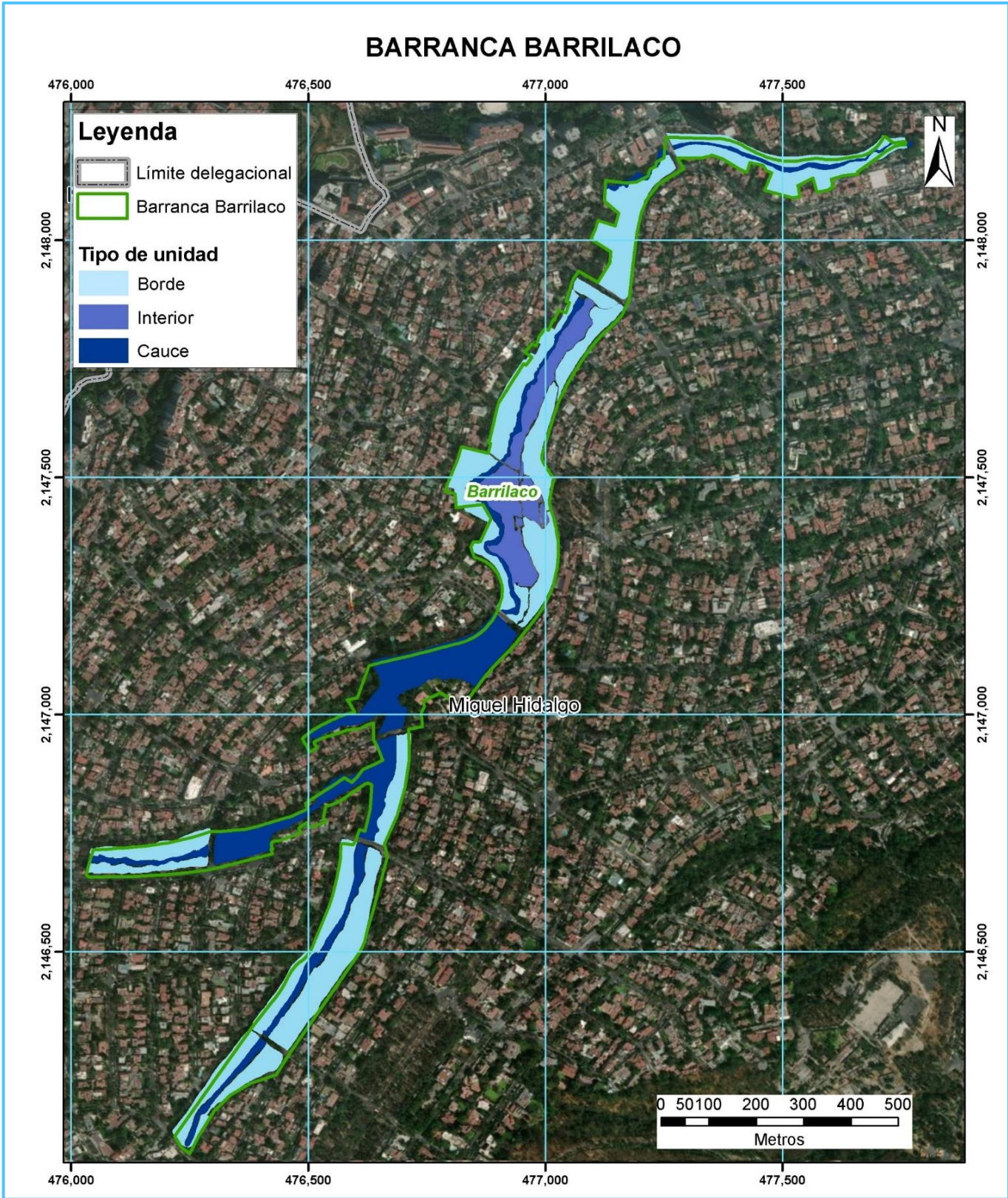
BARRANCA BARRILACO



Mapa 9.V-A. Unidades de paisaje muestreadas en el AVA Barranca Barrilaco.

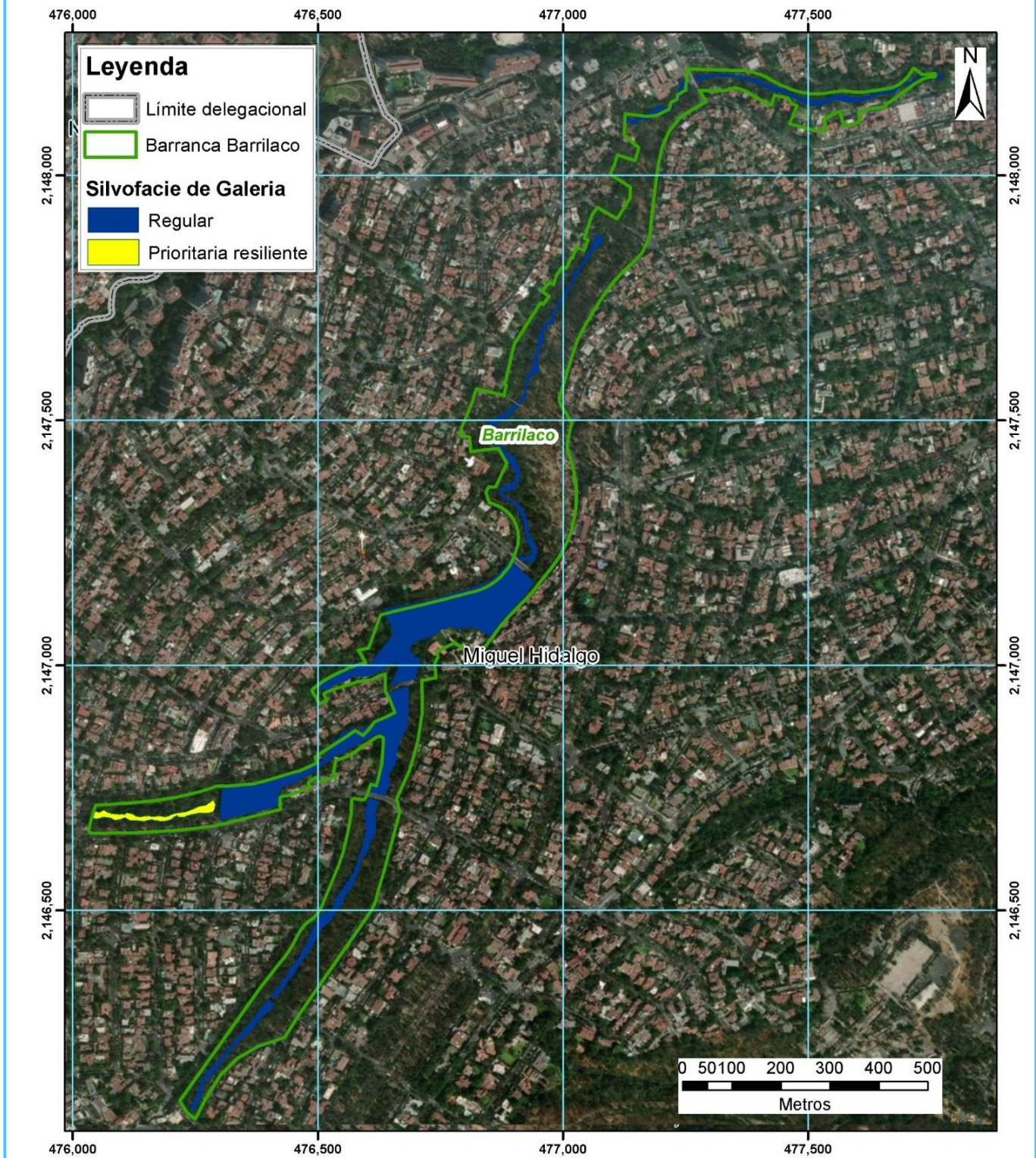


Mapa 9.VI-A. Se muestran unidades de paisaje prioritarias (resilientes y frágiles) en el AVA barranca Barrilaco.

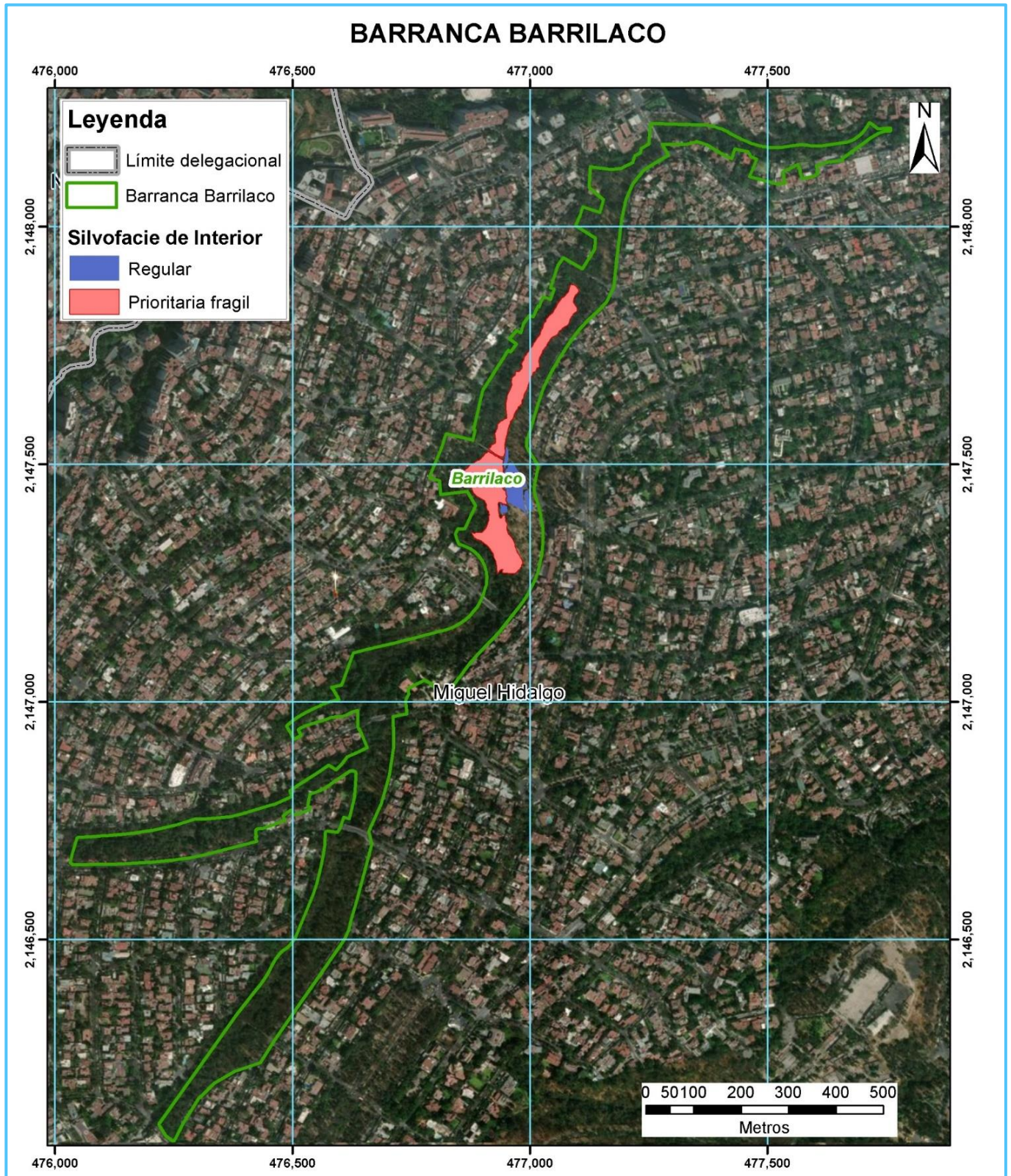


Mapa 9.VII-A. Se destacan las silvofacies del AVA barranca Barrilaco.

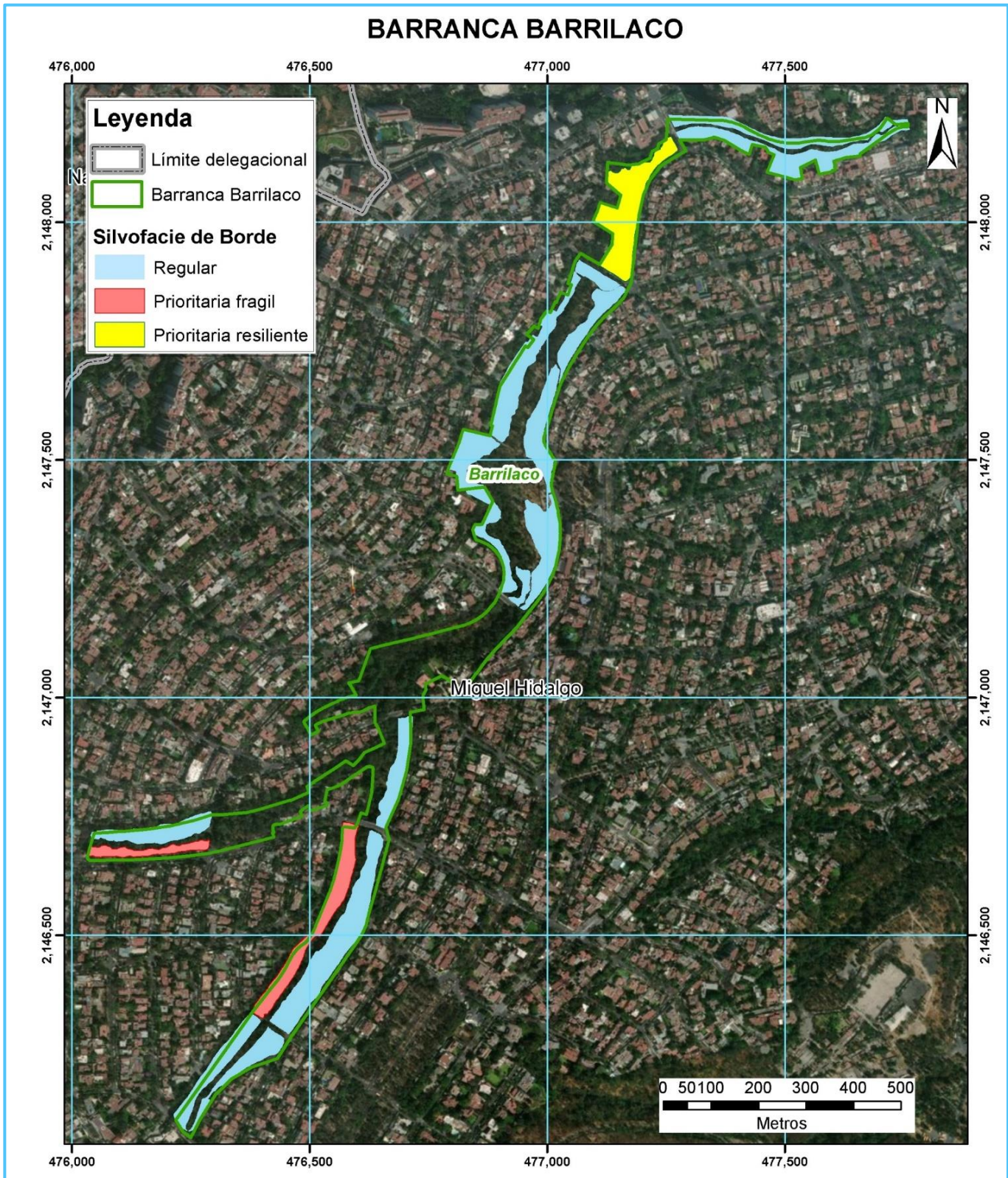
BARRANCA BARRILACO



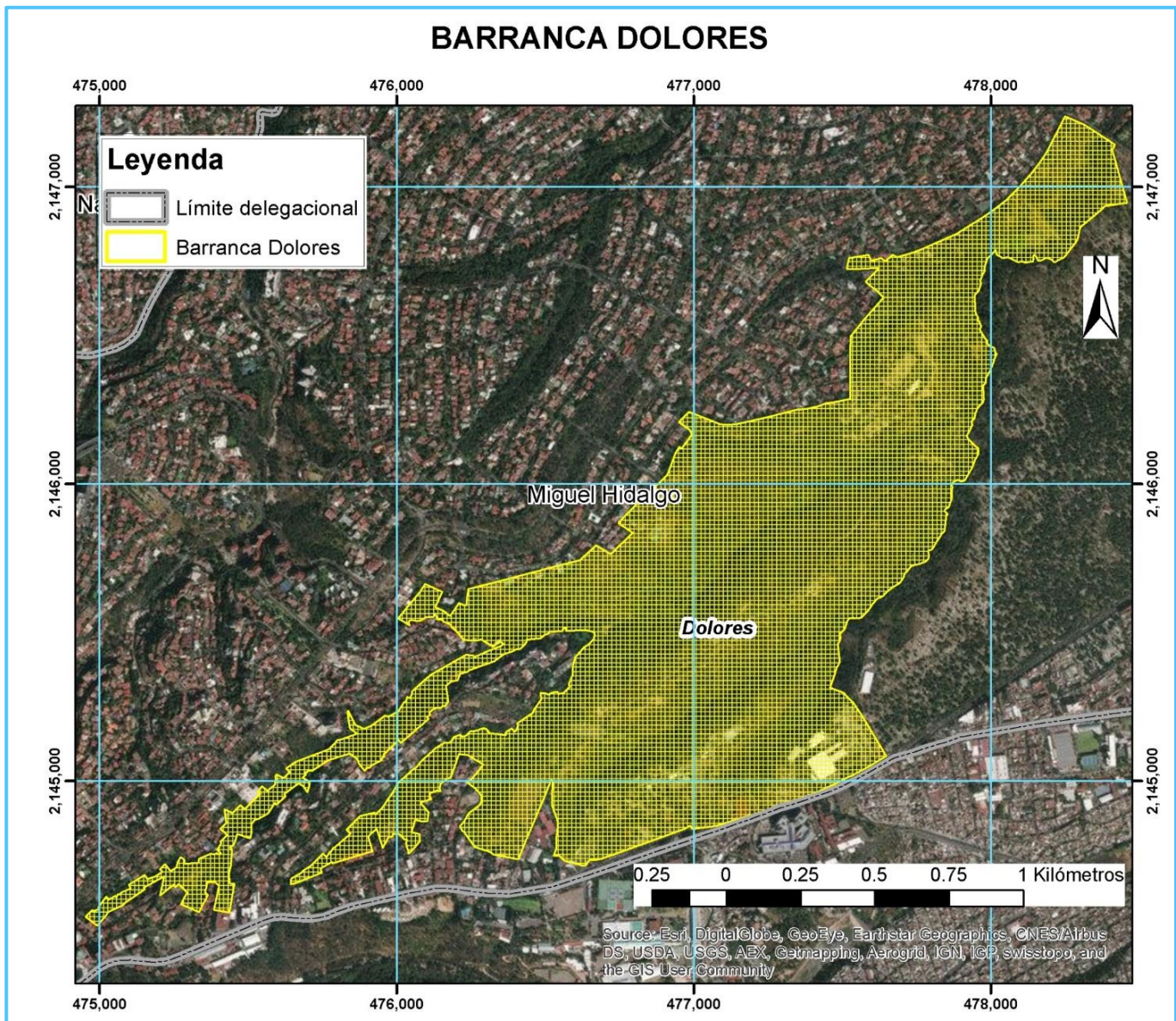
Mapa 9.VIII-A. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacie de Galería en la barranca Barrilaco.



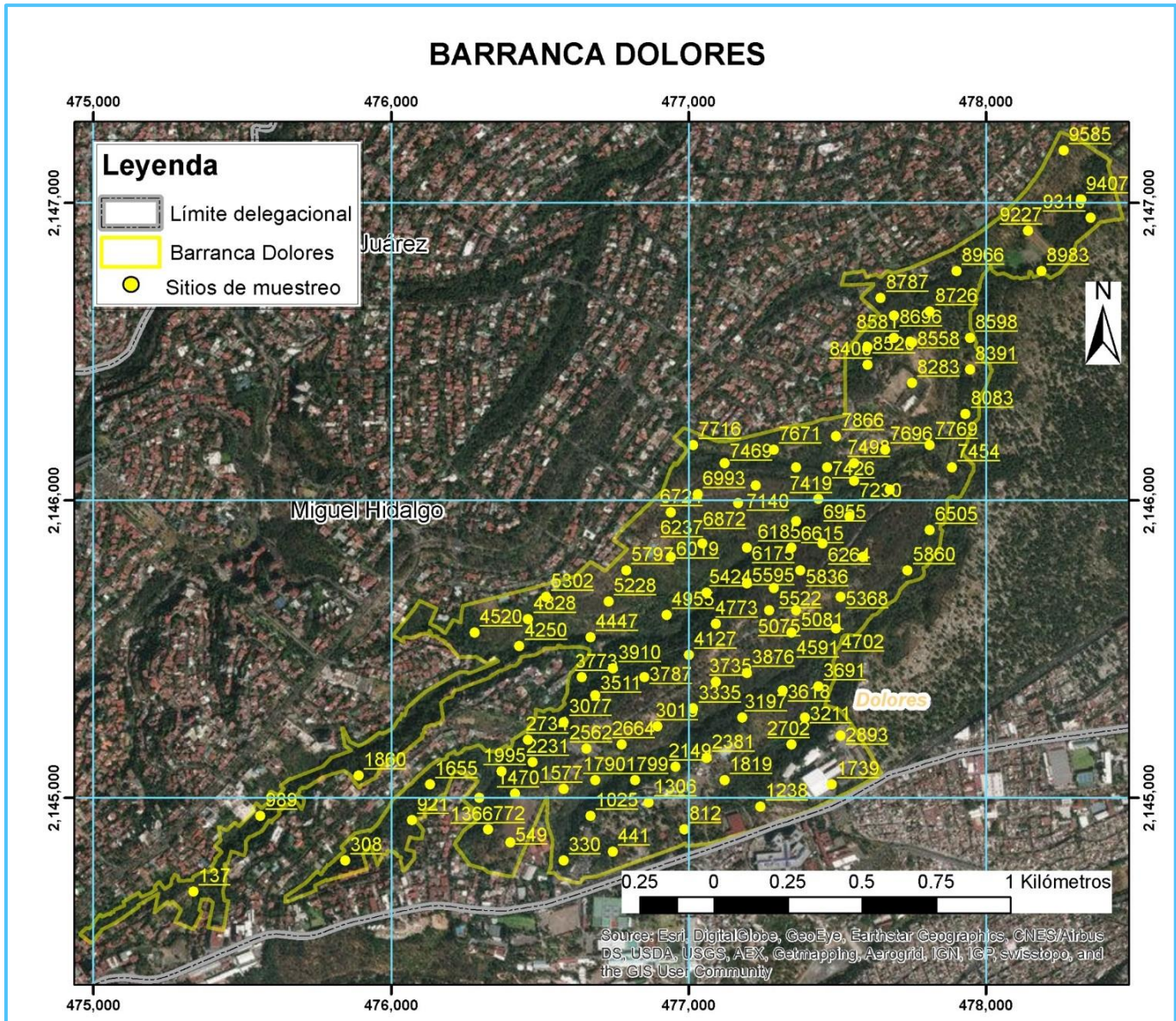
Mapa 9.IX-A. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacie de Interior en la barranca Barrilaco.



Mapa 9.X-A. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacie de Borde en la barranca Barrilaco.

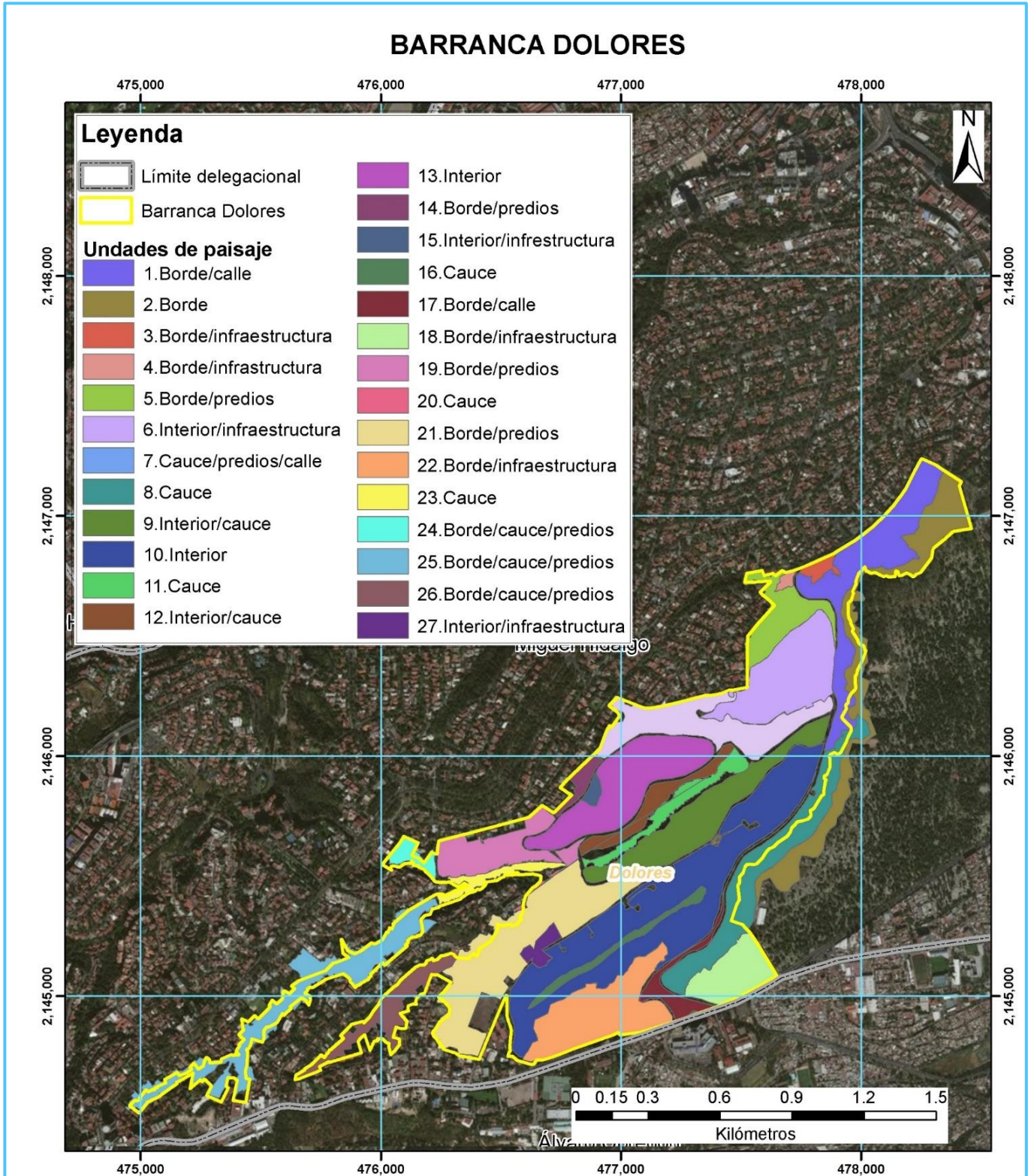


Mapa 9.I-B Retícula de 15 x 15m generada al interior del polígono de AVA de la barranca Dolores para la pre selección de parcelas de muestreo

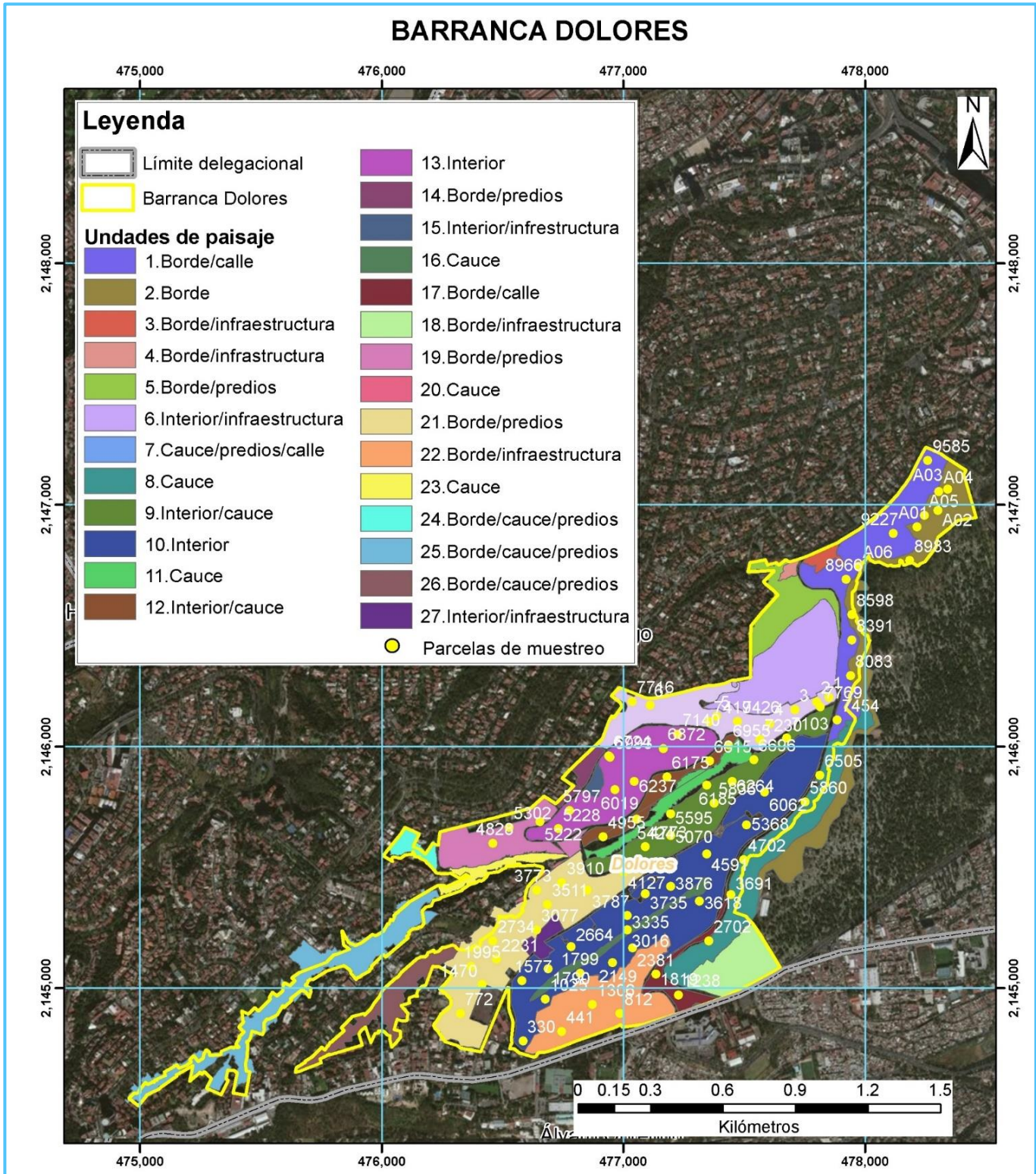


Mapa 9.II-B. Parcelas pre seleccionadas en la barranca Dolores para la toma de datos en campo.

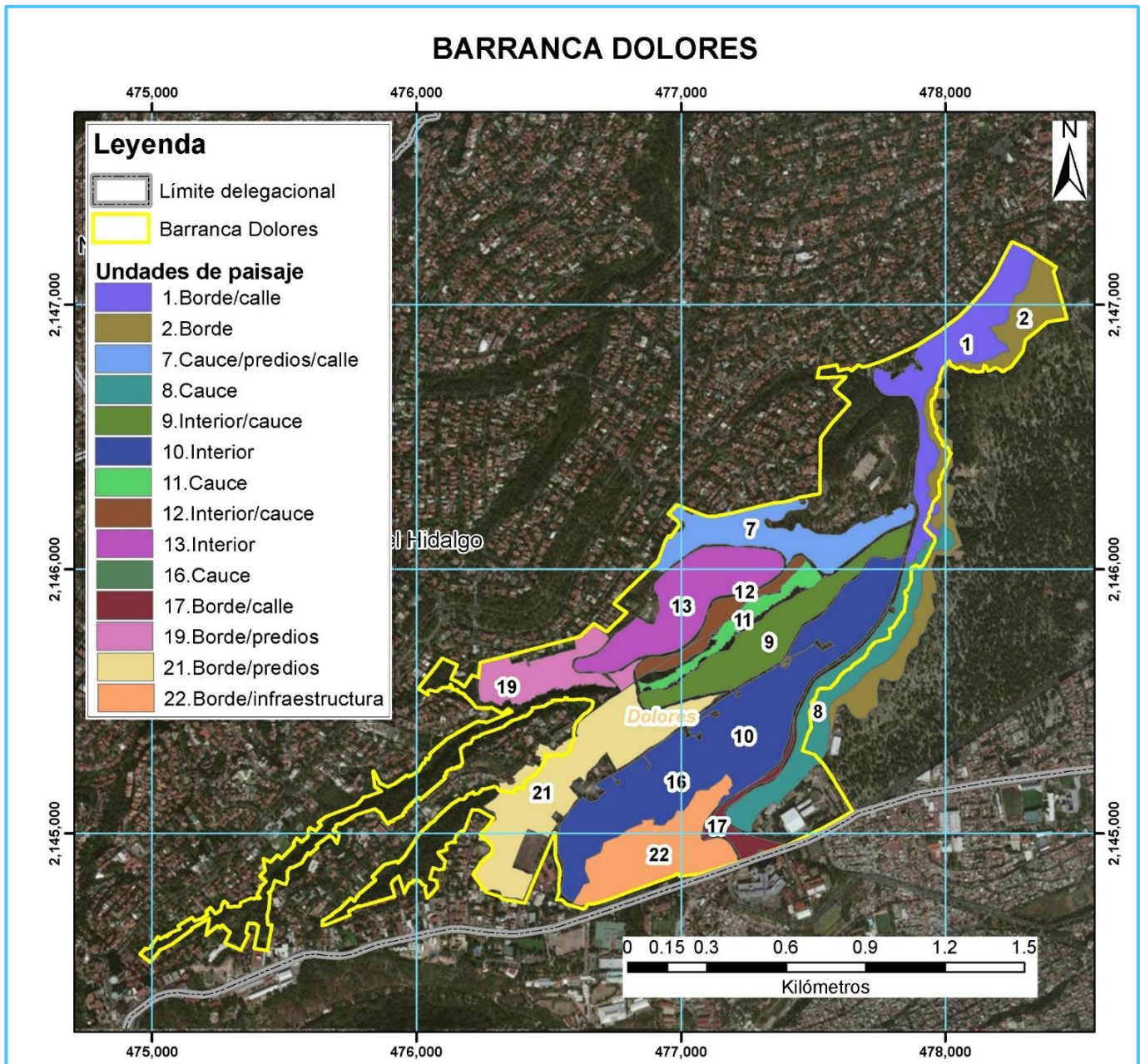
BARRANCA DOLORES



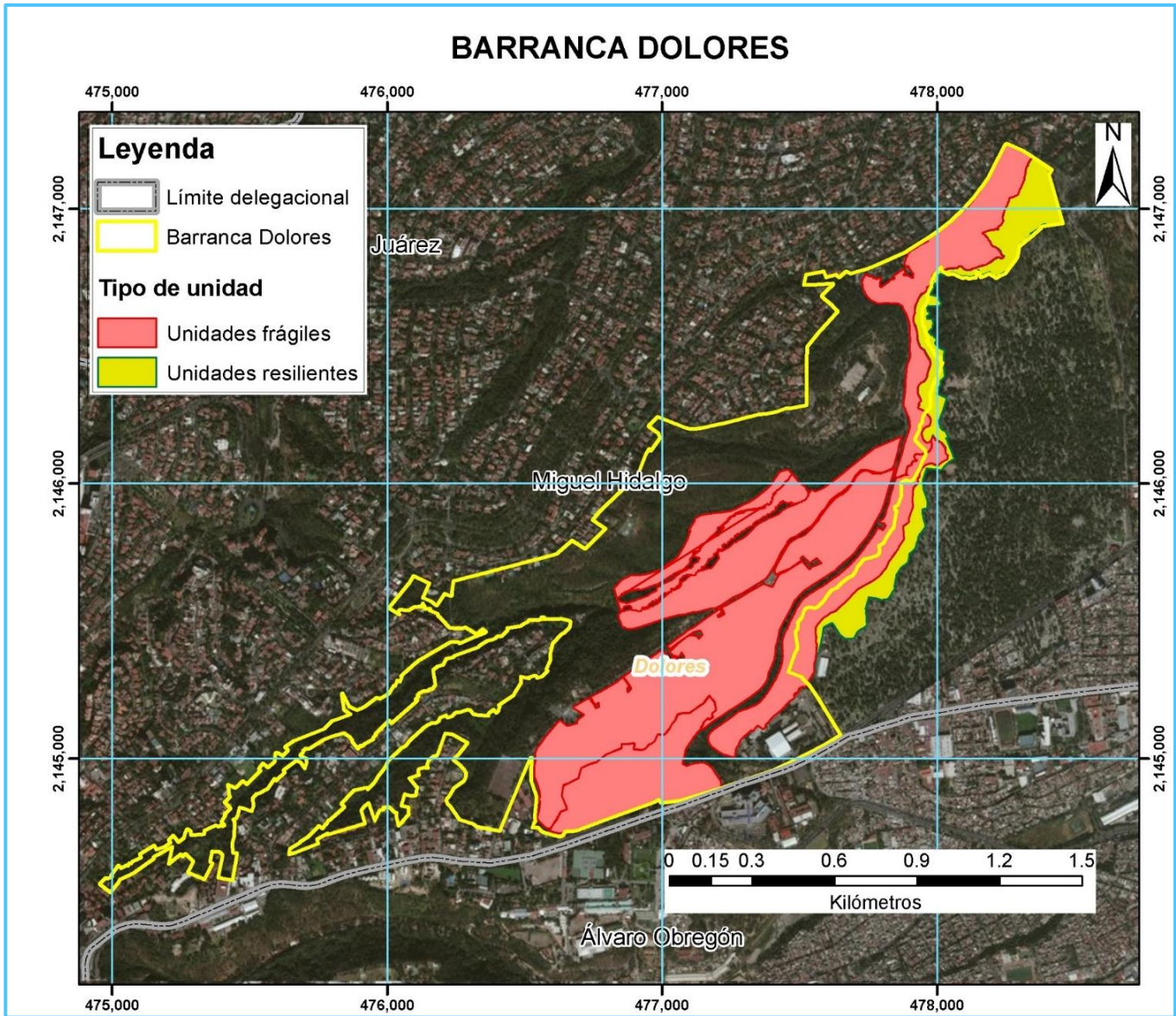
Mapa 9.III-B. Unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Dolores trazadas sobre imagen satelital de Google Earth, 2009



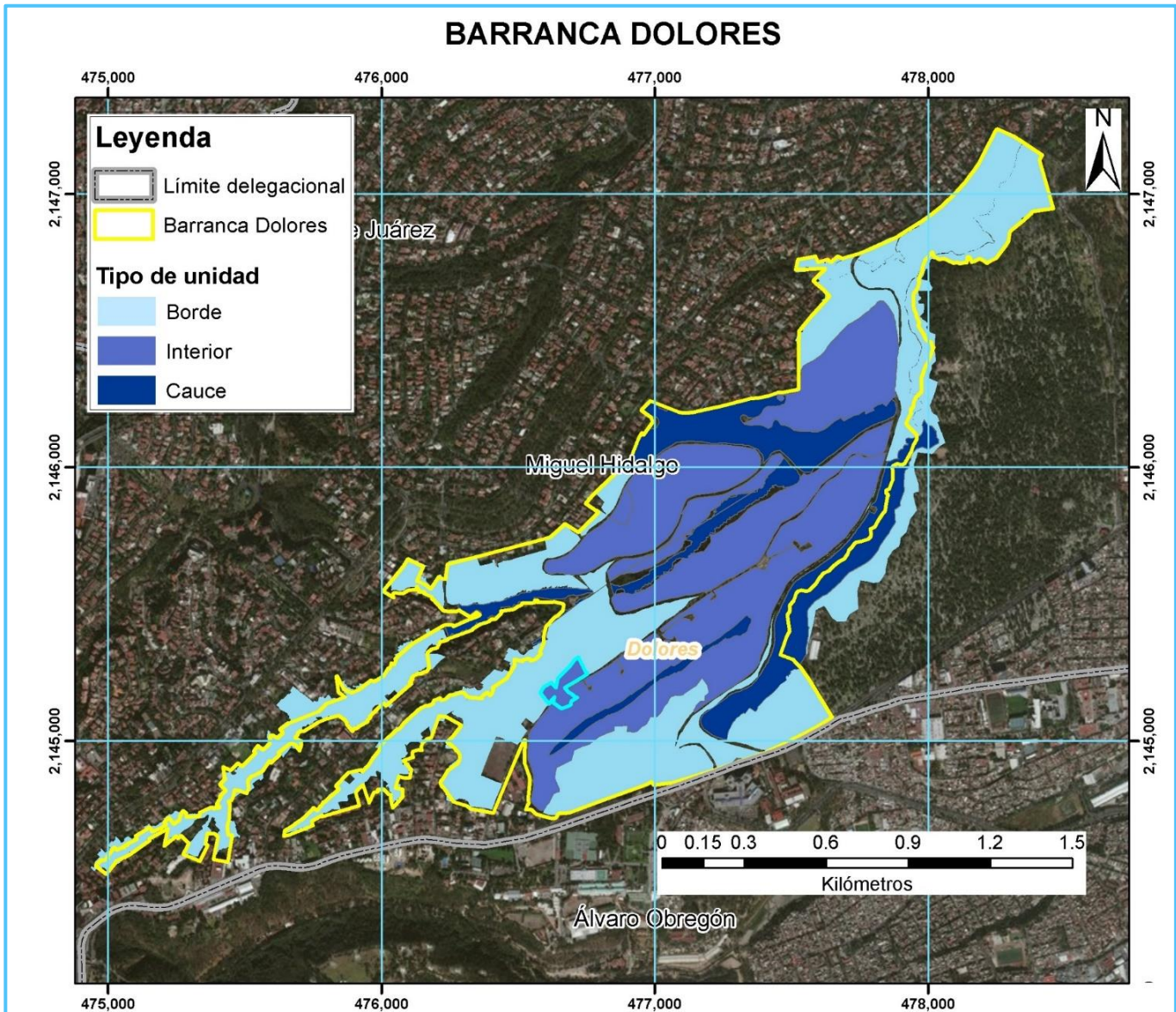
Mapa 9.IV-B. Parcelas de muestreo efectivas en campo y su distribución en las unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Dolores.



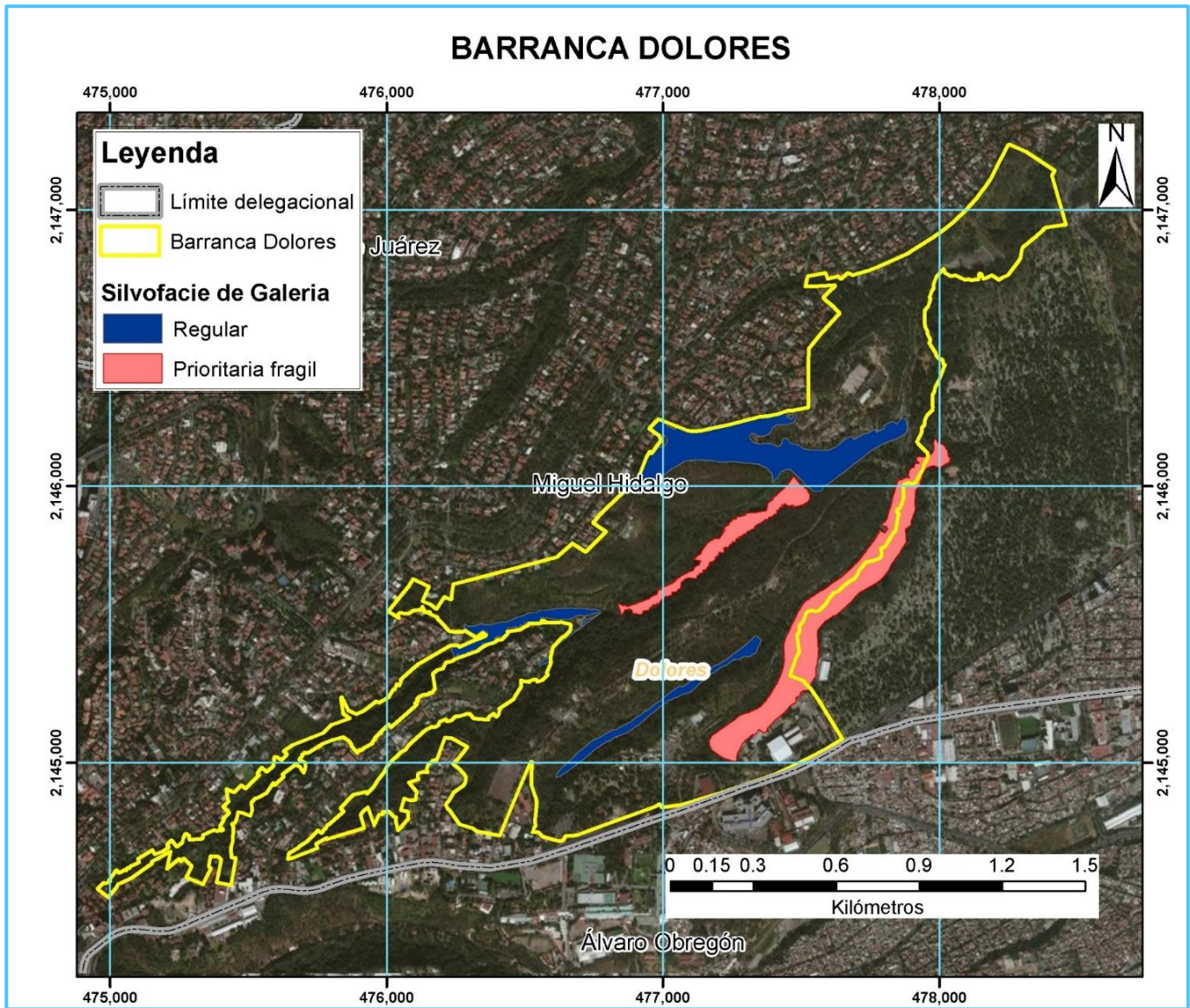
Mapa 9.V-B. Unidades de paisaje preliminares muestreadas en el AVA Barranca Dolores y número de parcelas encada una.



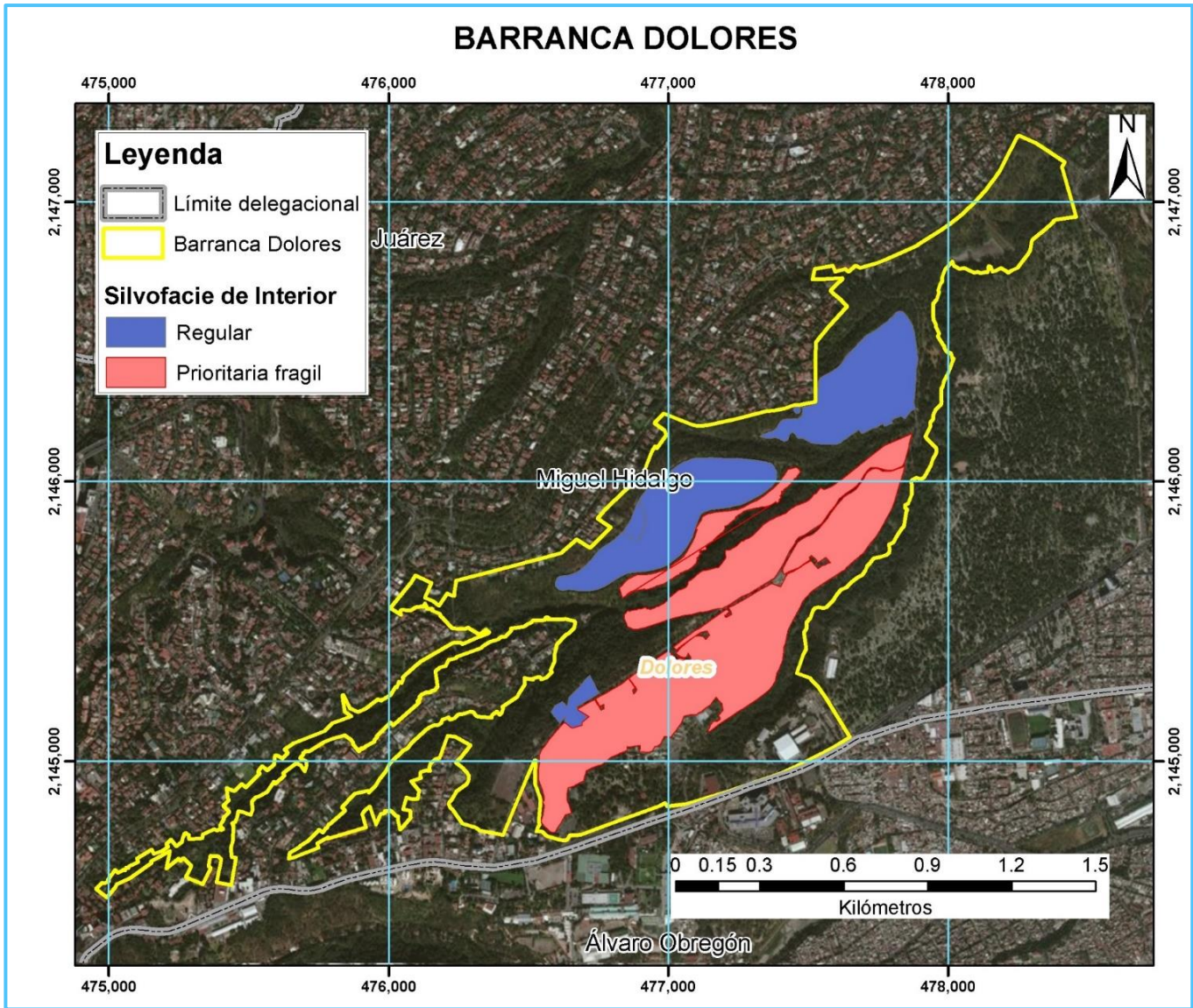
Mapa 9.VI-B. Se muestran unidades de paisaje prioritarias (resilientes y frágiles) en el AVA barranca Dolores.



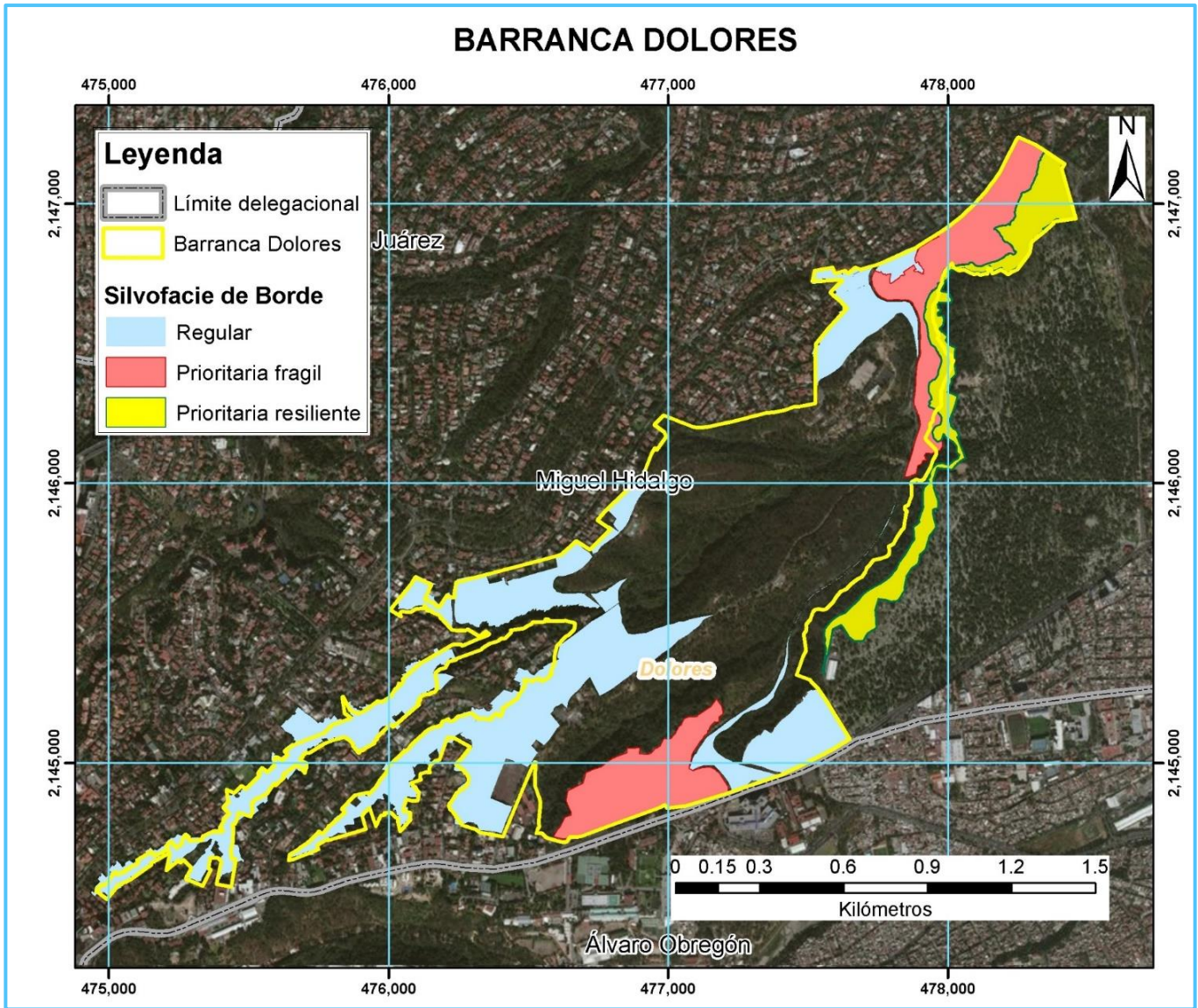
Mapa 9.VII-B. Se muestran las tres silvofacies del AVA barranca Dolores.



Mapa 9.VIII-B. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacia de Galería en la barranca Dolores.

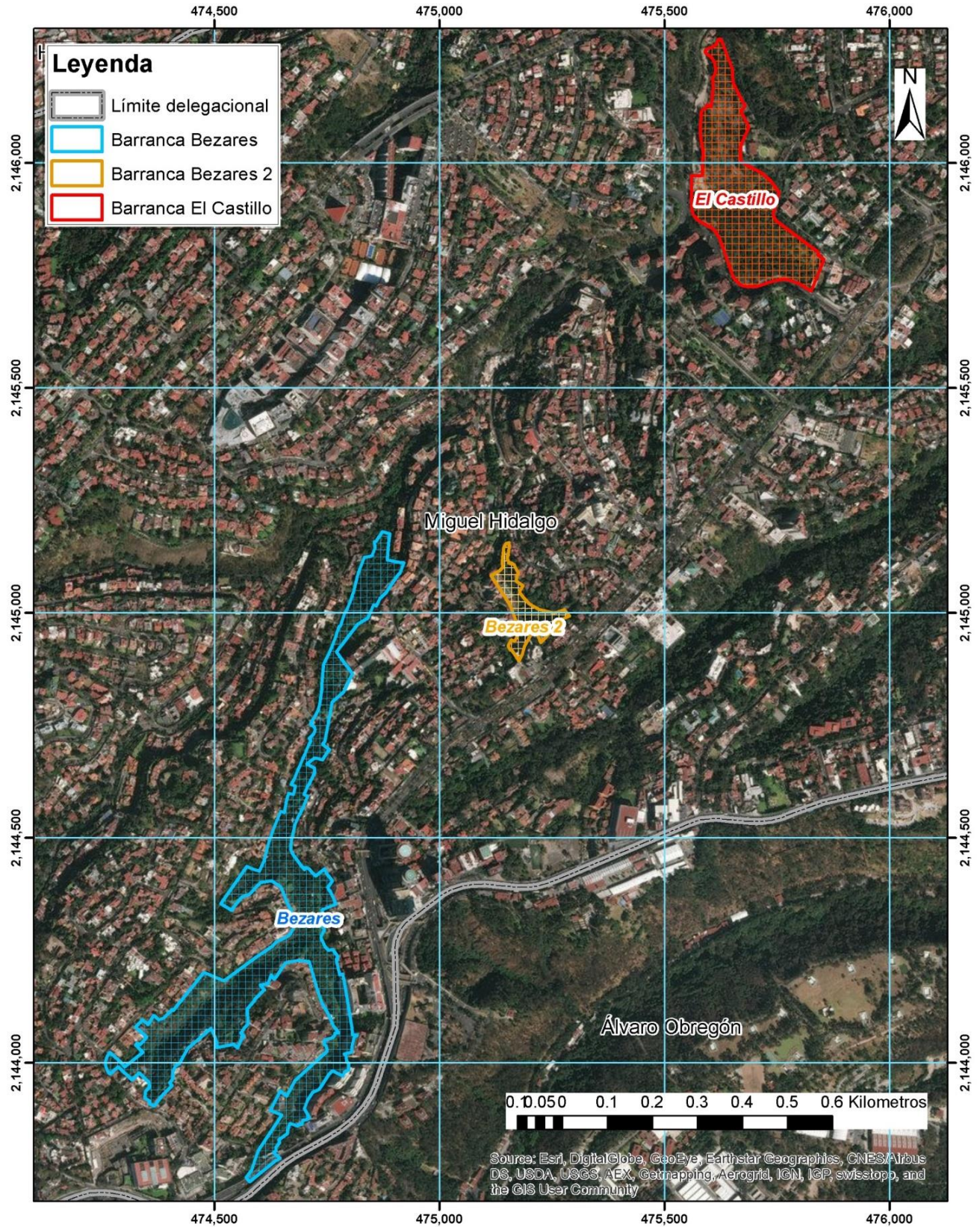


Mapa 9.IX-B. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacie de Interior en la barranca Dolores.



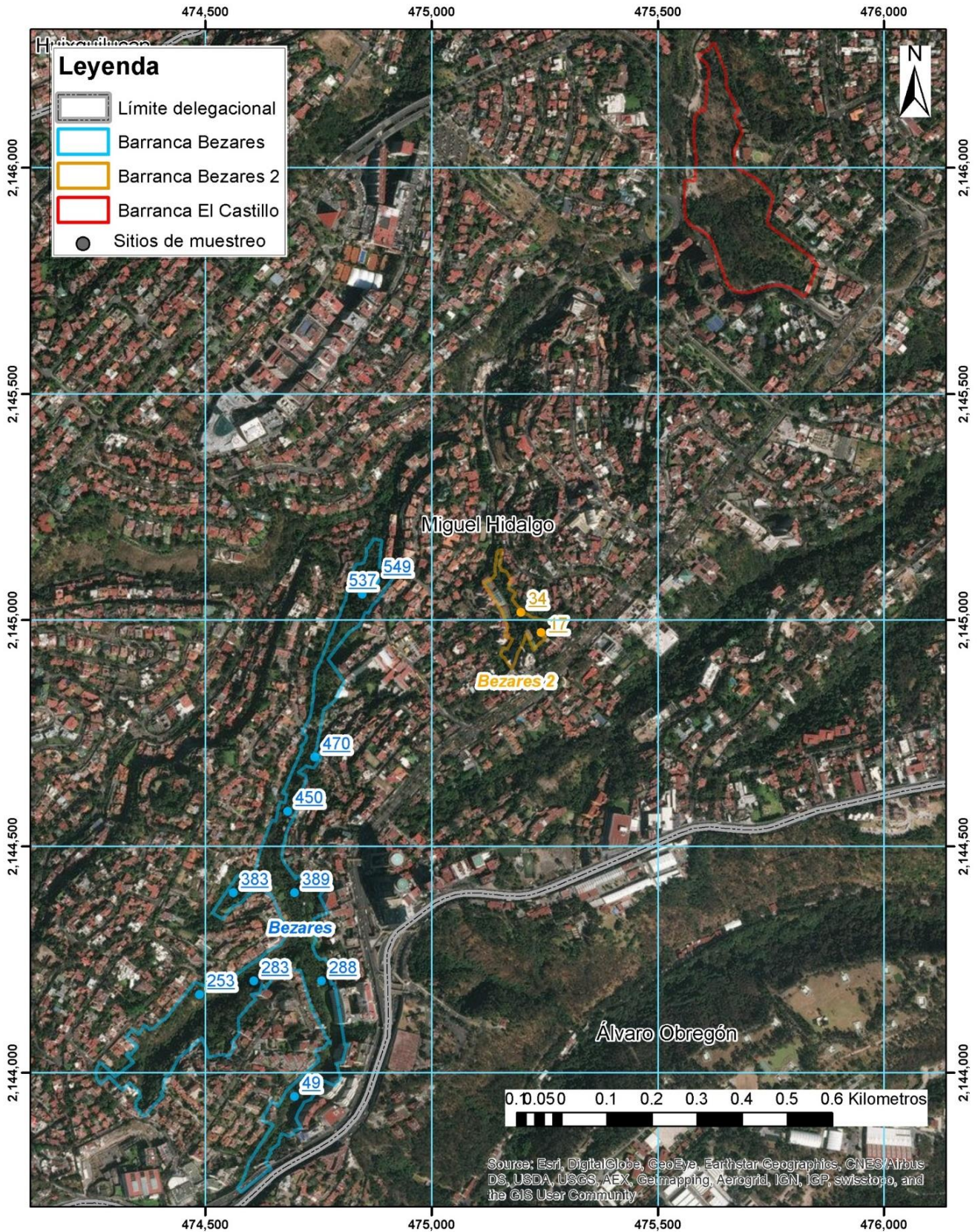
Mapa 9.X-B. Se muestran las unidades de paisaje que conforman la silvofacie de Borde en la barranca Dolores.

BARRANCAS BEZARES, BEZARES 2 Y EL CASTILLO



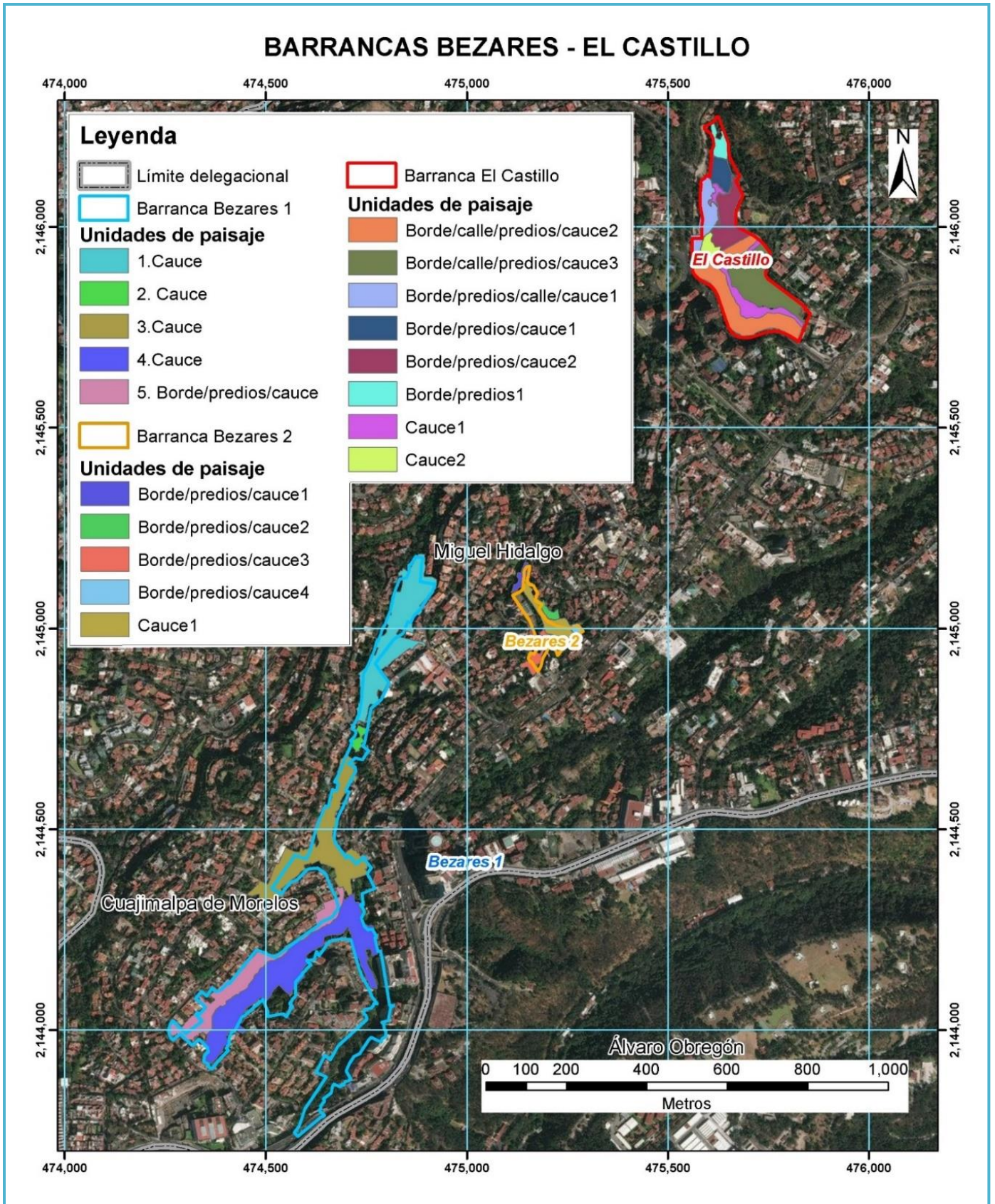
Mapa 9.I-C Retícula de 15 x 15m generada al interior del polígono de AVA de la barranca Bezares-El castillo para la pre selección de parcelas de muestreo.

BARRANCAS BEZARES, BEZARES 2 Y EL CASTILLO



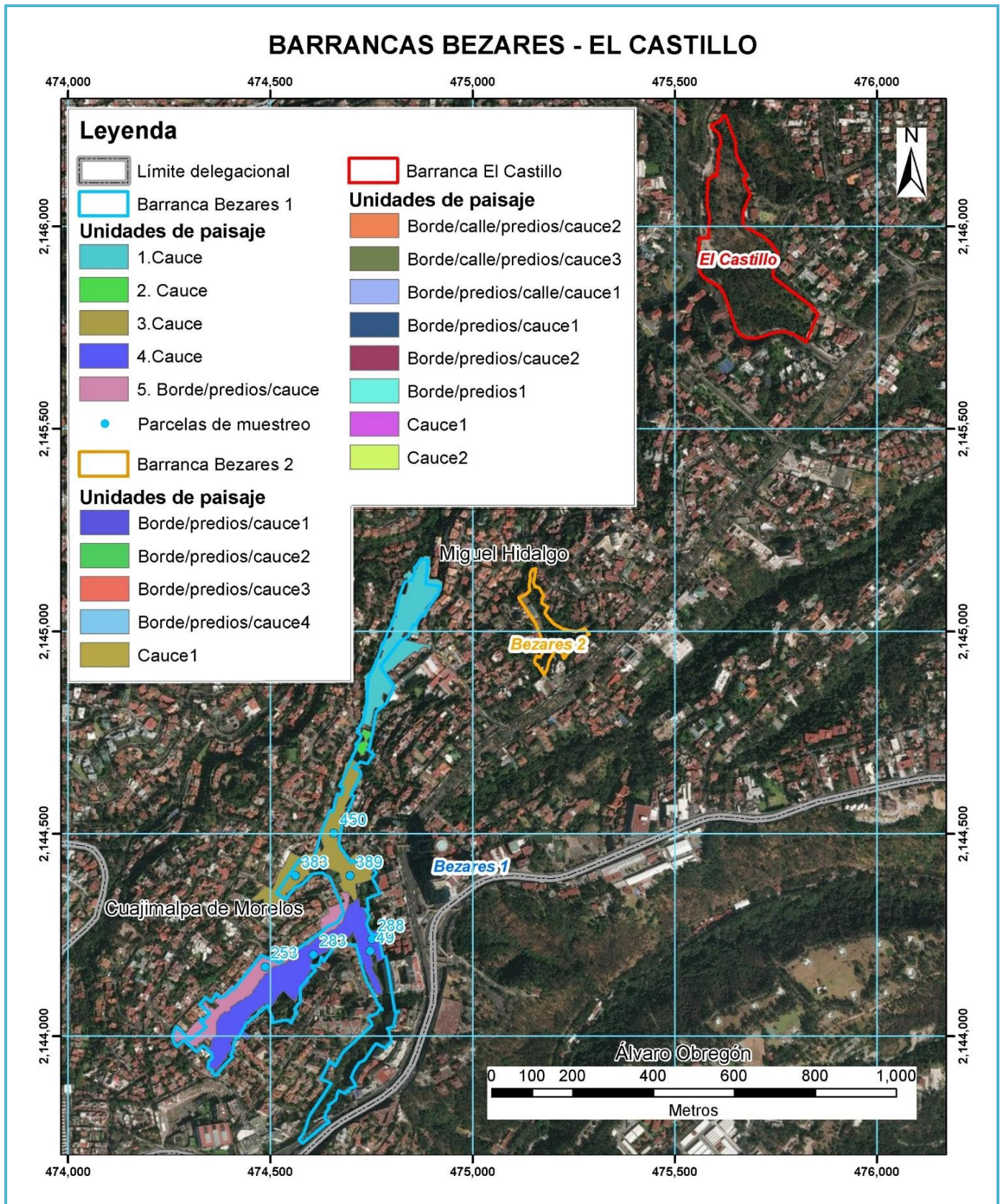
Mapa 9.II-C. Parcelas pre seleccionadas en la barranca Bezares-El Castillo para la toma de datos en campo.

BARRANCAS BEZARES - EL CASTILLO

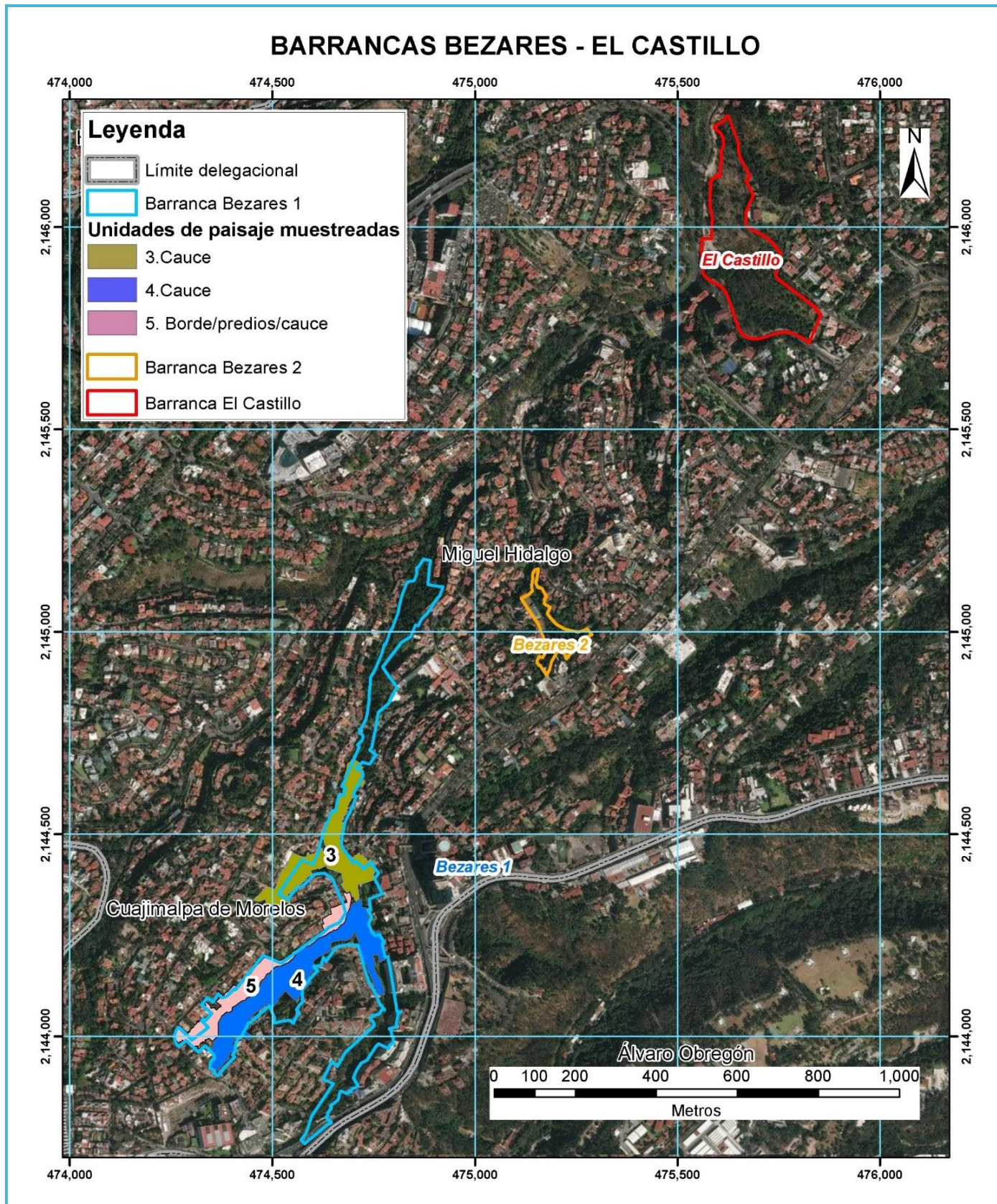


Mapa 9.III-C. Unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Bezares-El Castillo trazadas sobre imagen satelital de Google Earth, 2009.

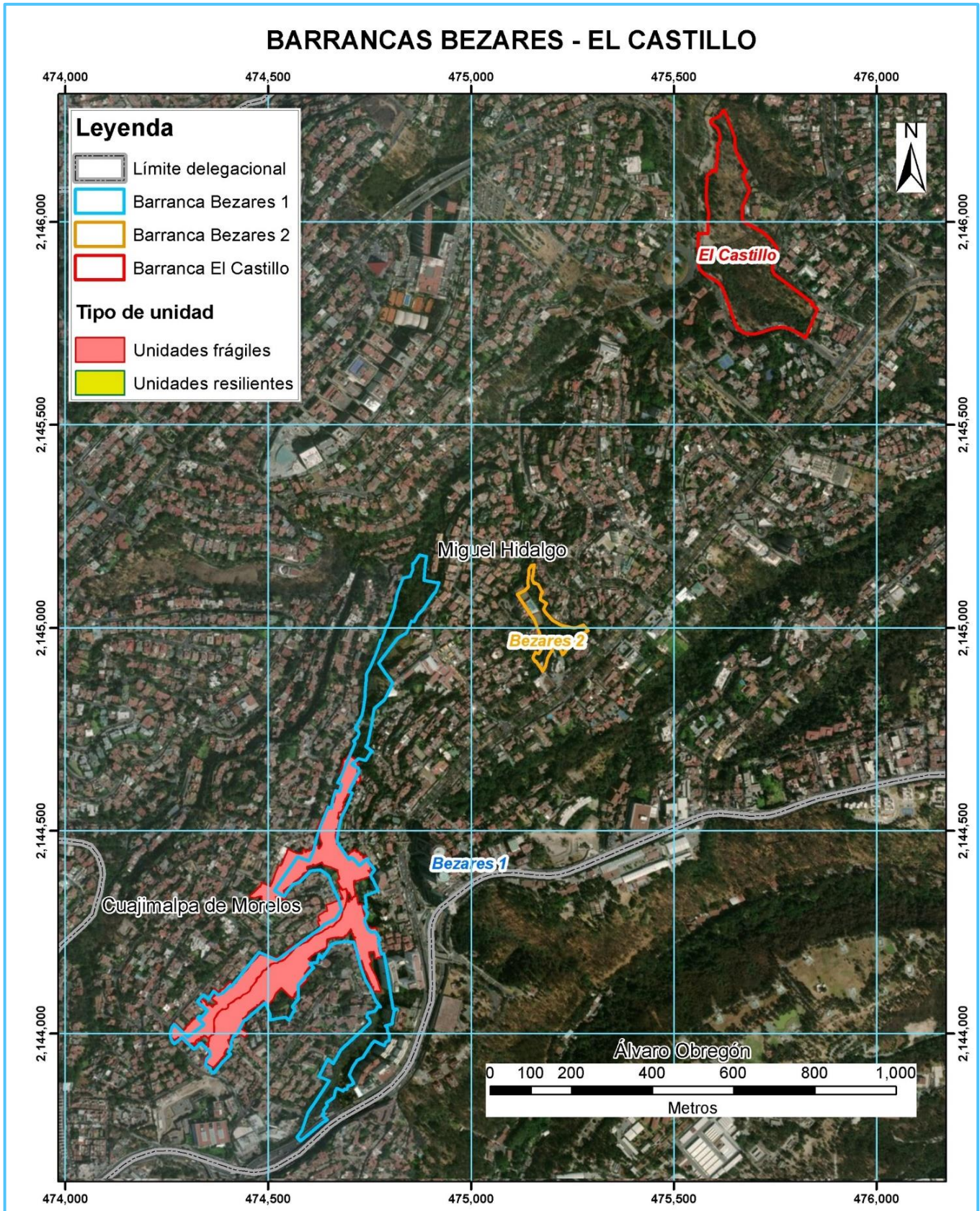
BARRANCAS BEZARES - EL CASTILLO



BARRANCAS BEZARES - EL CASTILLO

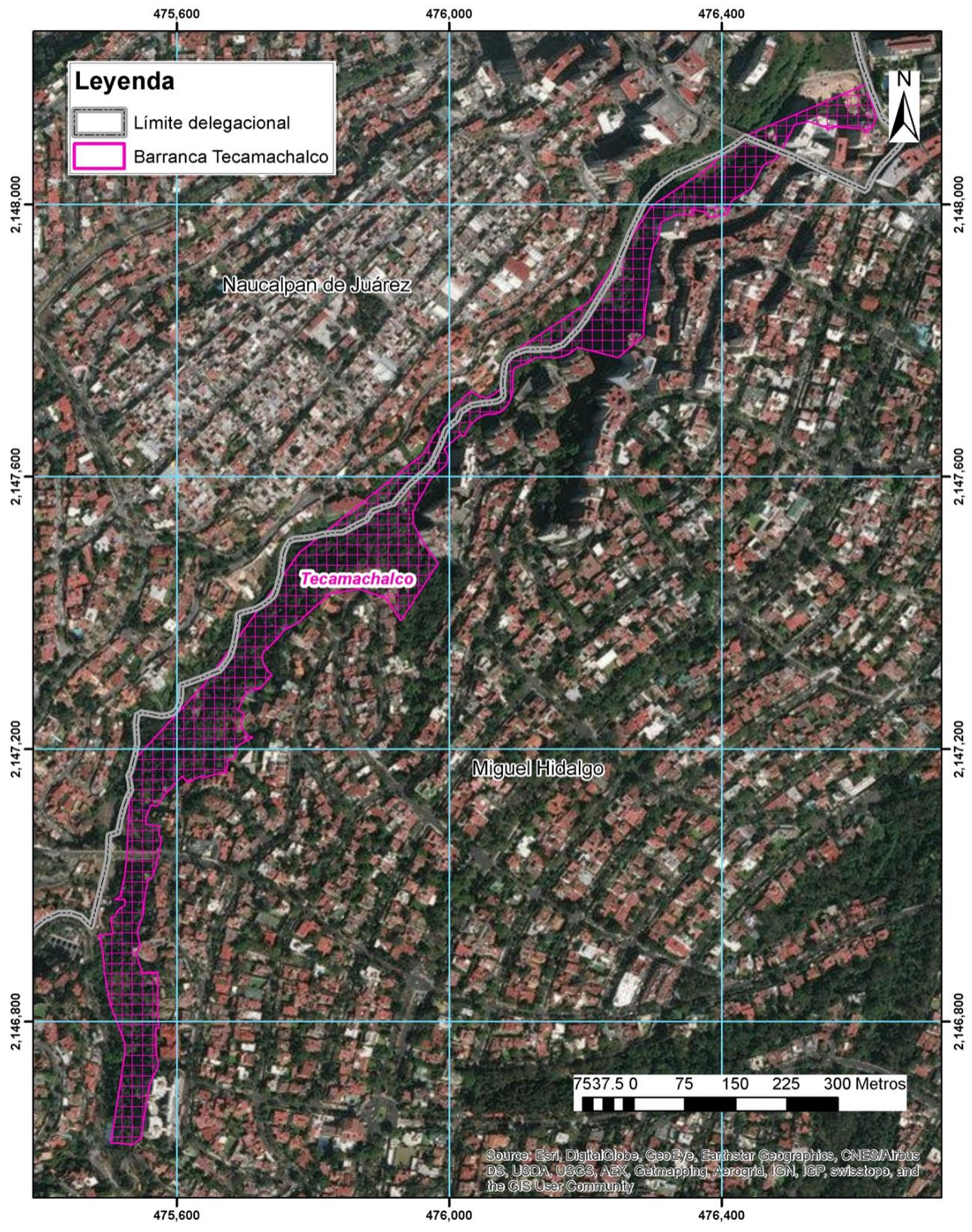


Mapa 9-V-C. Unidades de paisaje preliminares muestreadas en el AVA Barranca Bezares-El Castillo.



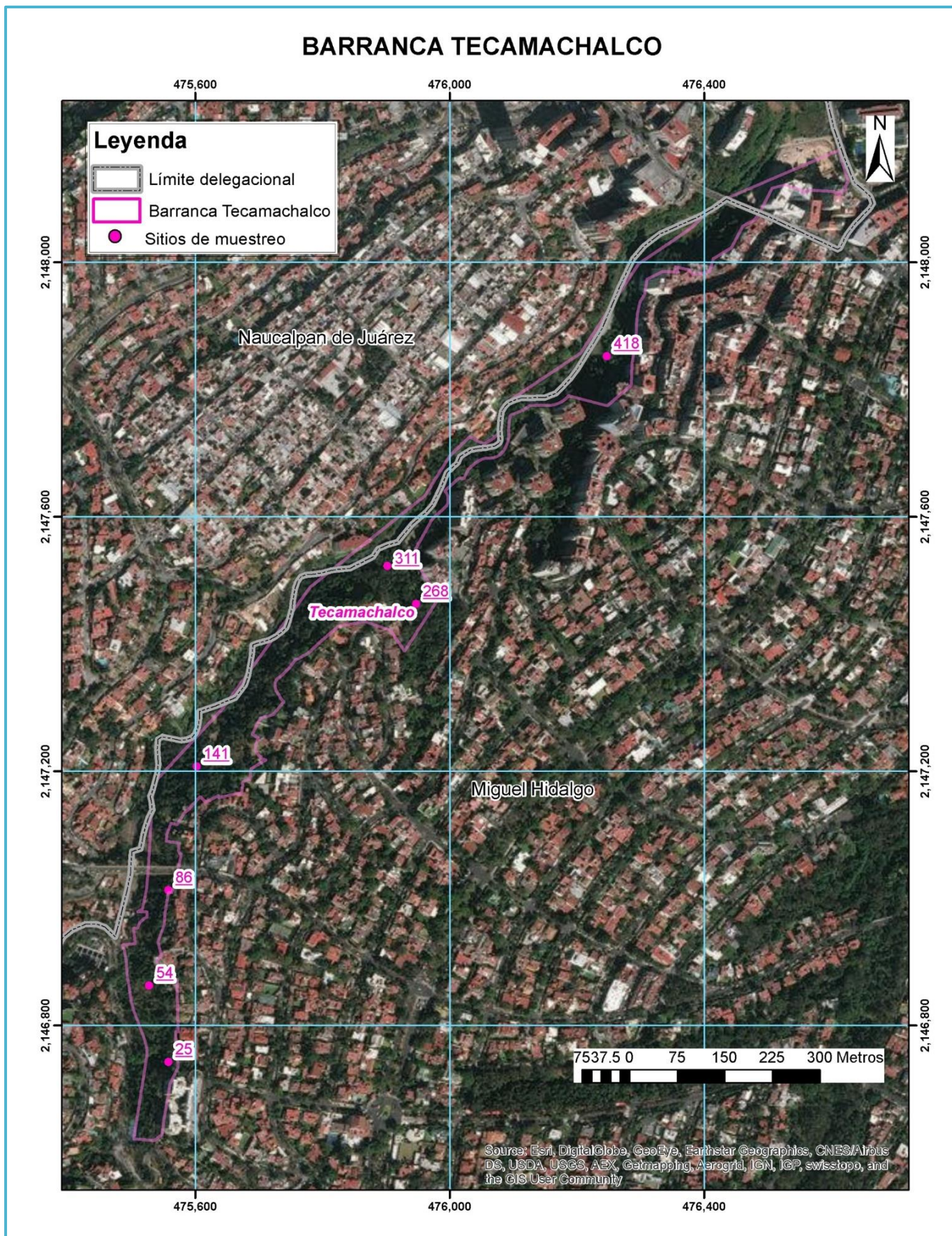
Mapa 9.VI-C. Se muestran unidades de paisaje prioritarias (resilientes y frágiles) en el AVA barranca Bezares.

BARRANCA TECAMACHALCO



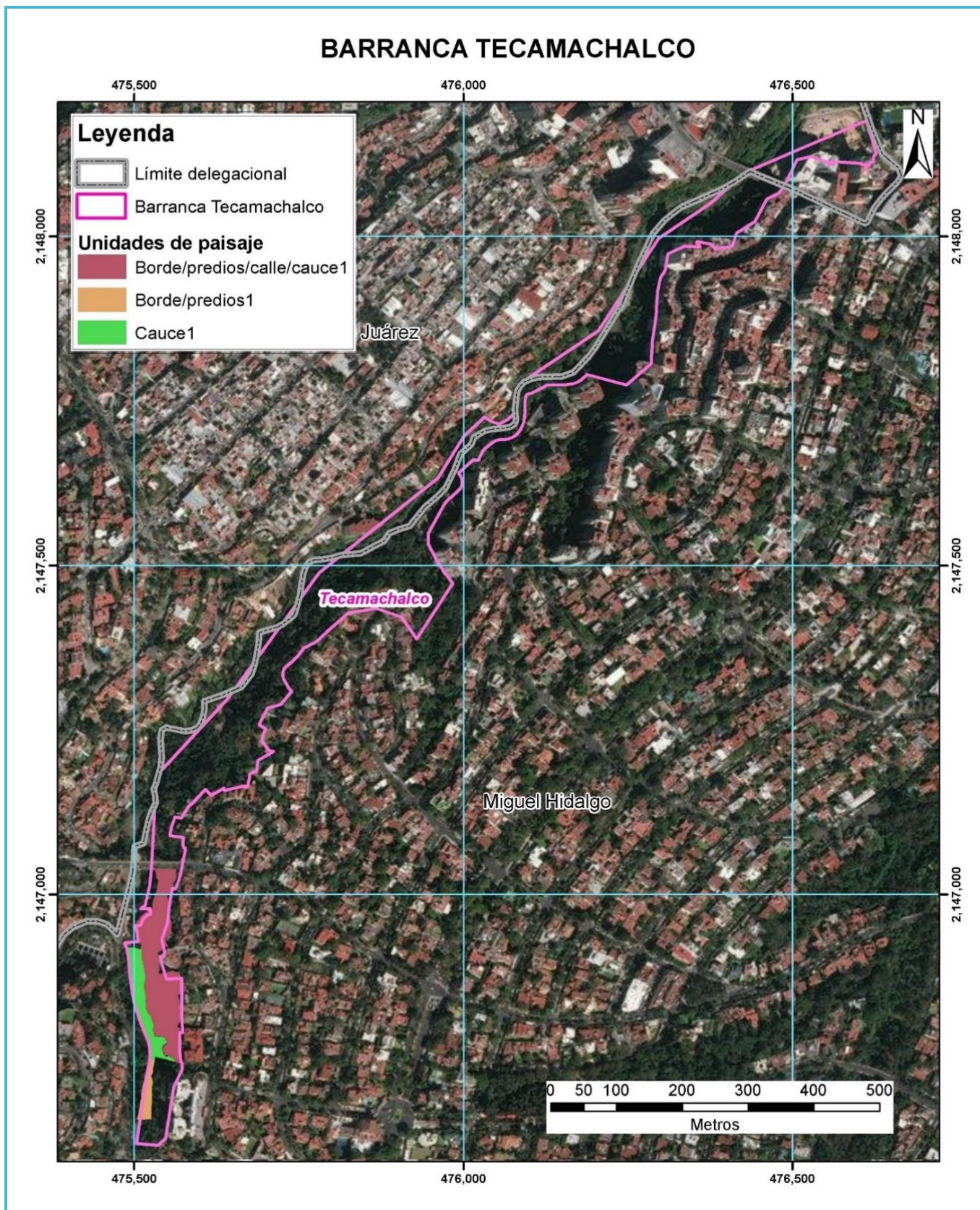
Mapa 9.I-D Reticula de 15 x 15m generada al interior del polígono de AVA de la barranca Tecamachalco para la pre selección de parcelas de muestreo.

BARRANCA TECAMACHALCO



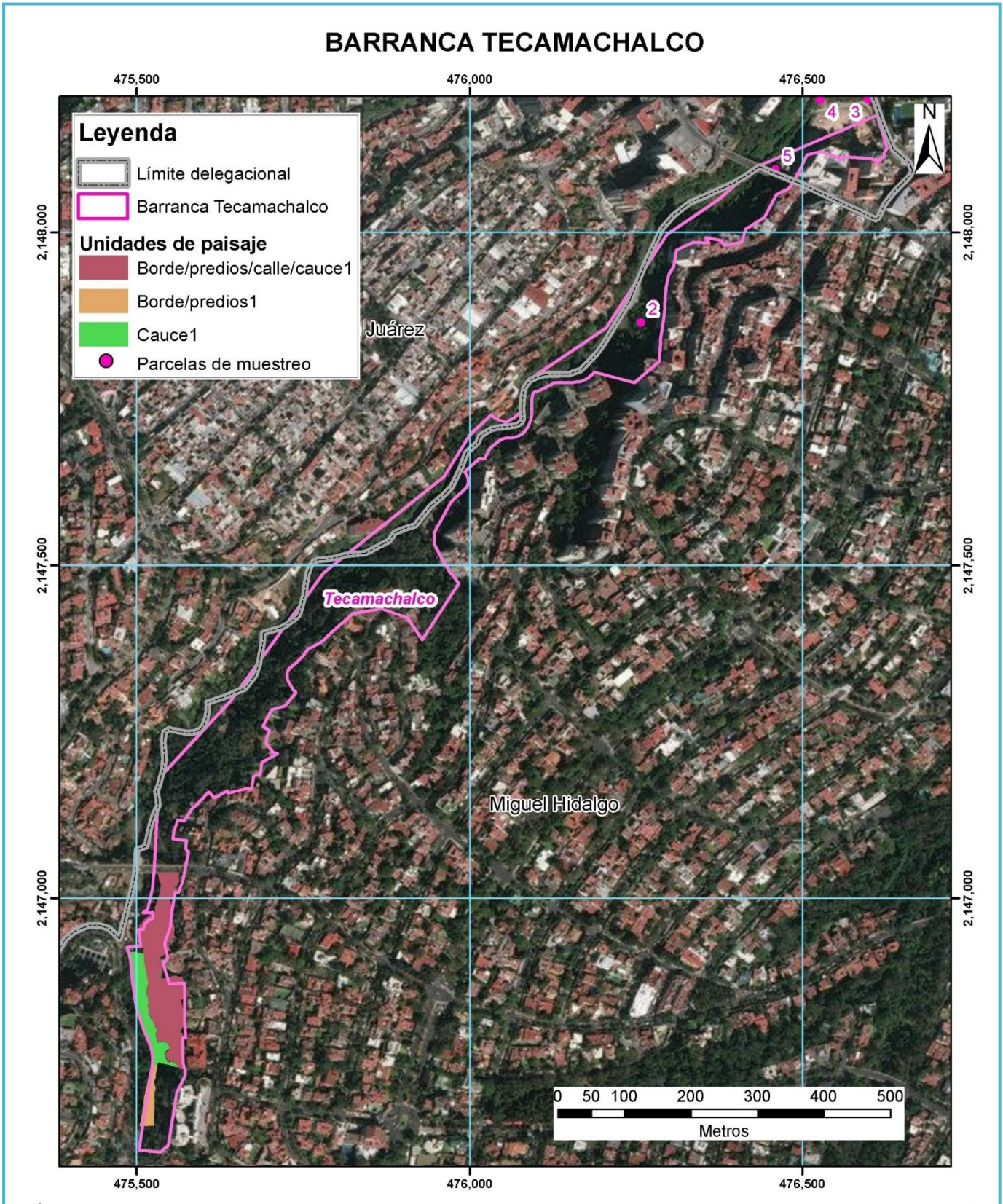
Mapa 9.II-D. Parcelas pre seleccionadas en la barranca Tecamachalco para la toma de datos en campo.

BARRANCA TECAMACHALCO



Mapa 9.III-D. Unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Tecamachalco trazadas sobre imagen satelital de Google Earth, 2009

BARRANCA TECAMACHALCO



Mapa 9.IV-D. Parcelas de muestreo efectivas en campo y su distribución en las unidades de paisaje preliminares del AVA Barranca Tecamachalco.

ANEXO 2. LISTADOS TAXONÓMICOS

Barranca Barrilaco: Lista de especies por estrato por unidad de paisaje

Herbáceas			
Unidad.	Familia	Especie	Nativa
1	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
5	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
5	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
9	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
14	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
14	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
14	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
15	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
21	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
21	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
21	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
21	Geraniaceae	<i>Geranium seemanii</i>	x
21	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
21	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	x
25	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
25	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	x
25	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
26	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
27	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
27	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
27	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
28	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
28	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
28	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
29	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
29	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
29	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
29	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
30	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
30	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
30	Geraniaceae	<i>Geranium seemanii</i>	x
30	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	x
30	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
31	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
31	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
31	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
31	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

Arbustos			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
2	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	x

Árboles			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
1	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
1	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
1	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
1	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
5	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
5	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
5	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
5	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
9	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
9	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
9	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
14	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
14	Musaceae	<i>Musa ensete</i>	
14	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
14	Platanaceae	<i>Platanus hybrida</i>	
14	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
15	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
15	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	x
15	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
21	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
21	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	
21	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
21	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
21	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
25	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
25	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
26	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	
26	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	
26	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
26	Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	
26	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
27	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
27	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
28	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
28	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
29	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
29	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
29	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
29	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
30	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	
30	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
30	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
30	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
30	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
30	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
30	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
31	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
31	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	
31	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
31	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
31	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
31	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
31	Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	
31	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
31	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	

Barranca Barrilaco: Listado de especies por estrato por barranca

Herbáceas			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
2	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	x
3	Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i>	x
4	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
5	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	x
6	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
7	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
8	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	x
9	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
10	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	

Arbustos			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	x

Árboles			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
2	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	
3	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
4	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	
5	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	
6	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
7	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
8	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
9	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	x
10	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	
11	Musaceae	<i>Musa ensete</i>	
12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
13	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
14	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
15	Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	
16	Platanaceae	<i>Platanus hybrida</i>	
17	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
18	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
19	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x

De los 439 ejemplares de hierbas que fueron determinados, el 76 % se concentra en las siguientes cuatro especies (Ver Figura A2.1):

- *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) con 194 individuos correspondientes al 44%,
- *Senecio sp.* con 57 individuos correspondientes al 13%,
- *Dicliptera peduncularis*, con 47 individuos correspondientes al 11%,
- *Tradescantia fluminensis*, con 43 individuos correspondientes al 8%,

Se encontró un único individuo arbustivo en todas las parcelas de muestreo.

Se determinaron en total 260 individuos arbóreos vivos distribuidos en 19 especies, de las cuales las más abundantes en la barranca Barrilaco fueron cuatro, que abarcan el 77% de la población (Ver Figura A2.2):

- *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), con 67 individuos correspondientes al 26%
- *Bludeia cordata* (Tepozán), con 52 individuos correspondientes al 20%
- *Fraxinus uhdei* (Fresno), con 46 individuos correspondientes al 18%
- *Ligustrum lucidum* (trueno), con 35 individuos correspondientes al 13%

Fig. A2.1. Gráfico de la abundancia de especies herbáceas en la barranca Barrilaco.

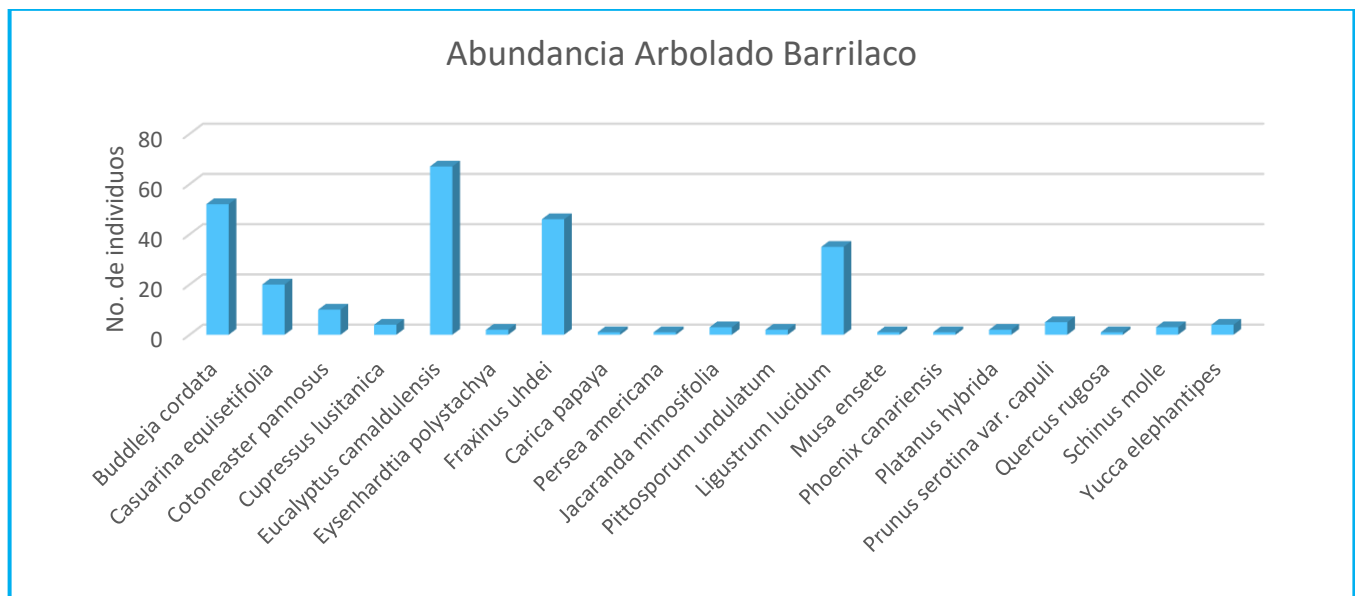
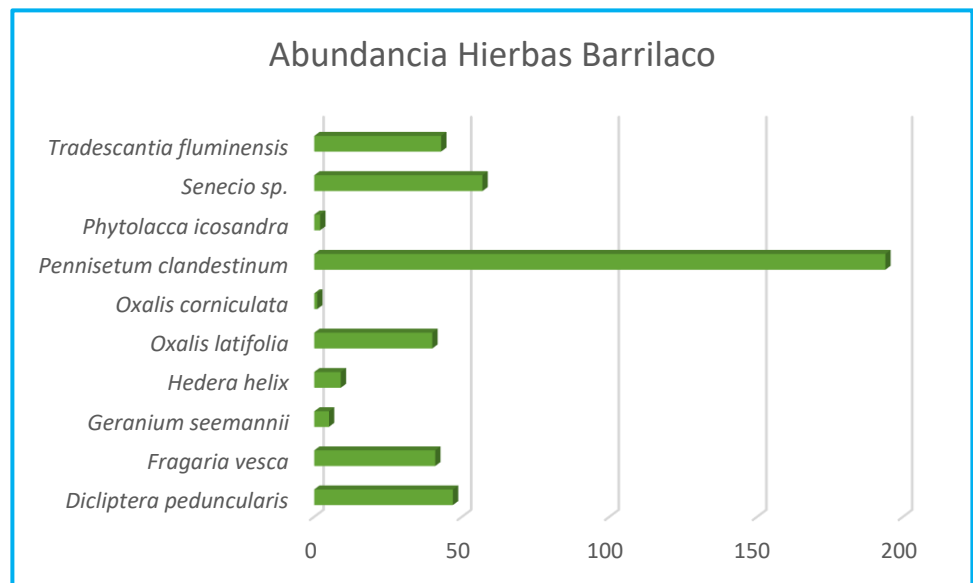


Fig. A2.2. Gráfico de la abundancia de especies arbóreas en la barranca Barrilaco.

Las especies de hierbas y árboles más frecuentemente encontradas en las parcelas de muestreo de la barranca Barrilaco se describen en el Cuadro A2-A y Cuadro A2-B, respectivamente.

Las diferencias de especies entre los distintos tipos de unidades se indican en el Cuadro A2-C.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	16	70%
<i>Tradescantia fluminensis</i>		6	26%
<i>Hedera helix</i>	hiedra	5	22%
<i>Senecio sp</i>		5	22%

Cuadro A2-A. Se indican las especies herbáceas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas (23) de la barranca Barrilaco.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	8	35%
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	8	35%
<i>Ligustrum lucidum</i>	trueno	7	30%
<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	5	22%

Cuadro A2-B. Se indican las especies arbóreas más frecuentes en las parcelas muestreadas (23) de la barranca Barrilaco.

Diferencias específicas en arbolado de Barrilaco		
Borde	Interior	Cauce
1 <i>Buddleja cordata</i>	1 <i>Buddleja cordata</i>	1 <i>Buddleja cordata</i>
2 <i>Carica papaya</i>	2 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2 <i>Casuarina equisetifolia</i>
3 <i>Casuarina equisetifolia</i>	3 <i>Eysenhardtia polystachya</i>	3 <i>Cotoneaster pannosus</i>
4 <i>Cotoneaster pannosus</i>	4 <i>Quercus rugosa</i>	4 <i>Cupressus lusitanica</i>
5 <i>Cupressus lusitanica</i>	5 <i>Schinus molle</i>	5 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
6 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>		6 <i>Fraxinus uhdei</i>
7 <i>Fraxinus uhdei</i>		7 <i>Jacaranda mimosifolia</i>
8 <i>Jacaranda mimosifolia</i>		8 <i>Ligustrum lucidum</i>
9 <i>Ligustrum lucidum</i>		9 <i>Musa ensete</i>
10 <i>Phoenix canariensis</i>		10 <i>Pittosporum undulatum</i>
11 <i>Pittosporum undulatum</i>		11 <i>Platanus hybrida</i>
12 <i>Prunus serotina subsp capuli</i>		12 <i>Schinus molle</i>
13 <i>Yucca elephantipes</i>		13 <i>Yucca elephantipes</i>

Cuadro A2-C. Se muestran las diferencias entre las unidades de paisaje muestreadas en la barranca Barrilaco. Las especies sombreadas son las aquellas que se presentan únicamente en la unidad correspondiente.

Barranca Bezares: Lista de especies por estrato por unidad de paisaje

Herbáceas			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
3	Asteraceae	<i>Bidens aurea</i>	x
3	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
3	Asteraceae	<i>Erigeron karvickianus</i>	x
3	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
3	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
3	Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i>	x
3	Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	
3	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
3	Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	
4	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
5	Commelinaceae	<i>Gibasis pellucida</i>	
5	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
5	Solanaceae	<i>Physalis chenopodiifolia</i>	x

Árboles			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
3	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
3	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
3	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
3	Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	x
3	Fagaceae	<i>Quercus frutex</i>	x
3	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
3	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
3	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
3	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	x
4	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
4	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
5	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	x
5	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
5	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
5	Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i>	x
5	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
5	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
5	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	x
5	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x

Barranca Bezares: Listado de especies por estrato por barranca.

Herbáceas			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Asteraceae	<i>Bidens aurea</i>	x
2	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
3	Asteraceae	<i>Erigeron karvickianus</i>	x
4	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
5	Commelinaceae	<i>Gibasis pellucida</i>	
6	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
7	Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i>	x
8	Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	
9	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
10	Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	
11	Solanaceae	<i>Physalis chenopodiifolia</i>	x

Árboles			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	x
2	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	x
3	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
4	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
5	Fagaceae	<i>Quercus frutex</i>	x
6	Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i>	x
7	Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	x
8	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
9	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
10	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
11	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	x
12	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x

De los 135 ejemplares de hierbas que fueron determinados, el 87 % se concentra en las siguientes tres especies (Ver Figura A2.3):

- *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) con 87 individuos correspondientes al 64%,
- *Tradescantia fluminensis*, con 17 individuos correspondientes al 13%,
- *Hedera helix*. con 14 individuos correspondientes al 10%,

Se determinaron en total 77 individuos arbóreos vivos distribuidos en 12 especies, de las cuales las más abundantes en la barranca Bezares fueron cuatro, que abarcan el 76% de la población (Ver Figura A2.4):

- *Cupressus lusitanica* (cedro blanco), con 18 individuos correspondientes al 23%
- *Fraxinus uhdei* (fresno), con 18 individuos correspondientes al 23%
- *Buddleja cordata* (tepozán), con 13 individuos correspondientes al 17%
- *Alnus acuminata* (aile), con 10 individuos correspondientes al 13%

Fig. A2.3. Gráfico de la abundancia de especies herbáceas en la barranca Bezares.

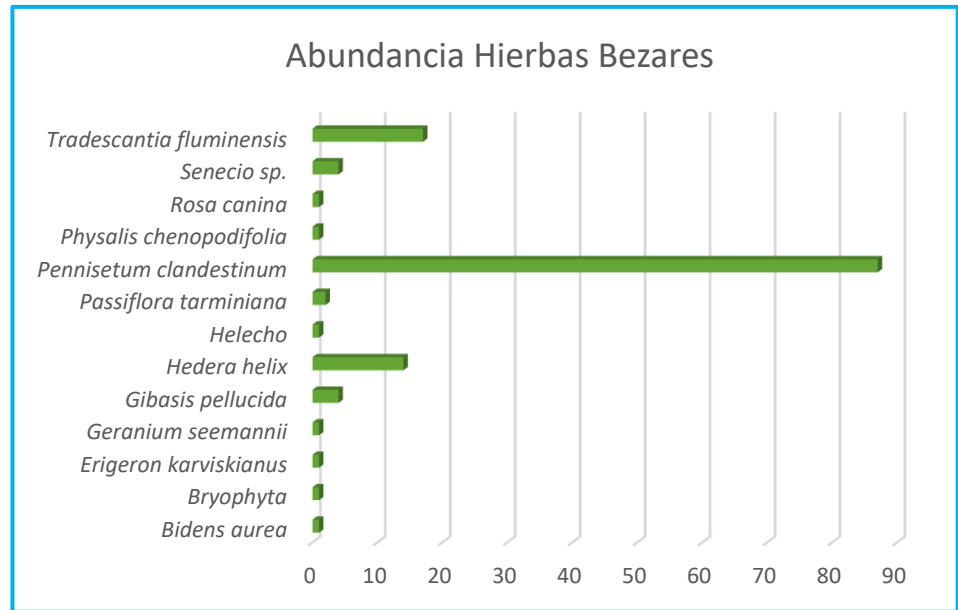


Fig. A2.4. Gráfico de la abundancia de especies arbóreas en la barranca Bezares.

Las especies de hierbas y árboles más frecuentemente encontradas en las parcelas de muestreo de la barranca Bezares se describen en el Cuadro A2-D y Cuadro A2-F, respectivamente.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	5	71%
<i>Hedera helix</i>	hiedra	2	29%

Cuadro A2-D. Se indican las especies herbáceas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas (7) de la barranca Bezares.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	3	43%
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	5	71%
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco	3	43%
<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	6	86%

Cuadro A2-F. Se indican las especies arbóreas más frecuentes en las parcelas muestreadas (7) de la barranca Bezares.

Barranca Dolores: Lista de especies por estrato por unidad de paisaje

Herbáceas			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
1	Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	x
1	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
1	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
2	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
2	Apocynaceae	<i>Vinca major</i>	
2	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
2	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	
2	Asteraceae	<i>Eupatorium karvinskianus</i>	x
2	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	
2	Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	x
2	Cannaceae	<i>Canna indica</i>	
2	Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i>	x
2	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
2	Polygonaceae	<i>Rumex flexicaulis</i>	x
7	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
7	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
7	Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	x
7	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
7	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	x
7	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
7	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	
8	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
8	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
8	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
9	Asteraceae	<i>Eupatorium galeotti</i>	x
9	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
9	Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i>	x
9	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
10	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
10	Asparagaceae	<i>Manfreda sp.</i>	x
10	Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>	x
10	Asteraceae	<i>Eupatorium galeotti</i>	x
10	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	
10	Asteraceae	<i>Bidens oleata</i>	
10	Brassicaceae	<i>Lepidium aff. virginicum</i>	x
10	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	x
10	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
10	Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i>	x
10	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
10	Poaceae	<i>Muhlenbergia robusta</i>	
10	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
10	Poaceae	<i>Poaceae</i>	
10	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	x
10	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	
11	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	
12	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp.</i>	
12	Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>	
12	Orchidaceae	<i>Spiranthes schaffneri</i>	
12	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
12	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
13	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
13	Fabaceae	<i>Mimosa sp.</i>	x
13	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	
13	Poaceae	<i>Muhlenbergia robusta</i>	
13	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

Árboles			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	
1	Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	x
1	Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	x
1	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
1	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
1	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
1	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
1	Pinaceae	<i>Pinus maximartinezii</i>	x
1	Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	x
1	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	
1	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
1	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
2	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
2	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
2	Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	x
2	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
2	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
2	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
2	Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	x
2	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
2	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
7	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
7	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	
7	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	x
7	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	
7	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
7	Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	x
7	Fabaceae	<i>Acacia retinodes</i>	x
7	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
7	Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	x
7	Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i>	x
7	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
7	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
7	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
7	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
7	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
8	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
8	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
8	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
8	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
8	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
8	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
9	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
9	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
9	Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	x
9	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
9	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
9	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
9	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
10	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
10	Fabaceae	<i>Acacia retinodes</i>	x
10	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
10	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	
10	Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	x
10	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
10	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	

16	Asteraceae	<i>Eupatorium galeotti</i>	x
16	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
17	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
17	Poaceae	<i>Eragrostis sp.</i>	
19	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
21	Apocynaceae	<i>Vinca major</i>	
21	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
21	Asteraceae	<i>Eupatorium galeotti</i>	x
21	Asteraceae	<i>Bidens oleata</i>	
21	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	
21	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
21	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
21	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	x
22	Asteraceae	<i>Conyza sophiifolia</i>	x
22	Asteraceae	<i>Erigeron sp.</i>	
22	Convolvulaceae	<i>Dichondra repens</i>	
22	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	x
22	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	x
22	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	
22	Poaceae	<i>Eragrostis sp.</i>	

Arbustos			
No.	Familia	Especie	Nativa
2	Rosaceae	<i>Rubus cymosus</i>	x
7	Asteraceae	<i>Ageratina sp.</i>	x
7	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	x
10	Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	
12	Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	x
12	Fabaceae	<i>Calliandra grandifolia</i>	x
12	Fabaceae	<i>Acaciella angustissima</i>	x
12	Fabaceae	<i>Brongniartia intermedia</i>	x
12	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	x
13	Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	x
13	Fabaceae	<i>Dalea sp.</i>	x
13	Fabaceae	<i>Brongniartia intermedia</i>	x
17	Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	x
19	Asteraceae	<i>Asteraceae</i>	
19	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	
21	Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	

10	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
10	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
10	Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	x
10	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	x
10	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
10	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
10	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
11	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
11	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
12	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
12	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	x
12	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
12	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
12	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
12	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
13	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
13	Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i>	x
13	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
13	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
16	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
17	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
17	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
17	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
19	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
19	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
19	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
19	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
19	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
21	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
21	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
21	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
21	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	x
21	Fagaceae	<i>Quercus sp. 2</i>	x
21	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
21	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
21	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
21	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
22	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	
22	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
22	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
22	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
22	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
22	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	

Barranca Dolores: Listas de especies por estrato por barranca.

Herbáceas			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Acanthaceae	<i>Dicliptera peduncularis</i>	x
2	Apocynaceae	<i>Vinca major</i>	
3	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
4	Asparagaceae	<i>Manfreda sp.</i>	x
5	Asteraceae	<i>Bidens oleata</i>	
6	Asteraceae	<i>Conyza sophiifolia</i>	x
7	Asteraceae	<i>Erigeron sp.</i>	
8	Asteraceae	<i>Eupatorium galeotti</i>	x
9	Asteraceae	<i>Eupatorium karvinskianus</i>	x
10	Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>	x
11	Asteraceae	<i>Picris echinoides</i>	x
12	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
13	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	
14	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	
15	Brassicaceae	<i>Lepidium aff. virginicum</i>	x
16	Cannaceae	<i>Canna indica</i>	
17	Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i>	x
18	Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i>	
19	Convolvulaceae	<i>Dichondra repens</i>	
20	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	
21	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	x
22	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp.</i>	x
23	Fabaceae	<i>Mimosa sp.</i>	x
24	Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>	x
25	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	x
26	Orchidaceae	<i>Spiranthes schaffneri</i>	x
27	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	x
28	Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i>	x
29	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	x
30	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	x
31	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	
32	Poaceae	<i>Eragrostis sp.</i>	
33	Poaceae	<i>Muhlenbergia robusta</i>	x
34	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
35	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	x
36	Polygonaceae	<i>Rumex flexicaulis</i>	x
37	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	x
38	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	

Arbustos			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	x
2	Asteraceae	<i>Ageratina sp.</i>	x
4	Fabaceae	<i>Brongniartia intermedia</i>	x
5	Fabaceae	<i>Calliandra grandifolia</i>	x
6	Fabaceae	<i>Dalea sp.</i>	x
7	Fabaceae	<i>Acaciella angustissima</i>	x
8	Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	x
9	Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	
10	Rosaceae	<i>Rubus cymosus</i>	x
11	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	x

Árboles			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	
2	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	
3	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	
4	Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	x
5	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	x
6	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	x
7	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	
8	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
9	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	x
10	Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	x
11	Fabaceae	<i>Acacia retinodes</i>	x
12	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	x
13	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	x
14	Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	x
15	Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	x
16	Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	x
17	Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i>	x
18	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
19	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	
20	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
21	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	
22	Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	x
23	Pinaceae	<i>Pinus maximartinezii</i>	x
24	Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	x
25	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	
26	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	x
27	Rosaceae	<i>Cotoneaster pannosus</i>	
28	Rosaceae	<i>Prunus serotina subsp capuli</i>	x
29	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x

De los 1920 ejemplares de hierbas que fueron determinados, el 75 % se concentra en las siguientes especies (Ver Figura A2.5):

- *Pennisetum clandestinum* con 947 individuos correspondientes al 49%
- *Dicliptera peduncularis* con 170 individuos correspondientes al 9%,
- *Oxalis sp.* con 131 individuos correspondientes al 7%,
- *Dichondra repens.*, con 100 individuos correspondientes al 5%,
- *Eragrostis sp.* con 100 individuos correspondientes al 5%,

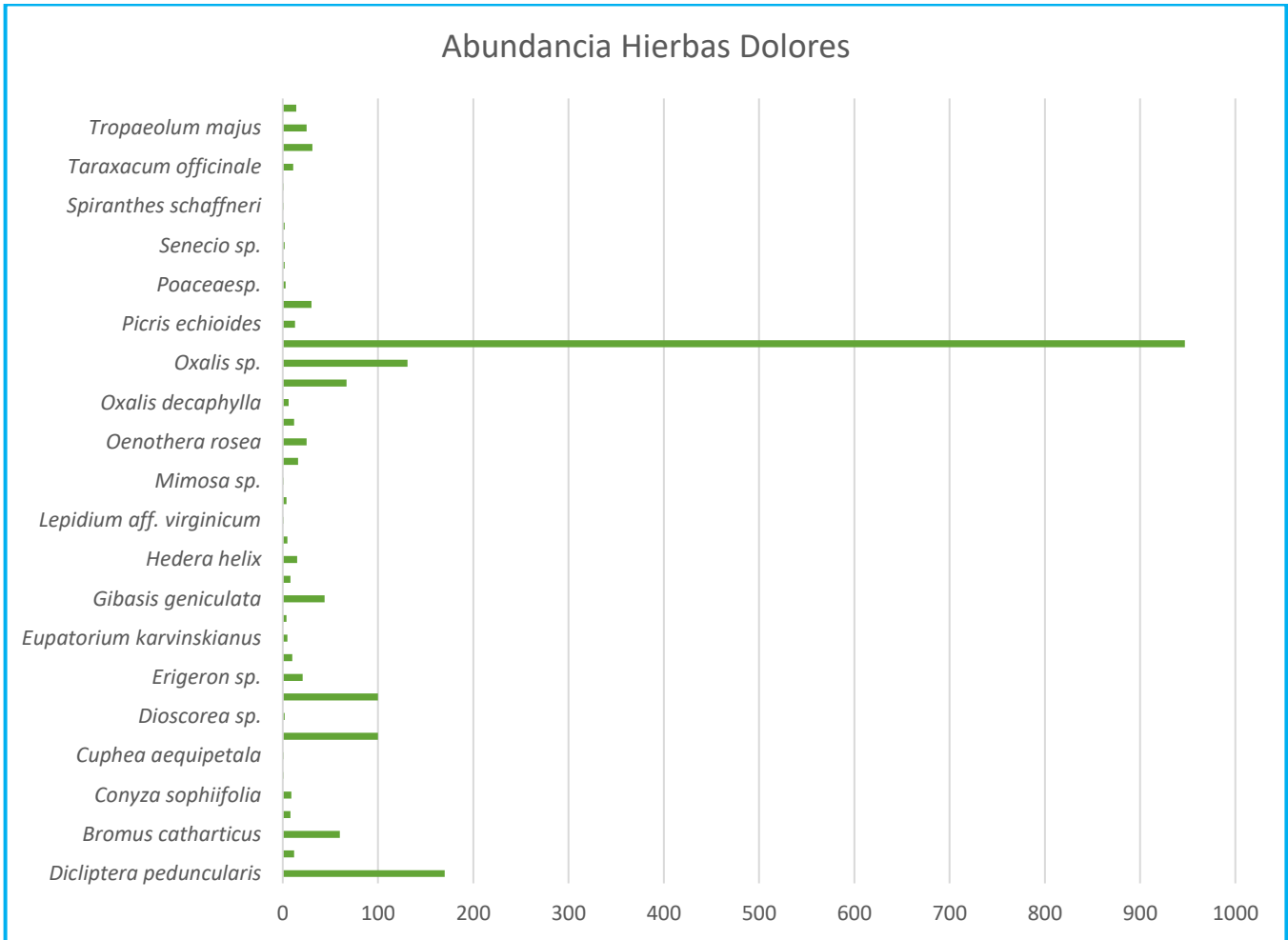


Fig. A2.5. Gráfico de la abundancia de especies herbáceas en la barranca Dolores.

De los 86 ejemplares que fueron colectados, se terminaron 31, de los cuales el 19.4% corresponde a *Baccharis conferta* que registró 6 individuos, seguida de *Acaciella angustissima* y *Ageratina sp.* con 16.13% cada una, (Ver Figura A2.6).

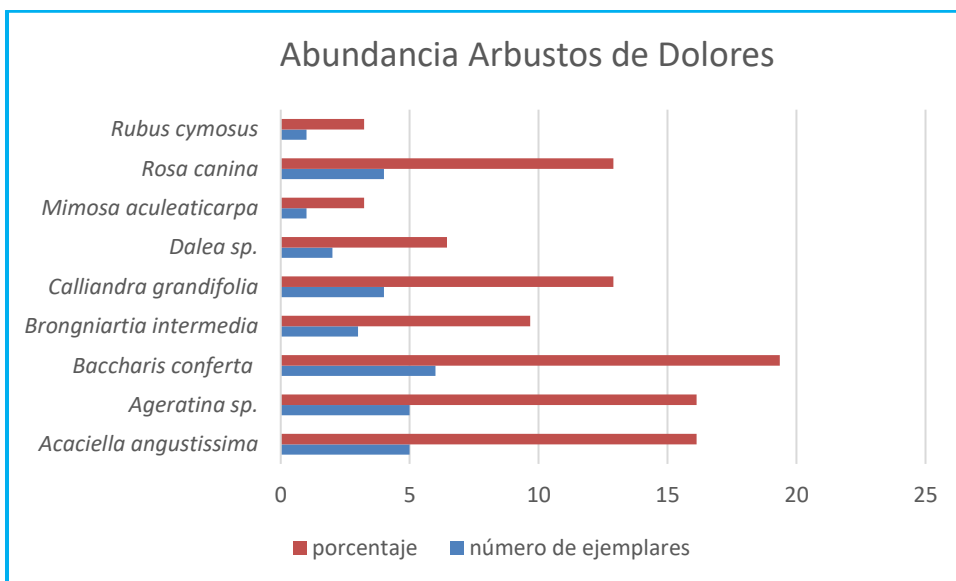


Fig. A2.6. Gráfico de la abundancia de especies arbustivas en la barranca Dolores.

Se determinaron en total 852 individuos arbóreos vivos distribuidos en 31 especies, de las cuales las más abundantes en la barranca Dolores fueron seis, que abarcan el 78% de la población (Ver Figura A2-7):

- *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), con 292 individuos correspondientes al 34%
- *Eucalyptus globulus* (eucalipto gigante), con 85 individuos correspondientes al 10%
- *Bludeia cordata* (tepozán), con 76 individuos correspondientes al 9%
- *Fraxinus uhdei* (fresno) con 75 individuos correspondientes al 9%
- *Cotoneaster pannosus* con 66 individuos correspondientes al 8%
- *Ligustrum lucidum* (trueno), con 65 individuos correspondientes al 8%

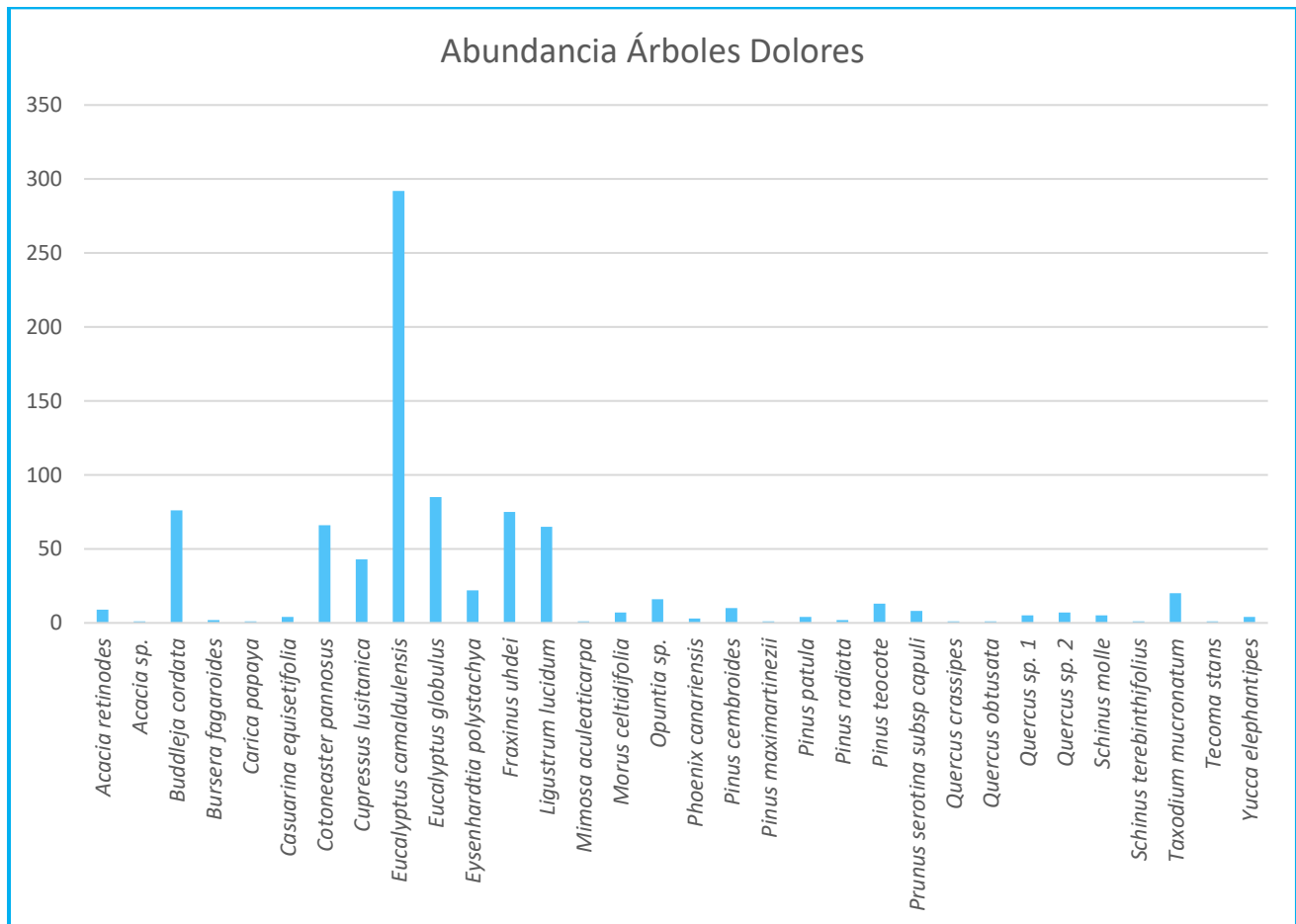


Fig. A2.7. Gráfico de la abundancia de especies herbáceas en la barranca Dolores.

Las especies de hierbas, arbustos y árboles más frecuentemente encontradas en las parcelas de muestreo de la barranca Dolores se describen en los Cuadros A2-G, A2-H y A2-I respectivamente.

Las diferencias de especies entre los distintos tipos de unidades se indican en el Cuadro A2-J.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	66	78%
<i>Oxalis latifolia</i>		11	13%

Cuadro A2-G. Se indican las especies herbáceas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas (85) de la barranca Dolores.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Acaciella angustissima</i>		1	3.85
<i>Ageratina sp.</i>		2	7.7
<i>Baccharis conferta</i>	bacharis	4	15.4

Cuadro A2-H. Se indican las especies arbustivas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas (26) de la barranca Dolores.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	46	54%
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	23	27%
<i>Eucalyptus globulus</i>	Cedro blanco	19	22%
<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	26	31%

Cuadro A2-I. Se indican las especies arbóreas más frecuentes en las parcelas muestreadas (85) de la barranca Dolores.

Diferencias específicas en arbolado de Dolores			
Borde	Interior	Cauce	
1 <i>Acacia sp.</i>	1 <i>Acacia retinodes</i>	1 <i>Acacia retinodes</i>	
2 <i>Buddleja cordata</i>	2 <i>Acacia sp.</i>	2 <i>Buddleja cordata</i>	
3 <i>Carica papaya</i>	3 <i>Buddleja cordata</i>	3 <i>Carica papaya</i>	
4 <i>Casuarina equisetifolia</i>	4 <i>Bursera fagaroides</i>	4 <i>Casuarina equisetifolia</i>	
5 <i>Cotoneaster pannosus</i>	5 <i>Cotoneaster</i>	5 <i>Cotoneaster pannosus</i>	
6 <i>Cupressus lusitanica</i>	6 <i>Cupressus lusitanica</i>	6 <i>Cupressus lusitanica</i>	
7 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7 <i>Eucalyptus</i>	7 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
8 <i>Eucalyptus globulus</i>	8 <i>Eucalyptus globulus</i>	8 <i>Eucalyptus globulus</i>	
9 <i>Fraxinus uhdei</i>	9 <i>Eysenhardtia</i>	9 <i>Eysenhardtia polystachya</i>	
10 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	10 <i>Fraxinus uhdei</i>	10 <i>Fraxinus uhdei</i>	
11 <i>Ligustrum lucidum</i>	11 <i>Ligustrum lucidum</i>	11 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	
12 <i>Phoenix canariensis</i>	12 <i>Morus celtidifolia</i>	12 <i>Ligustrum lucidum</i>	
13 <i>Pinus maximartinezii</i>	13 <i>Pinus cembroides</i>	13 <i>Morus celtidifolia</i>	
14 <i>Pinus patula</i>	14 <i>Pinus teocote</i>	14 <i>Musa ensete</i>	
15 <i>Pinus radiata</i>	15 <i>Prunus serotina subsp</i>	15 <i>Phoenix canariensis</i>	
16 <i>Pittosporum undulatum</i>	16 <i>Quercus crassipes</i>	16 <i>Pittosporum undulatum</i>	
17 <i>Prunus serotina subsp capuli</i>	17 <i>Quercus rugosa</i>	17 <i>Platanus hybrida</i>	
18 <i>Quercus obtusata</i>	18 <i>Quercus sp.</i>	18 <i>Prunus serotina subsp capuli</i>	
19 <i>Quercus sp.2</i>	19 <i>Schinus molle</i>	19 <i>Quercus crassipes</i>	
20 <i>Schinus molle</i>		20 <i>Schinus molle</i>	
21 <i>Schinus terebinthifolius</i>		21 <i>Taxodium mucronatum</i>	
22 <i>Taxodium mucronatum</i>		22 <i>Tecoma stans</i>	
23 <i>Yucca elephantipes</i>		23 <i>Yucca elephantipes</i>	

Cuadro A2-J. Se muestran las diferencias entre las unidades de paisaje muestreadas en la barranca Barrilaco. Las especies sombreadas son las aquellas que se presentan únicamente en la unidad correspondiente.

Barranca Tecamachalco: Lista de especies por estrato por unidad de paisaje.

Herbáceas			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
1	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
1	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
2	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
2	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
2	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
3	Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i>	x
3	Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	
3	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
4	Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i>	x
4	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	
4	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	
5	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	
5	Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i>	x
5	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	x
5	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

Arbustos			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
3	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	
4	Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	x
4	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	
5	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	

Árboles			
Unidad	Familia	Especie	Nativa
1	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
1	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	x
1	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
2	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
2	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
2	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
3	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
5	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	

Barranca Tecamachalco: Lista de especies por estrato por barranca.

Herbáceas			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	
2	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	
3	Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i>	x
4	Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	
5	Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	x
6	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	
7	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	x
8	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

Arbustos			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	x
2	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	

Árboles			
No.	Familia	Especie	Nativa
1	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	x
2	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
3	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
4	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	x
5	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	x

De los 58 ejemplares de hierbas que fueron determinados, el 85% se concentra en las siguientes especies (Ver Figura A2-7):

- *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) con 38 individuos correspondientes al 66%,
- *Erigeron karvinskianus*, con 6 individuos correspondientes al 10%,
- *Hedera helix*. con 5 individuos correspondientes al 9%

Fueron determinados 11 ejemplares de arbustos, de los cuales el 64% corresponde a *Ricinus communis* (higuerilla) que registró 7 individuos.

Se determinaron en total 15 individuos arbóreos vivos distribuidos en 5 especies, de las cuales las más abundantes en la barranca Tecamachalco fueron dos, que abarcan el 80% de la población (Ver Figura A2-8):

- *Fraxinus uhdei* (fresno), con 8 individuos correspondientes al 53%
- *Buddleja cordata* (tepozán), con 4 individuos correspondientes al 27%

Fig. A2.8. Gráfico de la abundancia de especies herbáceas en la barranca Bezares

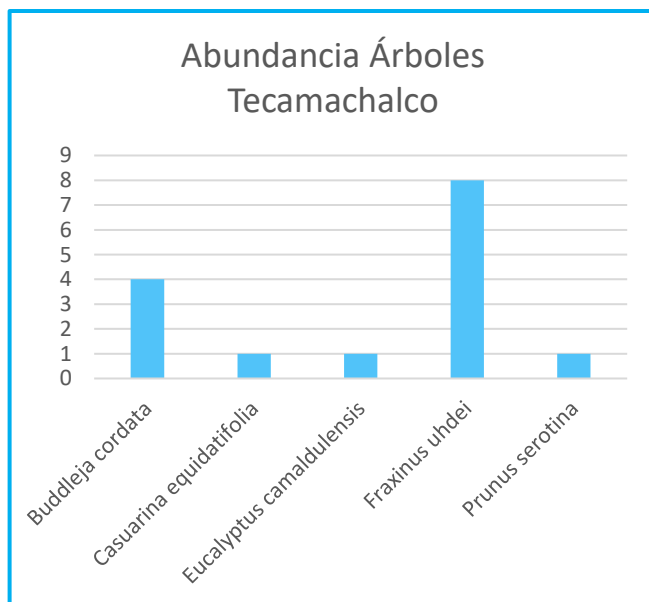
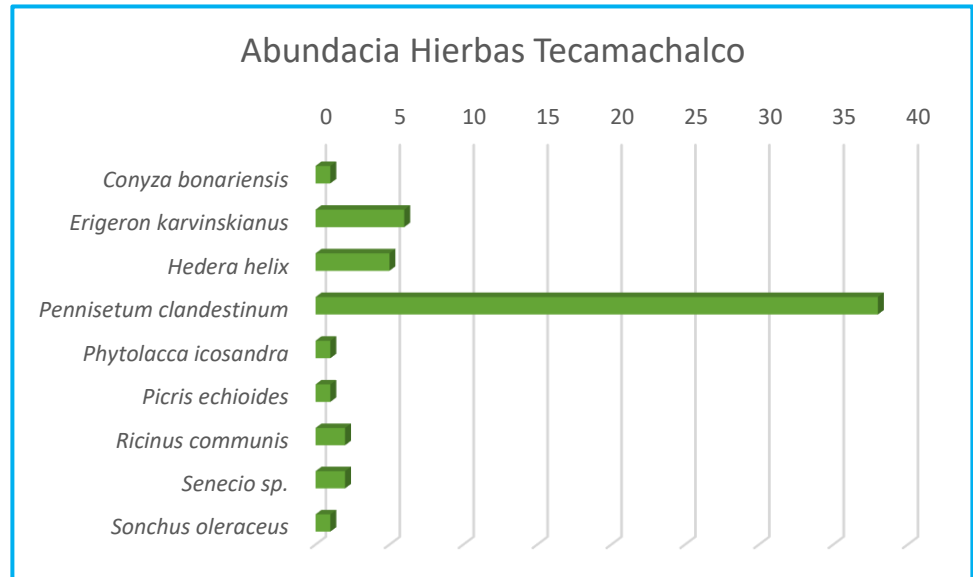


Fig. A2.9. Gráfico de la abundancia de especies arbóreas en la barranca Tecamachalco.

Las especies de hierbas, arbustos y árboles más frecuentemente encontradas en las parcelas de muestreo de la barranca Tecamachalco se describen en los Cuadros A2-K, A2-L y A2-M respectivamente.

El Cuadro A2-N presenta especies nativas registradas en el Bosque de Chapultepec en años anteriores y en el 2017, año en que se efectuó el muestreo del presente estudio.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	5	100%
<i>Erigeron karvinskianus</i>		3	60%

Cuadro A2-K. Se indican las especies herbáceas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas (5) de la barranca Tecamachalco.

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	3	60%

Cuadro A2-L. Se indican las especies arbustivas con mayor cantidad de registros en las parcelas muestreadas () en Tecamachalco

Especie	Nombre Común	Parcelas con registro	% parcelas con registro
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	2	40%
<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	3	60%

Cuadro A2-M. Se indican las especies arbóreas más frecuentes en las parcelas muestreadas (85) de la barranca Tecamachalco.

No.	Especie	Nombre Común	Estrato Arbóreo			
			Fecha de registro			
			1935	1944	1982	2017
1	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel		X	X	
2	<i>Cupressus lindleyi</i> (<i>Cupressus lusitánica</i>)	Cedro blanco		X	X	X
3	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino real			X	
4	Coníferas	<i>Pinus cembroides</i>		X	X	X
5		<i>Pinus leiophylla</i>	Pino piñonero		X	X
6		<i>Pinus montezumae</i>	Pino Moctezuma			X
7		<i>Pinus ocarpa</i>	Pino avellano		X	
8		<i>Pinus patula</i>	Ocote colorado		X	X
9		<i>Pinus tecote</i>	Pino azteca			X
10		<i>Taxodium mucronatum</i>	ahuehuete	X	X	X
11		<i>Acer negundo mexicanum</i>	Acequitl			X
12		<i>Alnus acuminata</i>	Aile		X	X
13		<i>Buddleia americana</i>	Pozancle			X
14	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán		X	X	
15	<i>Bursera fagaroides</i>	Papelillo			X	
16	<i>Bursera sp.</i>	Cuajote			X	
17	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo			X	
18	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote		X	X	
19	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote			X	
20	<i>Chyrtodendron pentadactylon</i>	Manita			X	
21	<i>Erythrina coralloides</i> (<i>Erythrina americana</i>)	Colorín			X	
22	<i>Eysenhardtia polystachia</i>	Palo dulce		X	X	
23	Latifoliadas	<i>Fraxinus uhdei</i>				X
24		<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar			X
25		<i>Morus celtidifolia</i>	Amacapulín			X
26		<i>Persea americana</i>	Aguacate		X	X
27		<i>Platanus hybrida</i>				X
28		<i>Populus tremuloides</i>	Chopo		X	
29		<i>Prunus serotina var capulí</i>	Capulín			X
30		<i>Quercus candicans</i> (<i>Quercus calophylla</i>)	Encino ancho			X
31		<i>Quercus crassipes</i>	Encino chilillo			X
32		<i>Quercus frutex</i>				X
33	<i>Quercus greggii</i>				X	
34	<i>Quercus mexicana</i>	Encino			X	
35	<i>Quercus obtusata</i>				X	
36	<i>Quercus rugosa</i>	Encino blanco			X	
37	<i>Salix bomplandiana</i>	Ahuejote			X	
38	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce		X	X	
39	<i>Tecoma stans</i>	Tronadora		X	X	
40	<i>Ulmus mexicana</i>	Olmo mexicano			X	
41	Agav.	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca		X	X
TOTAL			1	15	30	25

Estrato arbustivo						
No.	Especie	Nombre Común	1935	1944	1982	2017
1	<i>Acaciella angustissima</i>	Guajillo				X
2	<i>Amelanchier denticulata</i>	Membrillo cimarrón, tlaxistle		X		
3	<i>Baccharis conferta</i>	Azoyate				X
4	<i>Baccharis heterophylla</i>	Escoba chica		X		
5	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla				X
6	<i>Brongniartia intermedia</i>					X
7	<i>Budleia sessiflora</i>	Lengua de vaca		X	X	
8	<i>Calliandra grandifolia</i>	Cabellos de ángel				X
9	<i>Duranta erecta</i> (<i>Duranta repens</i>)	Corona de novia		X	X	
10	<i>Dalea sp.</i>					X
11	<i>Eupatorium sp.</i>					X
11	<i>Garrya laurifolia</i>	Zapotillo			X	
13	<i>Hibiscus spiralis</i>	Arete de indio			X	
14	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate		X	X	
15	<i>Juniperus sp.</i>			X		
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	altea			X	
17	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino				X
18	<i>Montanoa tomentosa</i>	Zoapaxtle		X	X	
19	<i>Rubus cymosus</i>	Zarza				X
20	<i>Senna multiglandulosa</i> (<i>Cassia tomentosa</i>)	Retama			X	
21	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla		X		
22	<i>Taxus globosa</i>	Tejo mexicano		X		
23	<i>Aporocactus flagelliformis</i>	Coamecaxóchitl		X		
24	<i>Hylocereus undatus</i>	Pitahaya		X		
25	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo		X		
26	<i>Opuntia cochenillifera</i>	Nopal cochinilla		X		
27	<i>Opuntia mycrodasys</i>	Nopal cegador		X		
28	<i>Opuntia pumila</i>	Abrojo		X		
29	<i>Opuntia velutina</i>	Nopal velludito		X		
30	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal				X
TOTAL			0	16	8	10
Estrato herbáceo						
No.	Especie	Nombre Común	1935	1944	1982	2017
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite blanco		X		
2	<i>Andropogon gerardii</i>	Big blue		X		
3	<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada		X		
4	<i>Biden aurea</i>					X
5	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	Pasto blanco		X		
6	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Navajita velluda		X		
7	<i>Briza subaristata*</i>	linternita		X		
8	<i>Canna indica</i>					X
9	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote		X		
10	<i>Chloris submutica</i>	paragüitas		X		
11	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio		X		
12	<i>Cirsium raphilepis</i>	cardo		X		
13	<i>Conyza sophiifolia</i>					X
14	<i>Cyperus spectabilis</i>					
15	<i>Cucurbita sp.</i>					X
16	<i>Cuphea aequipetala</i>					X
17	<i>Dalea</i>					
18	<i>Dalea foliolosa</i>	Limoncillo		X		
19	<i>Dicliptera peduncularis</i>					X
20	<i>Eragostris lugens</i>			X		
21	<i>Eragrostis pectinacea</i>			X		
22	<i>Erigeron karvinskianus</i>					X
23	<i>Eupatorium galeotti</i>					X
24	<i>Eupatorium karvinskianus</i>					X
25	<i>Fragaria vesca</i>					X
26	<i>Gibasis geniculata</i>					X
27	<i>Geranium seemannii</i>					X

28	<i>Gnaphalium</i> sp.					X
29	<i>Guilleminea densa</i>	Bola de hilo		X		
No.	Especie	Nombre Común	1935	1944	1982	2017
30	<i>Hilaria cenchroides</i>	Espiga negra		X		
31	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada silvestre		X		
32	<i>Juncus arcticus</i>	tule		X		
33	<i>Lepidium aff. virginicum</i>					X
34	<i>Leptochloa dubia</i>	Zacate gigante		X		
35	<i>Manfreda</i> sp.					X
36	<i>Mimosa</i> sp.					X
37	<i>Muhlenbergia stricta</i>	Zacatón fino		X		
38	<i>Nassella mucronata</i>	Flechilla puntiaguda		X		
39	<i>Oenothera rosea</i>					X
40	<i>Oxalis corniculata</i>					X
41	<i>Oxalis decaphylla</i>					X
42	<i>Oxalis latifolia</i>					X
43	<i>Oxalis</i> sp.					X
44	<i>Paspalum pubiflorum</i>			X		
45	<i>Paspalum tenellum</i>			X		
46	<i>Philadelphus mexicanus</i>	Flor de jazmin		X		
47	<i>Phytolacca icosandra</i>					X
48	<i>Physalis chenopodifolia</i>					X
50	<i>Phytolacca icosandra</i>					X
51	<i>Plumbago pulchella</i>	Plúmbago		X		
52	<i>Polygonum punctatum*</i>	chilillo		X		
53	<i>Rumex flexicaulis</i>					X
54	<i>Selaginella rupestris</i>	doradilla		X		
55	<i>Senecio</i> sp.					X
56	<i>Sporobolus indicus</i>	Pasto alambre		X		
57	<i>Urtica dioica</i>	Ortiga delgada		X		
58	<i>Sedum moranense</i>	Chisme		X		
59	<i>Echeveria coccinea</i>	Conchita escarlata		X		
60	<i>Echeveria gibbiflora</i>	Oreja de burro		X		
61	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga partida 8 espinas		X		
62	<i>Coryphantha pycnantha</i>	Biznaga partida chinche de burro		X		
63	CACTÁCEAS	<i>Disocactus ackermannii</i>		X		
64		<i>Echinocactus grusonii</i>	Nopal xochiquetzátl		X	
65		<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Asiento de suegra		X	
66		<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga burra		X	
67		<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga ganchuda		X	
68		<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga de espina solitaria		X	
69		<i>Stenocactus anfractuosus</i>	Biznaga ganchuda		X	
			TOTAL		41	

Cuadro A2-N. Lista de especies nativas de la Cuenca de México registradas en el Bosque de Chapultepec en fuentes diversas (1935: M.A. de Quevedo; 1944: M.A. Batalla; 1982: Tovar; 2017 y el presente estudio; para mayor referencia consultar la Bibliografía.). Los nombres científicos de las fuentes originales en muchos casos han sido modificados, quedando como sinonimias de los que aquí se enlistan, ya que aquí se presentan los nombres más actuales encontrados en la literatura consultada.

Es interesante notar que 39.5% de las especies nativas de la Cuenca de México que se citan en el Cuadro A2-K (17 de 43), comparten al menos dos registros, por lo que de 1944 a la fecha ha habido cierta constancia en las especies arbóreas encontradas en el área de estudio.

También destaca que el estrato arbóreo mostró mayor riqueza en el registro de 1982, por una diferencia de seis especies con respecto al 2017, y del doble con respecto a 1944; ello sugiere que de 1944 a 1982 la comunidad arbórea nativa se mantuvo en mejores condiciones que de 1982 al 2017 puesto que en el primer periodo se incrementó la riqueza y en el segundo decreció, ello es más preocupante si se contempla que los registros anteriores al 2017 sólo se concentraron en la primera y quizás la segunda sección del Bosque de Chapultepec, mientras que en el presente reporte se considera la tercera sección,

que en teoría, debería estar mejor conservada, lo mismo que las barrancas en los hechos privatizadas (Bezares y Tecamachalco). Esto deja ver, que la intervención pública es sumamente necesaria.

En relación al estrato arbustivo, el mismo cuadro muestra que la riqueza de especies es cercana entre 1982 y 2017 y que la diferencia con respecto a 1944 es que en ese año se registraron especies de cactáceas que al parecer han ido desdibujándose del paisaje del área de estudio durante estos 40 años. Sin embargo, este es un elemento más que refuerza la noción de ha habido asociaciones vegetales naturales, propias de matorral.

Al respecto del estrato herbáceo, se tiene que el único antecedente encontrado es el de 1944 en donde las especies nativas registradas fueron 20% más que en 2017; una diferencia dada fundamentalmente por especies de cactus, de suculentas y de pastos que en la actualidad no se encuentran, aunque el territorio cubierto fuera más amplio en esta ocasión.

Pese al detrimento de especies nativas de todos los estratos que se identifica en el área de estudio, los registros anteriores son una excelente guía para seleccionar la paleta vegetal que habrá de incorporarse para llevar a cabo las acciones indicadas en el Cuadro 8-U.

Para afinar mejor la propuesta de especies arbóreas y arbustivas (Cuadro O y P), se depuró la lista de especies arbóreas nativas recomendadas para restauración de ecosistemas degradados en zonas templadas y semiáridas (Vanegas, 2016), a fin de visualizar únicamente las especies nativas de la Cuenca de México (Cuadro A2-Ñ) y realizar un cruce con las especies del Cuadro A2-N.

No.	Zonas templadas	No.	Zonas Semiáridas
1	<i>Abies religiosa</i>	1	<i>Acacia farnesiana</i>
2	<i>Alnus acuminata</i>	2	<i>Acacia pennatula</i>
3	<i>Arbutus xalapensis</i>	3	<i>Agave angustifolia</i>
4	<i>Cupressus lindleyi</i>	4	<i>Agave Americana</i>
5	<i>Dodonaea viscosa (arbusto)</i>	5	<i>Agave atrovirens</i>
6	<i>Eysenhardtia polystachya (arbusto)</i>	6	<i>Agave cupreata</i>
7	<i>Fraxinus uhdei</i>	7	<i>Agave salmiana</i>
8	<i>Juniperus deppeana (arbusto)</i>	8	<i>Capsicum annum</i>
9	<i>Juniperus flaccida (arbusto)</i>	9	<i>Pinus cembroides</i>
10	<i>Pinus ayacahuite</i>	10	<i>Piscidia piscipula</i>
11	<i>Pinus devoniana</i>	11	<i>Prosopis leavigata</i>
12	<i>Pinus douglasiana</i>	12	<i>Yucca filifera</i>
13	<i>Pinus durangensis</i>		
14	<i>Pinus lawsonii</i>		
15	<i>Pinus leiophylla</i>		
16	<i>Pinus maximinoi</i>		
17	<i>Pinus montezumae</i>		
18	<i>Pinus oocarpa</i>		
19	<i>Pinus patula</i>		
20	<i>Pinus pseudostrobus</i>		
21	<i>Pinus pseudostrobus var. apulcensis</i>		
22	<i>Pinus hartwegii</i>		
23	<i>Pinus teocote</i>		
24	<i>Quercus laurina</i>		
25	<i>Quercus macrophylla</i>		
26	<i>Quercus potosina</i>		
27	<i>Quercus rugosa</i>		

Cuadro A2-Ñ Lista de especies nativas de la Cuenca de México recomendadas para restauración de ecosistemas degradados en zonas templadas y semiáridas (Vanegas, 2016).

Silvofacie de Galería		Árboles		Silvofacies de Interior y de Borde		Silvofacie de Borde	
No.	Bosque de Galería	No.	Bosque Mixto	No.	Matorral	Huerto urbano y polinizables	
1	<i>Alnus acuminata</i>	1	<i>Abies religiosa</i>	1	<i>Amalanchier denticulata</i>	Todas las especies frutales y especies hospederas de polinizadores que prosperen adecuadamente en la zona (bajo supervisión de sus poblaciones para reducir los impactos invasivos de las especies exóticas de la Cuenca).	
2	<i>Alnus jorullensis</i>	2	<i>Acer negundo mexicanum</i>	2	<i>Bursera fagaroides</i>		
3	<i>Buddleia parviflora</i>	3	<i>Arbutus glandulosa</i>	3	<i>Eysendhardtia polystachia</i>		
4	<i>Platanus occidentalis</i>	4	<i>Arbutus xalapensis</i>	4	<i>Loeselia mexicana</i>		
5	<i>Salix bomplandiana</i>	5	<i>Buddleia americana</i>	5	<i>Montanoa tomentosa</i>		
6	<i>Salix humboldtiana</i>	6	<i>Buddleia cordata</i>	6	<i>Morus celtidifolia</i>		
7	<i>Salix bomplandiana</i>	7	<i>Bursera fagaroides</i>	7	<i>Piscidia piscipula</i>		
8	<i>Taxodiun mucronatum</i>	8	<i>Carpinus caroliniana</i>	8	<i>Pithecellobium leptophyllum</i>		
		9	<i>Clethra mexicana</i>	9	<i>Prosopis leavigata</i>		
		10	<i>Cornus disciflora</i>	10	<i>Quercus deserticola</i>		
		11	<i>Cornus excelsa</i>	11	<i>Quercus frutex</i>		
		12	<i>Crataegus mexicana</i>	12	<i>Quercus greggi</i>		
		13	<i>Crataegus pubescens</i>	13	<i>Quercus laeta</i>		
		14	<i>Chyrtodendron pentadactylon</i>	14	<i>Quercus microphylla</i>		
		15	<i>Cupressus lindleyi</i>	15	<i>Quercus obtusata</i>		
		16	<i>Erythrina americana</i>	17	<i>Quercus potosina</i>		
		17	<i>Eupatorium mairetianum</i>	18	<i>Tecoma stans</i>		
		18	<i>Fraxinus uhdei</i>	19	<i>Yucca elephantipes</i>		
		19	<i>Garrya laurifolia</i>	20	<i>Yucca filifera</i>		
		20	<i>Ilex toluhana</i>				
		21	<i>Liquidambar styraciflua</i>				
		22	<i>Meliosma dentata</i>				
		23	<i>Persea americana</i>				
		24	<i>Platanus hybrida</i>				
		25	<i>Pinus ayacahuite</i>				
		26	<i>Pinus cembroides</i>				
		27	<i>Pinus devoniana</i>				
		28	<i>Pinus douglasiana</i>				
		29	<i>Pinus durangensis</i>				
		30	<i>Pinus hartwegii</i>				
		31	<i>Pinus lawsonii</i>				
		32	<i>Pinus leiophylla</i>				
		33	<i>Pinus maximinoi</i>				
		34	<i>Pinus montezumae</i>				
		35	<i>Pinus oocarpa</i>				
		36	<i>Pinus patula</i>				
		37	<i>Pinus pseudostrobus</i>				
		38	<i>Pinus pseudostrobus var. apulcensis</i>				
		39	<i>Pinus tecote</i>				
		40	<i>Prunus prionophylla</i>				
		41	<i>Prunus serotina var. capuli</i>				
		42	<i>Quercus candicans</i>				
		43	<i>Quercus crassipes</i>				
		44	<i>Quercus laurina</i>				
		45	<i>Quercus mexicana</i>				
		46	<i>Quercus obtusata</i>				
		47	<i>Quercus rugosa</i>				
		48	<i>Ulmus mexicana</i>				

Cuadro A2-O. Especies arbóreas que se sugiere fomentar en el área de estudio con fines de restauración ecológica forestal (tomado de los antecedentes citados en este trabajo y de Tovar, 1982).

Arbustos						
Silvofacias de Interior y de Borde			Silvofacia de borde			
No.	Bosque Mixto	No.	Matorral	No.	Pastizal	(Huerto urbano)
1	<i>Acacia pennatula</i>	1	<i>Acacia farnesiana</i>	1	<i>Acacia pennatula</i>	Todas las especies frutales que prosperen adecuadamente en la zona (bajo supervisión de sus poblaciones para reducir los impactos invasivos de las especies exóticas de la Cuenca)
2	<i>Archibaccharis asperifolia</i>	2	<i>Acaciella angustissima</i>	2	<i>Brongniartia intermedia</i>	
3	<i>Cestrum nitidum</i>	3	<i>Amelanchier denticulata</i>	3	<i>Buddleia sessiflora</i>	
4	<i>Duranta erecta</i>	4	<i>Baccharis conferta</i>	4	<i>Malvaviscus arboreus</i>	
5	<i>Eupatorium aschenbornianum</i>	5	<i>Baccharis heterophylla</i>			
6	<i>Garrya laurifolia</i>	6	<i>Bouvardia ternifolia</i>			
7	<i>Iresine ajuscana</i>	7	<i>Calliandra grandifolia</i>			
8	<i>Juniperus deppeana</i>	8	<i>Duranta erecta</i>			
9	<i>Juniperus flaccida</i>	9	<i>Gnaphalium sarmentosum</i>			
10	<i>Lamourouxia xalapensis</i>	10	<i>Hibiscus spiralis</i>			
11	<i>Lippia mexicana</i>	11	<i>Indigofera spp.</i>			
12	<i>Montanoa frutescens</i>	12	<i>Mimosa acanthocarpa</i>			
13	<i>Sambucus nigra var. canadensis</i>	13	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>			
14	<i>Salvia mocinoi</i>	14	<i>Montanoa tomentosa</i>			
15	<i>Senna multiglandulosa</i>	15	<i>Rubus cymosus</i>			
16	<i>Taxus globosa</i>	16	<i>Senecio angustifolius</i>			
17	<i>Viburnum stenocalyx</i>	17	<i>Senecio cinerarioides</i>			
		18	<i>Senecio macrophyllus</i>			
		19	<i>Montanoa tomentosa</i>			
		20	<i>Rubus cymosus</i>			
		21	<i>Senecio angustifolius</i>			
		22	<i>Senecio cinerarioides</i>			
		23	<i>Senecio macrophyllus</i>			
		24	<i>Senecio salignus</i>			
		25	<i>Aporocactus flagelliformis</i>			
		26	<i>Hylocereus undatus</i>			
		27	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>			
		28	<i>Opuntia cochenillifera</i>			
		29	<i>Opuntia mycrodasys</i>			
		30	<i>Opuntia pumila</i>			
		31	<i>Opuntia velutina</i>			

Cuadro A2-P. Especies arbustivas que se sugiere fomentar en el área de estudio con fines de restauración ecológica forestal, (tomado de los antecedentes citados en este trabajo y de Tovar, 1982).

ANEXO 3.

INTEGRIDAD ECOLÓGICA FORESTAL

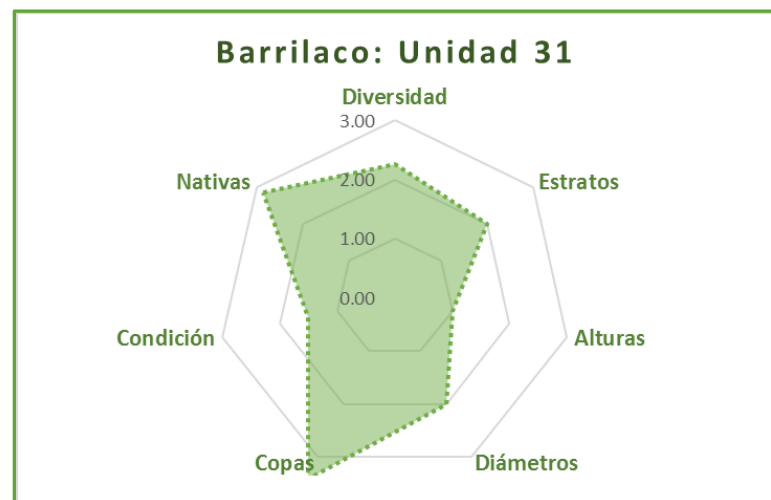
Cuadro A3-A. PARÁMETROS DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA FORESTAL EVALUADOS EN LA BARRANCA BARRILACO

No. Unidad	Parcela	Riqueza (S)	Diversidad (H')	Hmax	Diversidad ponderada	Rel. Estratos	Estratos	Altura promedio	Altura ponderada	Diámetro promedio	Diámetro ponderado	Cobertura copa (m)	Cobertura copa ponderada	Condición general promedio	%especies nativas	% especies nativas ponderado
1	1216	4	1.6172	2.000	2.426	H, A	2	9.6	1	25.6	2	14.35	2.24	1.8	18.2	1.092
5	1173	5	1.3713	2.322	1.772	H, A, a	3	6.2	1	9.7	1	6.05	1.46	1.2	60.6	3.636
9	1048 967	5	1.0970	2.322	1.417	H, A	2	8	1	20.8	2	18.2	3.41	1.8	33.3	1.998
14	870	5	2.2359	2.322	2.889	H, A	2	7.3	1	27.7	2	28.35	5.83	2	42.9	2.574
15	803	3	1.5000	1.585	2.839	H, A	2	6	1	12.4	1	10.1	2.53	2	75	4.5
21	635 591	5	1.6960	2.322	2.191	H, A	2	9.7	1	27.9	2	20	3.09	1.7	38.1	2.286
25	336	5	1.9212	2.322	2.482	H, A	2	8.5	1	25.1	2	26.05	4.60	2	78.6	4.716
26	269	2	0.7219	1.000	2.166	H, A	2	14.5	2	24.6	2	25.9	2.68	3	20	1.2
27	134 97	5	1.6850	2.322	2.177	H, A	2	10	1	22.6	2	23.2	3.48	1.8	17.6	1.056
28	106	2	0.5436	1.000	1.631	H, A	2	10.5	2	24.2	2	25.15	3.59	1.9	12.5	0.75
29	222 93	2	0.9820	1.000	2.946	H, A	2	10.4	2	19.4	1	12.4	1.79	1.7	42.1	2.526
30	49 34 29 5	10	2.7380	3.322	2.473	H, A	2	8.7	1	17.3	1	16.6	2.86	2.1	46.9	2.814
31	36 22 18 12	8	2.2670	3.000	2.267	H, A	2	8.5	1	21.3	2	19.25	3.40	1.5	47.8	2.868
TOTAL		4.69	1.57	2.06	2.28	2.08	0.00	9.07	1.23	21.43	1.69	37.78	18.89	3.15	41.05	2.46

- ✓ Las unidades de paisaje con mayor riqueza son la 30 y la 31, contra las de menor riqueza que son 26, 28 y 29 que comparten el mismo valor.
- ✓ Las unidades de paisaje con mayor diversidad son la 30 y 31, mientras que las de menor diversidad son 28, 26 y 29 en el orden en que se mencionan.
- ✓ Sólo la unidad 5 presenta los tres estratos, el resto sólo presenta árboles y hierbas.
- ✓ Las unidades de paisaje que registran las mayores alturas de arbolado son la 28, 29 y 27 en el orden mencionado. Las que tienen menores alturas son la 5 y la 15.
- ✓ Las unidades de paisaje que registran los mayores diámetros de tronco de arbolado son la 21, 14 y 1 en el orden mencionado. Aquellas con los diámetros menores son 5 y 30 en dicho orden.
- ✓ La mayor cobertura de copa se presentó entre las unidades 14, 25 y 26. Las unidades con menor cobertura de copa son 5 y 15.
- ✓ Las especies nativas se presentaron en mayor proporción en las unidades de paisaje 25, 15 y 5 respectivamente. Las unidades donde la proporción de especies nativas fue menor son 28, 27 y 1 en el orden mencionado.

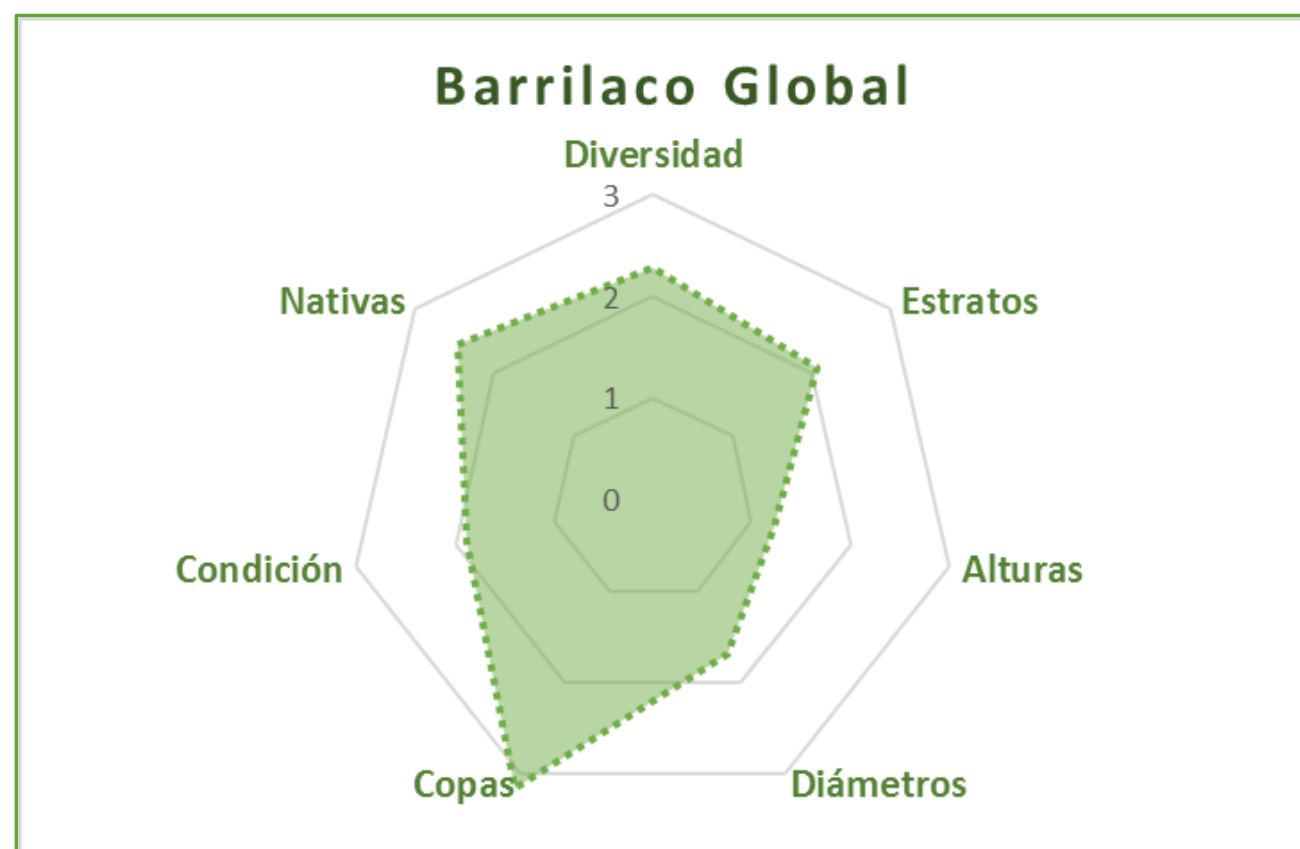
Gráficos de los parámetros de Integridad Ecológica Forestal correspondientes a las unidades de paisaje preliminares de la **Barranca Barrilaco**.





Unidad	Diversidad	Estratos	Altura	Diámetro	Cobertura Copa	Condición	Nativas	Muy desintegrada	Desintegrada	Integrada	Muy integrada
1	regular	regular	baja	regular	regular	baja	baja	X			
5	baja	alta	baja	baja	baja	baja	muy alta*		X*		
9	baja	regular	baja	regular	muy alta	baja	baja	X			
14	regular	regular	baja	regular	muy alta*	regular	regular		X*		
15	regular	regular	baja	baja	regular	regular	muy alta*	X*			
21	regular	regular	baja	regular	muy alta*	baja	regular		X*		
25	regular	regular	baja	regular	muy alta*	regular	muy alta*		X**		
26	regular	regular	regular	regular	regular	alta	baja		X		
27	regular	regular	baja	regular	alta	baja	baja	X			
28	baja	regular	baja	regular	muy alta*	baja	muy baja	X*			
29	regular	regular	regular	baja	baja	baja	regular	X			
30	regular	regular	baja	baja	regular	regular	regular		X		
31	regular	regular	baja	regular	muy alta*	baja	regular		X*		

Cuadro A3-B. Valores descriptivos de Integridad Ecológica Forestal por unidad de paisaje muestreada en la barranca Barrilaco. Los resultados de las categorías en cuya evaluación se presentó un parámetro principal por encima del óptimo esperado con valor de 3, se indican con un asterisco rojo. Cuando sucede lo mismo con un parámetro secundario se indica con un asterisco color amarillo.

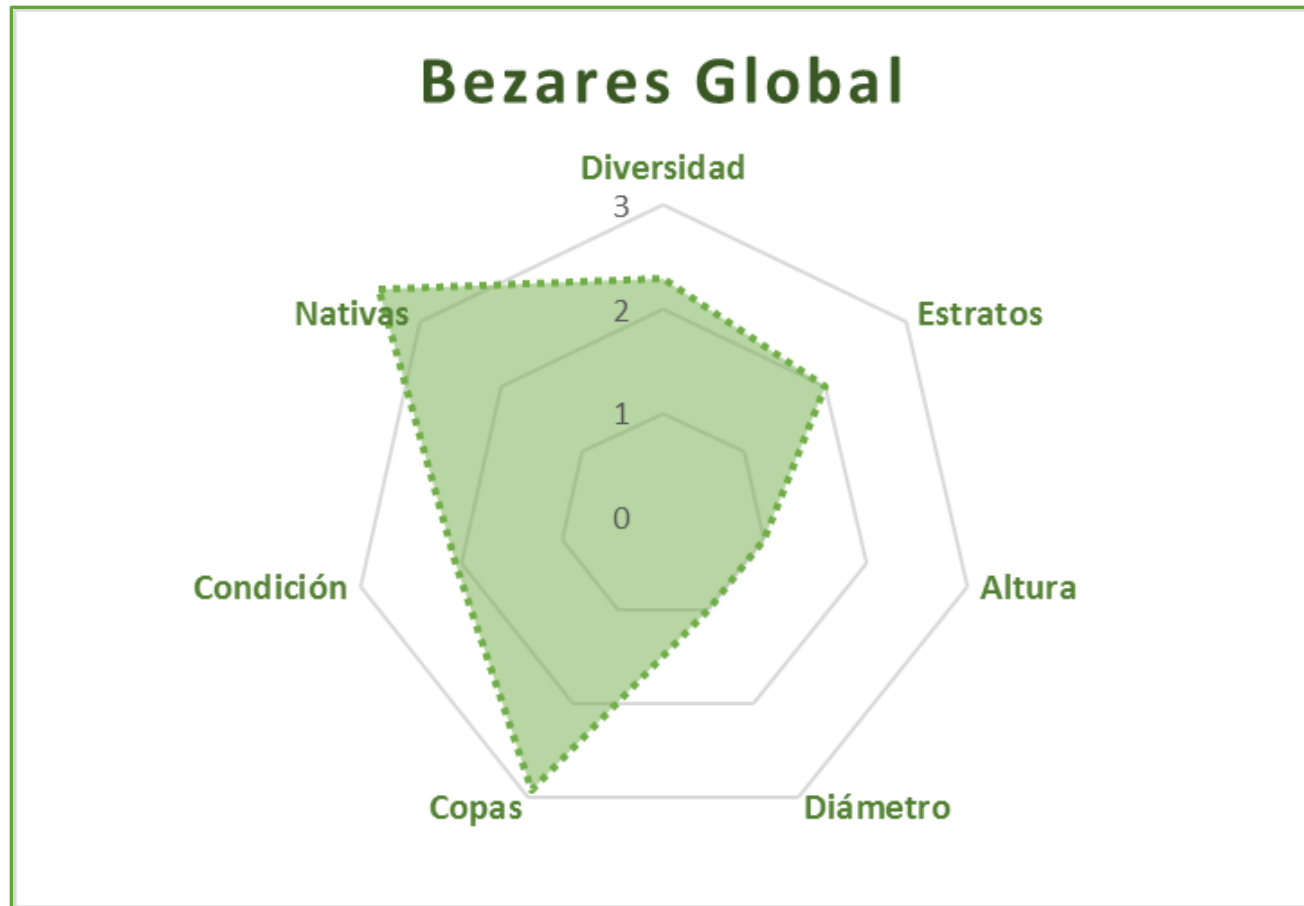
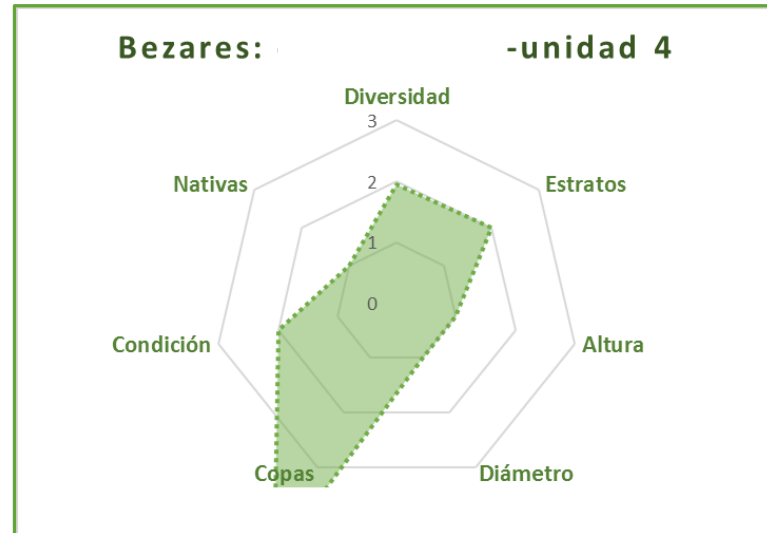
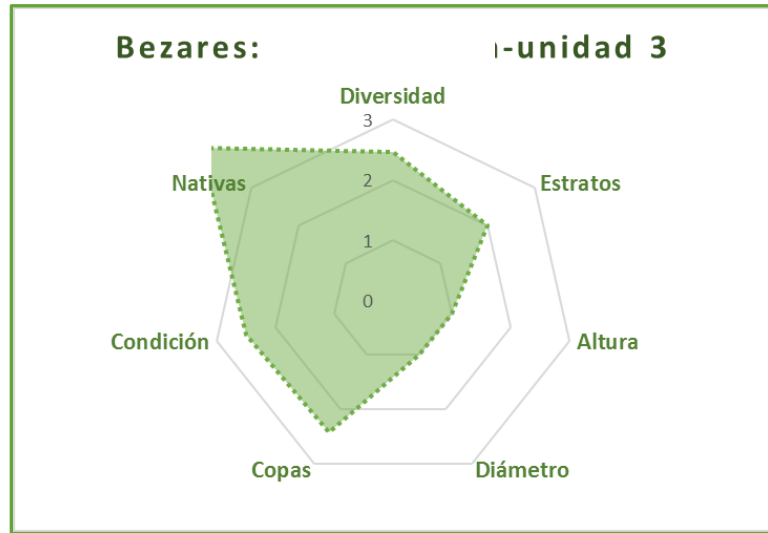


Cuadro A3-C. PARÁMETROS DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA FORESTAL EVALUADOS EN LA BARRANCA BEZARES

Unidad	Parcela	Riqueza (S)	(H')	Hmax	Diversidad ponderada	Rel. Estratos	Estratos	Altura promedio	Altura ponderada	Diámetro promedio	Diámetro ponderado	Cobertura copa promedio	Cobertura copa ponderada	Condición general promedio	% especies nativas	% especies nativas ponderado
3	383	9	2.607	3.170	2.47	H, A	2.00	8.90	1.00	16.60	1.00	14.40	2.43	2.50	67.90	4.07
	389															
	450															
4	49	2	0.650	1.000	1.95	H, A	2.00	7.50	1.00	16.50	1.00	23.21	4.64	2.00	16.67	1.00
	283															
	288															
5	253	10	2.729	3.322	2.46	H, A	2.00	9.54	1.00	15.53	1.00	10.84	1.71	1.65	91.30	5.48
TOTAL		7.00	2.00	2.50	2.29		2.00	8.65	1.00	16.21	1.00	16.15	2.92	2.05	58.62	3.52

- ✓ Las unidades de paisaje con mayor riqueza son la 5 y la 3, contra la unidad 4 que presentó la de menor riqueza de especies.
- ✓ Las unidades de paisaje con mayor diversidad son la 5 y la 3, mientras que la de menor diversidad es la 4.
- ✓ Ninguna unidad presenta los tres estratos, en todas sólo se presentan árboles y hierbas.
- ✓ La unidad de paisaje que registra las mayores alturas de arbolado es la 5. La que tiene menores alturas es la 4.
- ✓ Las unidades de paisaje que registran los mayores diámetros de tronco de arbolado son la 3, y 4 en el orden mencionado. La unidad 5 registra los menores diámetros.
- ✓ La mayor cobertura de copa se presentó en la unidad 4. La unidad con menor cobertura de copa fue la 5.
- ✓ Las especies nativas se presentaron en mayor proporción en las unidades de paisaje 5 y 3.

Gráficos de los parámetros de Integridad Ecológica Forestal correspondientes a las unidades de paisaje preliminares de la **Barranca Bezares**.



Unidad	Diversidad	Estratos	Alturas	Diámetros	Copas	Condición	Nativas	Muy Inestable	Inestable	Estable	Muy Estable
3	regular	regular	baja	baja	regular	regular	muy alta*	X*			
5	baja	regular	baja	baja	muy alta*	regular	baja	X*			
4	regular	regular	baja	baja	baja	baja	muy alta*	X*			

Cuadro A3-D. Valores descriptivos de Integridad Ecológica Forestal por unidad de paisaje muestreada en la barranca Bezares. Los resultados de las categorías en cuya evaluación se presentó un parámetro principal por encima del óptimo esperado con valor de 3, se indican con un asterisco rojo. Cuando sucede lo mismo con un parámetro secundario se indica con un asterisco color amarillo.

Cuadro A3-F. PARÁMETROS DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA FORESTAL EVALUADOS PARA LA BARRANCA DOLORES

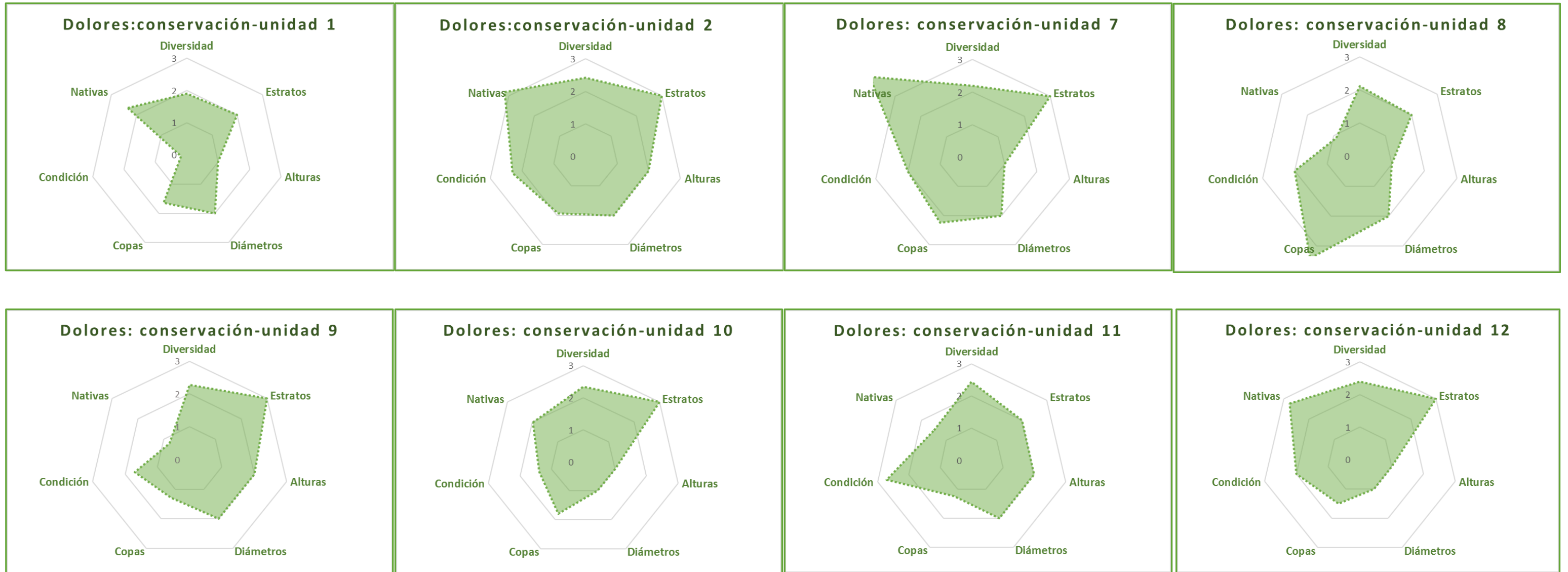
No. unidad	Riqueza (S)	H'	Hmax	Diversidad ponderada	Rel. Estratos	Estratos	Alturas promedio	Altura ponderada	Diámetro promedio	Diámetro ponderado	Cobertura copa (m)	Cobertura Copa ponderada	Condición general promedio	% especies nativas	% especies nativas ponderado
1	14	2.421	3.807	1.91	H, A	2	10.0	1.0	22.0	2.0	11.0	1.7	0.2	39	2.34
2	9	2.559	3.170	2.42	H,A,a	3	12.0	2.0	26.0	2.0	15.5	1.9	2.3	53.0	3.18
7	17	2.986	4.087	2.19	H,A,a	3	10.0	1.0	22.0	2.0	15.0	2.3	2.0	66	3.96
8	7	1.979	2.807	2.11	H, A	2	9.0	1.0	23.0	2.0	20.5	3.4	2.0	15.0	0.9
9	8	2.269	3.000	2.27	H,A,a	3	11.0	2.0	20.0	2.0	9.5	1.3	1.7	13.0	0.78
10	16	3.129	4.000	2.35	H,A,a	3	9.2	1.0	16.0	1.0	11.0	1.8	1.4	33.0	1.98
11	2	0.811	1.000	2.43	H, A	2	14.0	2.0	24.0	2.0	11.5	1.2	2.7	25	1.5
12	9	2.530	3.170	2.39	H,A,a	3	8.0	1.0	15.0	1.0	8.0	1.5	2.0	46	2.76
13	6	1.245	2.585	1.44	H,A,a	3	9.0	1.0	19.0	1.0	6.5	1.1	1.0	18.0	1.08
16	2	0.650	1.000	1.95	H, A	2	12.0	2.0	22.0	2.0	13.5	1.7	3.0	17	1.02
17	5	1.925	2.322	2.49	H,A,a	3	7.0	1.0	17.0	1.0	13.0	2.8	1.0	17.0	1.02
19	6	2.078	2.585	2.41	H,A,a	3	9.0	1.0	21.0	2.0	9.0	1.5	1.0	31.0	1.86
21	9	2.584	3.170	2.45	H,A,a	3	14.0	2.0	21.0	2.0	13.0	1.4	2.0	76.0	4.56
22	6	2.101	2.585	2.44	H, A	2	10.0	1.0	20.0	2.0	13.0	2.0	1.0	66	3.96
Promedio	8.29	2.09	2.81	2.23		2.64	10.30	1.36	20.57	1.71	12.14	1.82	1.66	36.79	2.21

Unidad	Cantidad de Parcelas	Numeración de parcelas.
1	5	9585, 9227, 8966, 8391, 7454
2	9	8983, 8598, 8083, A01, A02, A03, A04, A05, A06
7	15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7103, 7140, 7230, 7419, 7426, 7746, 7769
8	6	2702, 3691, 4591, 4702, 6062, 6505
9	7	5424, 4773, 5595, 6185, 5896, 6262, 6696
10	16	330, 1025, 1577, 1790, 1799, 2149, 2664, 3016, 3353, 3618, 3787, 3876, 4127, 4591, 5368, 5836
11	1	5595
12	4	4955, 6175, 6615, 6955
13	7	5222, 5228, 6019, 6237, 6728, 6994, 6872
16	1	3335
17	3	1238, 1819, 2381
19	2	4828, 5302
21	8	772, 1470, 1995, 2734, 3077, 3511, 3773, 3910
22	3	441, 812, 1306,

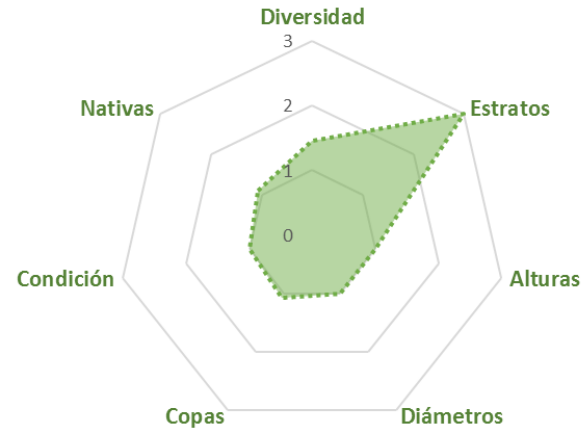
Cuadro A3-G. Se resume la información relativa al número de parcelas que se muestrearon por cada unidad de paisaje en la barranca Dolores.

- ✓ Las unidades de paisaje con mayor riqueza son la 30 y la 31, contra las de menor riqueza que son 26, 28 y 29 que comparten el mismo valor.
- ✓ Las unidades de paisaje con mayor diversidad son la 30 y 31, mientras que las de menor diversidad son 28, 26 y 29 en el orden en que se mencionan.
- ✓ Sólo la unidad 5 presenta los tres estratos, el resto sólo presenta árboles y hierbas.
- ✓ Las unidades de paisaje que registran las mayores alturas de arbolado son la 28, 29 y 27 en el orden mencionado. Las que tienen menores alturas son la 5 y la 15.
- ✓ Las unidades de paisaje que registran los mayores diámetros de tronco de arbolado son la 21, 14 y 1 en el orden mencionado. Aquellas con los diámetros menores son 5 y 30 en dicho orden.
- ✓ La mayor cobertura de copa se presentó entre las unidades 14, 25 y 26. Las unidades con menor cobertura de copa son 5 y 15.
- ✓ Las especies nativas se presentaron en mayor proporción en las unidades de paisaje 25, 15 y 5 respectivamente. Las unidades donde la proporción de especies nativas fue menor son 28, 27 y 1 en el orden mencionado.

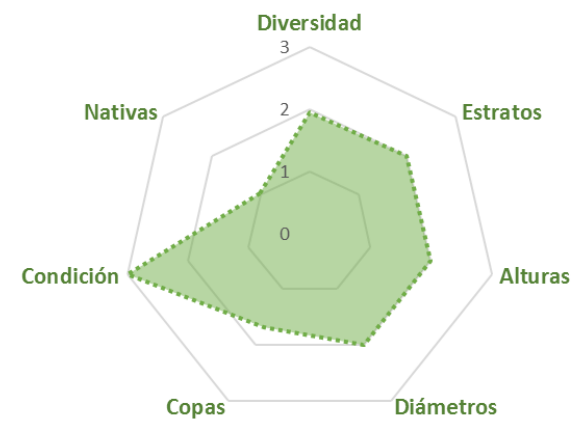
Gráficos de los parámetros de Integridad Ecológica Forestal correspondientes a las unidades de paisaje preliminares de la **Barranca Dolores**



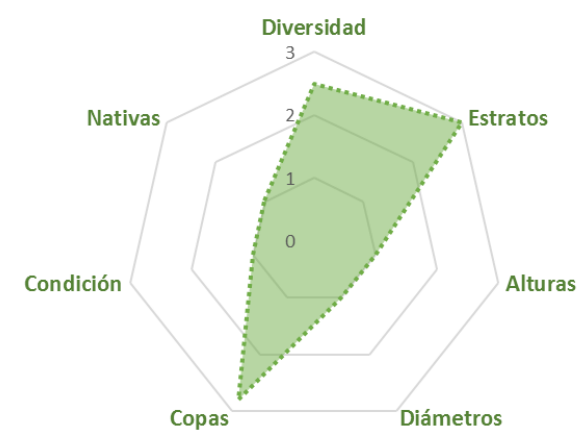
Dolores: conservación-unidad 13



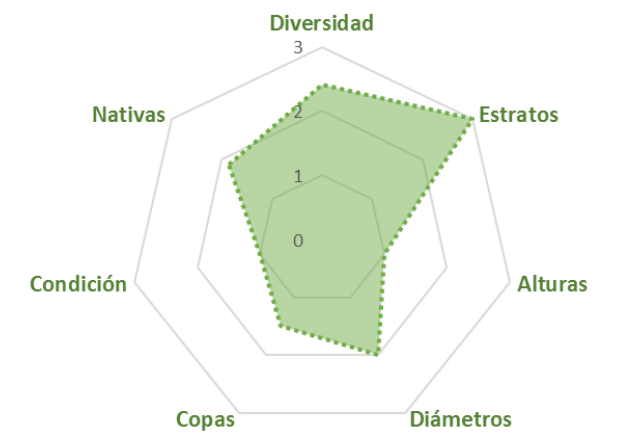
Dolores: conservación-unidad 16



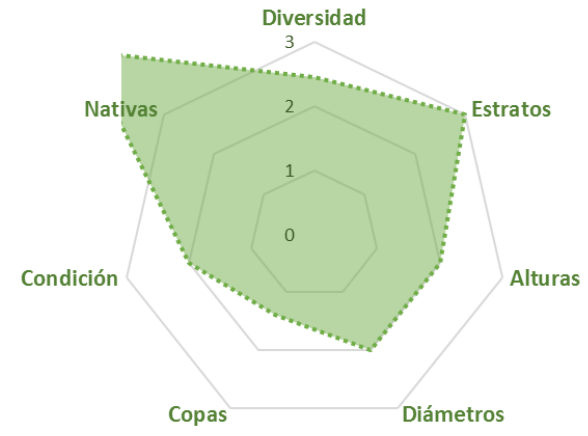
Dolores: conservación-unidad 17



Dolores: conservación-unidad 19

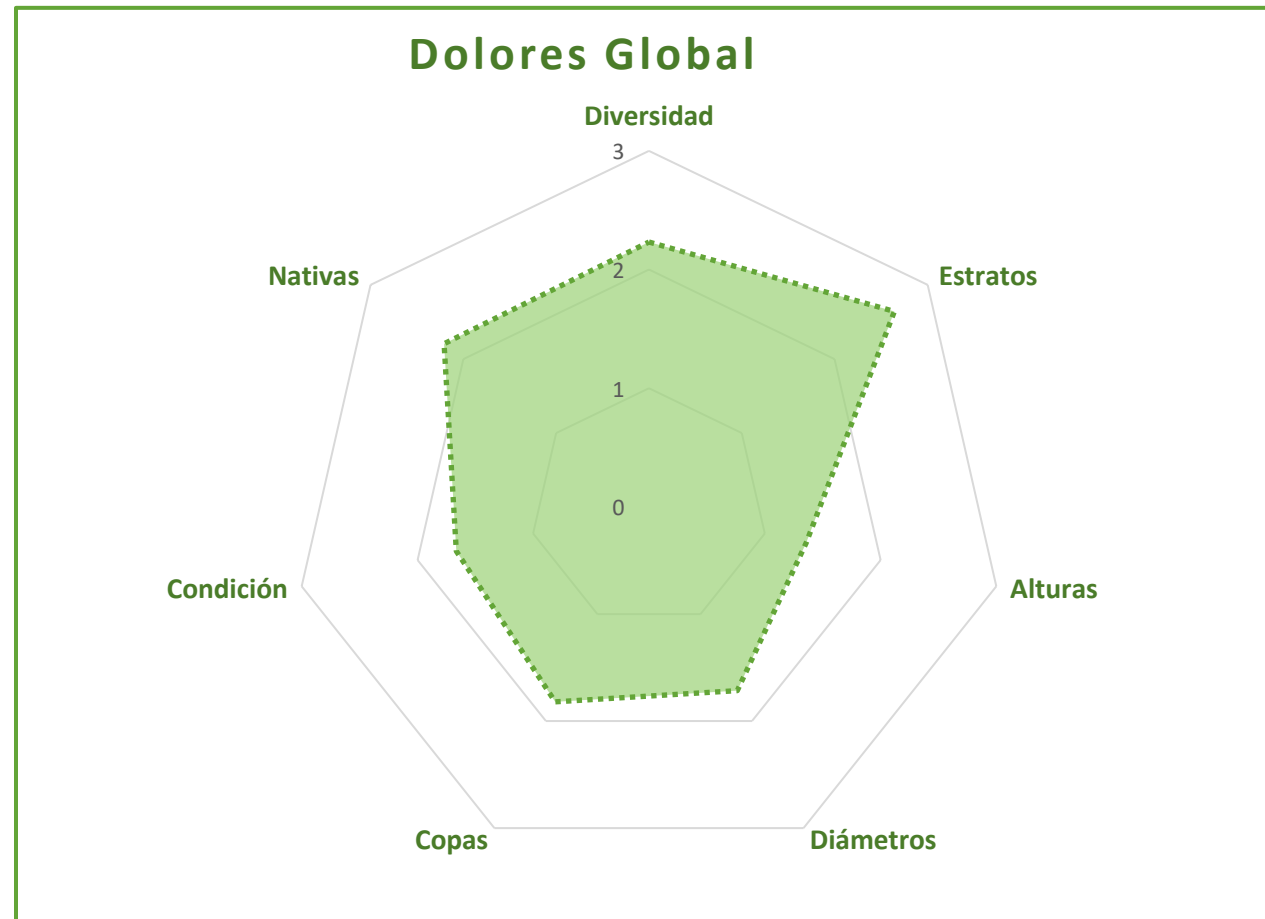


Dolores: conservación-unidad 21



Dolores: conservación-unidad 22





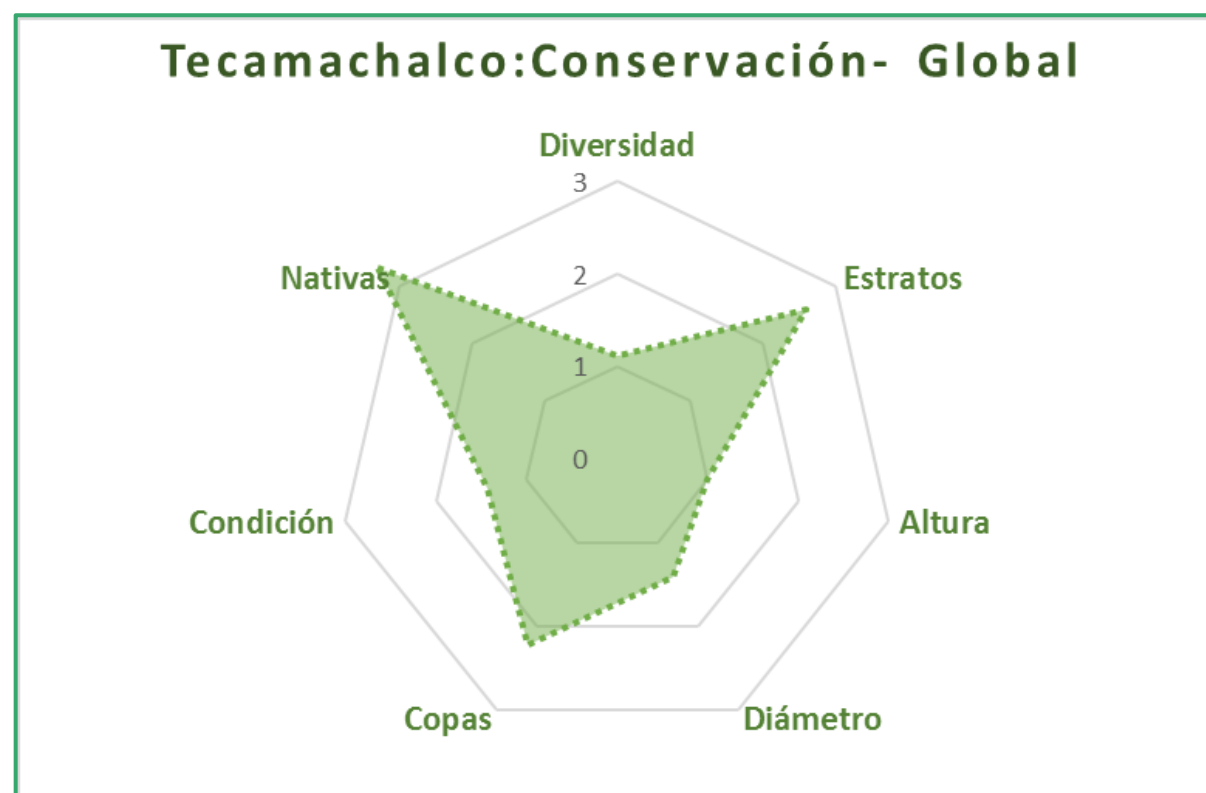
Unidad	Diversidad	Estratos	Alturas	Diámetros	Copas	Condición general	% Nativas	Muy Desintegrada	Desintegrada	Integrada	Muy Integrada
1	baja	regular	baja	regular	baja	muy baja	regular	x			
2	regular	alta	regular	regular	baja	regular	muy alta*		X*		
7	regular	alta	baja	regular	regular	regular	muy alta*		X*		
8	regular	regular	baja	regular	muy alta*	regular	muy baja		X*		
9	regular	muy alta*	regular	baja	baja	baja	muy baja	X*			
10	regular	alta	baja	baja	baja	baja	baja	X			
11	regular	regular	regular	regular	baja	regular	baja		X		
12	regular	alta	baja	baja	baja	regular	regular		X		
13	baja	muy alta*	baja	baja	baja	baja	baja	X*			
16	baja	regular	regular	regular	baja	alta	baja		X		
17	regular	muy alta*	baja	baja	regular	baja	baja	X*			
19	regular	muy alta*	baja	regular	baja	baja	baja	X*			
21	regular	muy alta*	regular	regular	baja	regular	muy alta*		X**		
22	regular	regular	baja	regular	baja	baja	muy alta*	X*			

Cuadro A3-H. Valores descriptivos de Integridad Ecológica Forestal por unidad de paisaje muestreada en la barranca Dolores. Los resultados de las categorías en cuya evaluación se presentó un parámetro principal por encima del óptimo esperado con valor de 3, se indican con un asterisco rojo. Cuando sucede lo mismo con un parámetro secundario se indica con un asterisco color amarillo

Cuadro A3-I. PARÁMETROS DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA FORESTAL EVALUADOS PARA LA BARRANCA TECAMACHALCO

Parcela	Riqueza (S)	(H')	Hmax	Diversidad ponderada	Rel. Estratos	Estratos	Altura promedio	Altura ponderada	Diámetro promedio	Diámetro ponderado	Cobertura copa (m) promedio	Cobertura copa ponderada	Condición general promedio	%especies nativas	% especies nativas ponderado
1	3	1.459	1.585	2.762	H, A	2	6.3	1.0	13.8	1.0	18.0	4.3	1.7	100	6
2	3	1.500	1.585	2.839	H, A, a	3	8.6	1.0	64.1	3.0	18.4	3.2	1.5	75	4.5
3	1	0	0		H, A, a	3	5.8	1.0	11.1	1.0	10.0	2.6	2	100	6
4	0	-			H, a	2	-		-				-	-	
5	1	0	0		H, A, a	3	13.3	2	28	2	9.2	1.0	2	0	0
TOTAL	1.20	0.59	0.63	1.12		2.60	6.80	1.00	23.38	1.40	11.11	2.22	1.43	55.00	3.30

Gráfico de los parámetros de Integridad Ecológica correspondientes a la **Barranca Tecamachalco**.

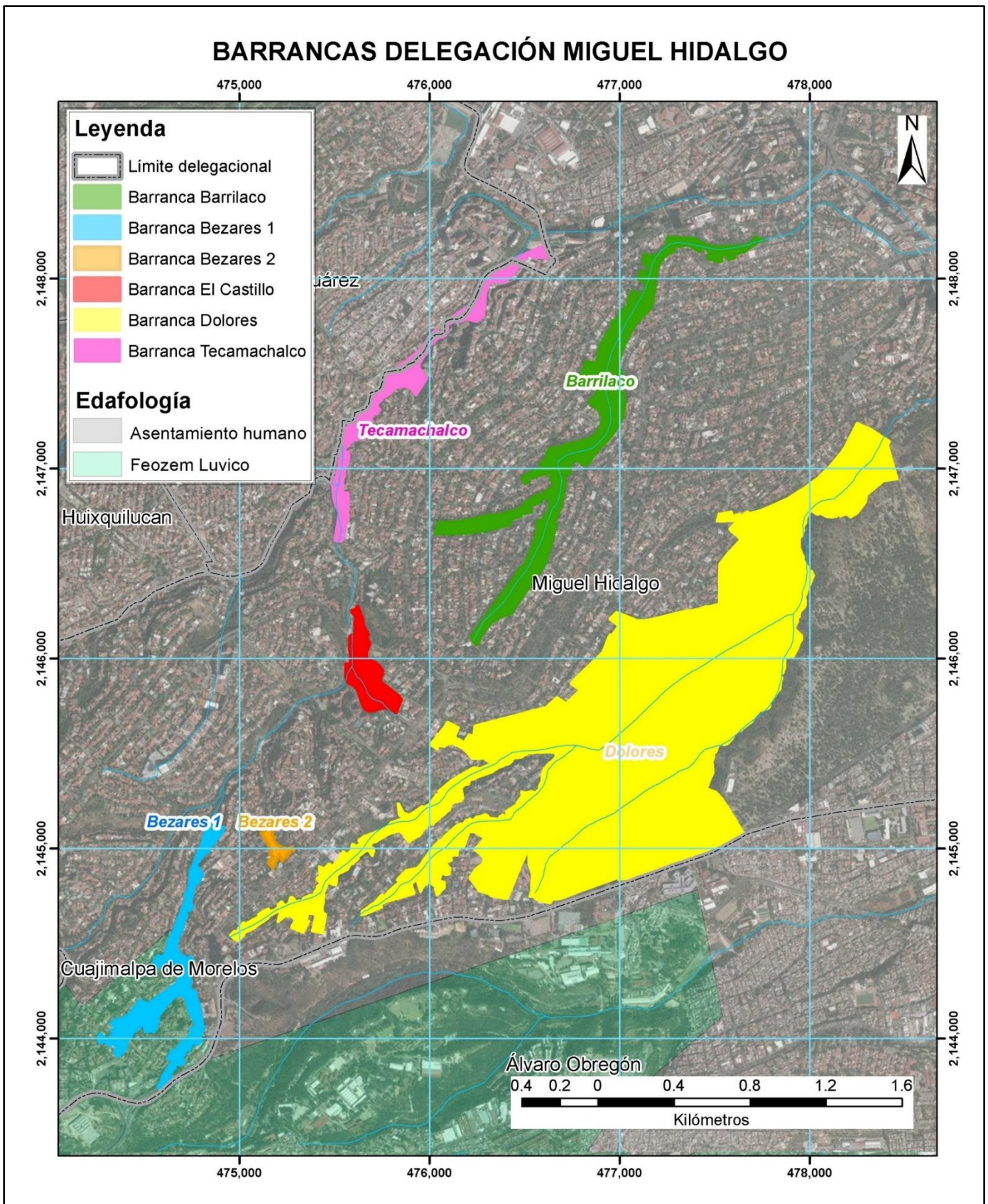


Unidad	Diversidad	Estratos	Alturas	Diámetros	Cobertura Copas	Condición general	Nativas	Muy Desintegrada	Desintegrada	Integrada	Muy Integrada
TOTAL	baja	regular	baja	baja	regular	baja	muy alta*	X*			

Cuadro A3-J. Valores descriptivos de Integridad Ecológica Forestal en la barranca Tecamachalco. Los resultados de las categorías en cuya evaluación se presentó un parámetro principal por encima del óptimo esperado con valor de 3, se indican con un asterisco rojo. Cuando sucede lo mismo con un parámetro secundario se indica con un asterisco color amarillo.

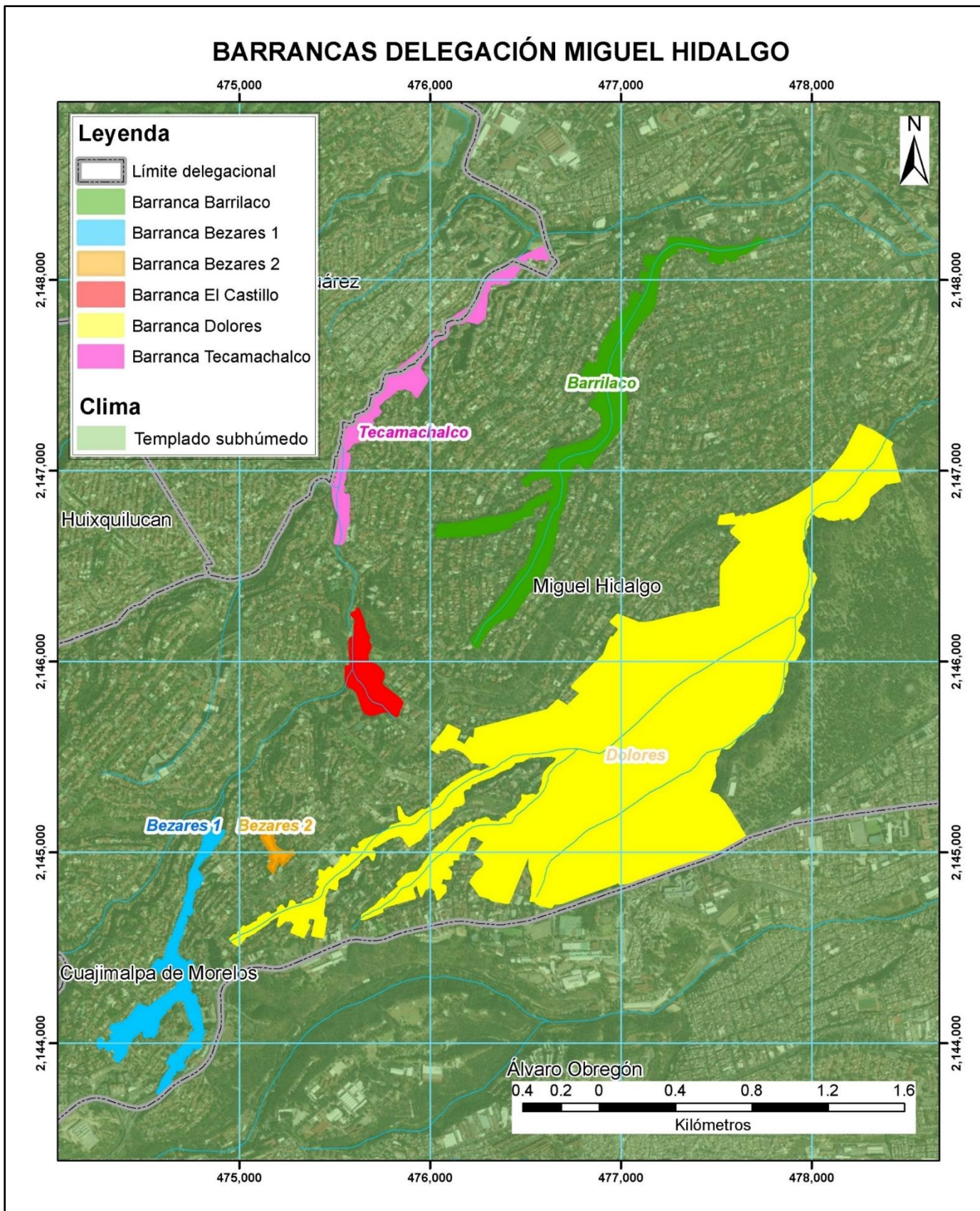
ANEXO 4. ESTABILIDAD GEOMORFOLÓGICA.

BARRANCAS DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO



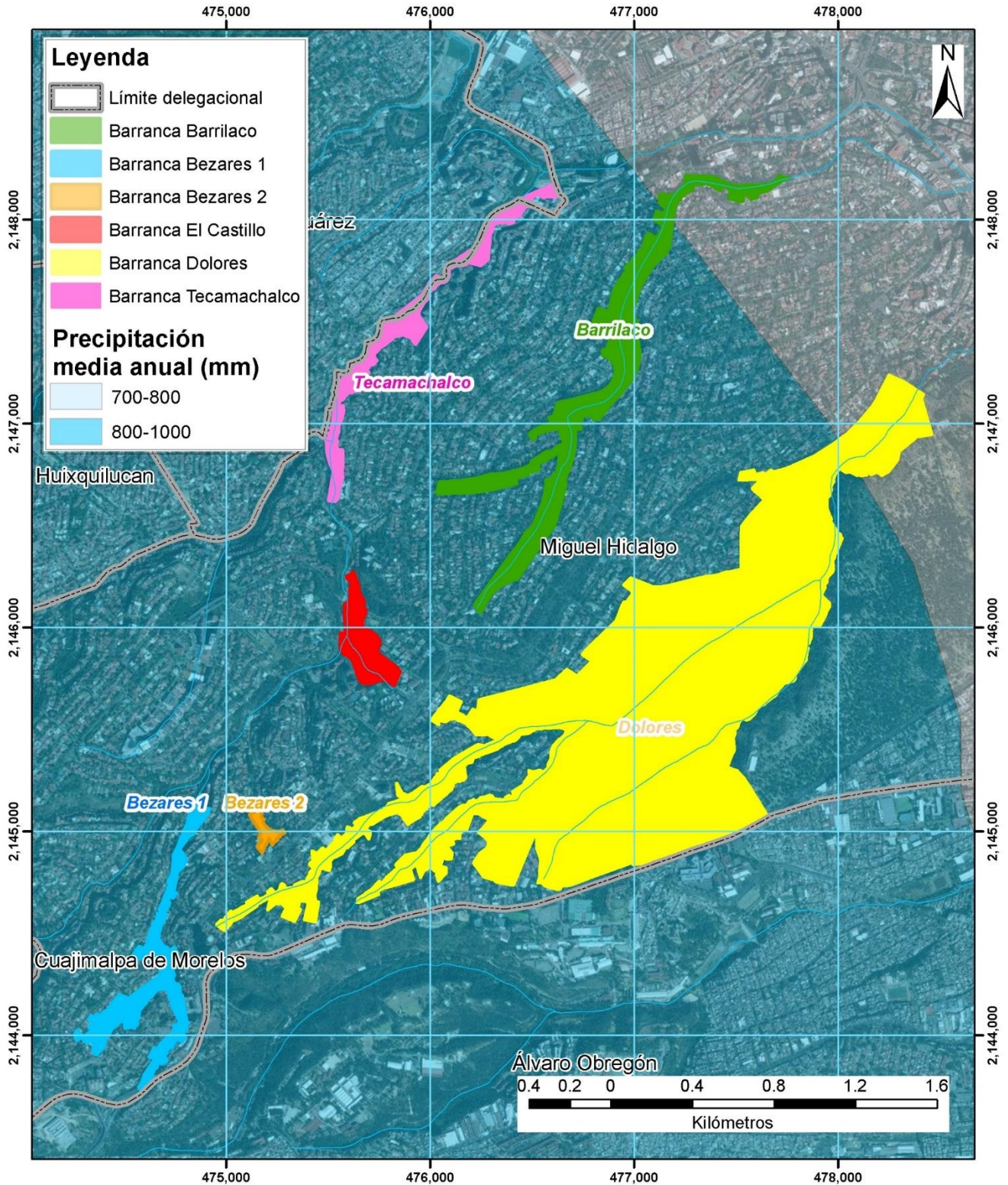
Mapa 9.XI. Se destaca el tipo de suelo reportado en la bibliografía para la zona de las AVAs en estudio. Como se puede observar, todas se encuentran sobre un tipo de suelo denominado como asentamiento humano, por lo que no se definió con precisión el tipo de suelo que les es propio, no obstante, se infiere que es de tipo Feozem por la cercanía con este tipo de suelo del que sí se tiene información.

BARRANCAS DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO



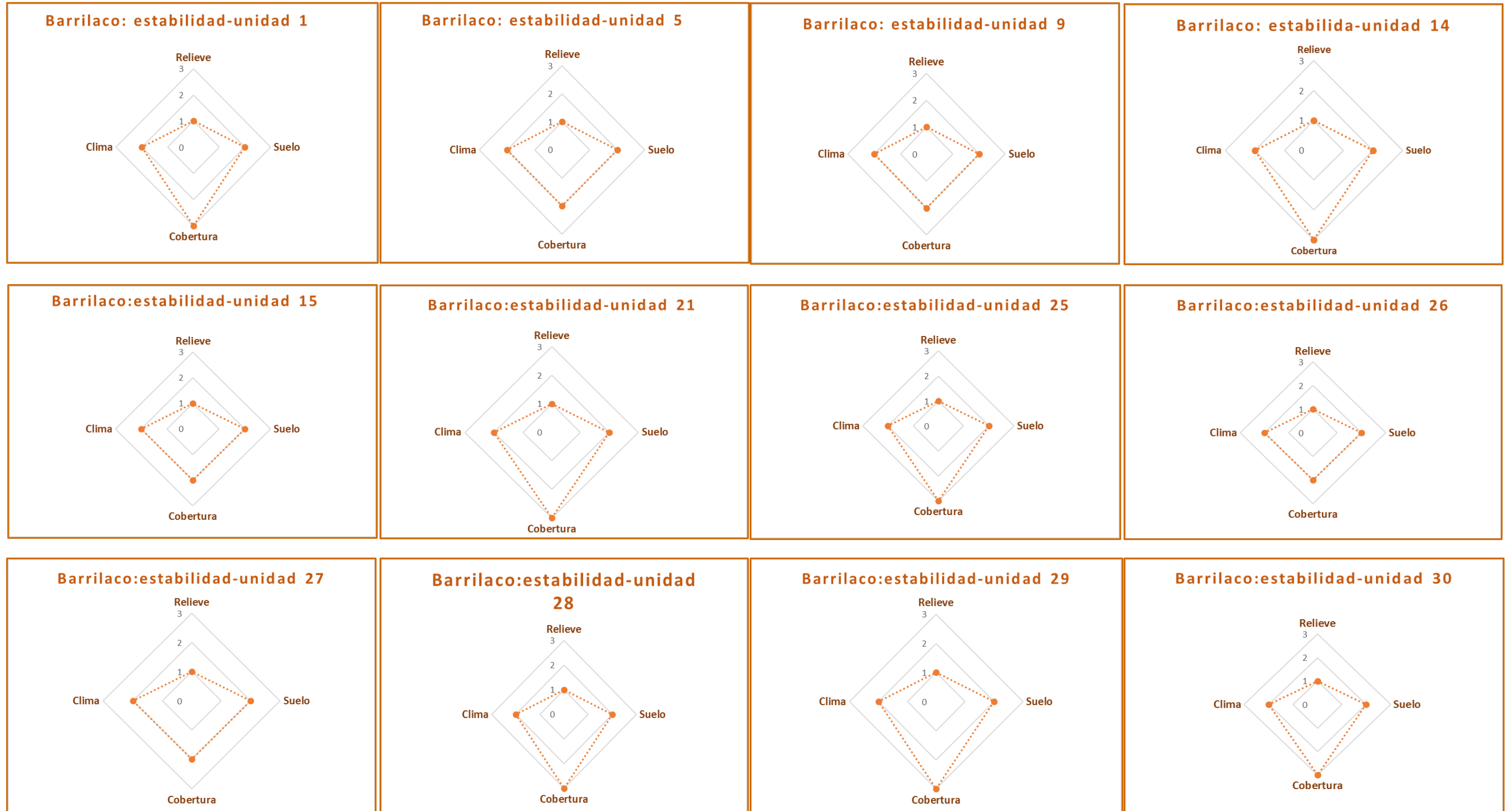
Mapa 9.XII. El clima que prevalece en la zona donde se ubican las barrancas de interés es Templado subhúmedo, de acuerdo con las referencias consultadas.

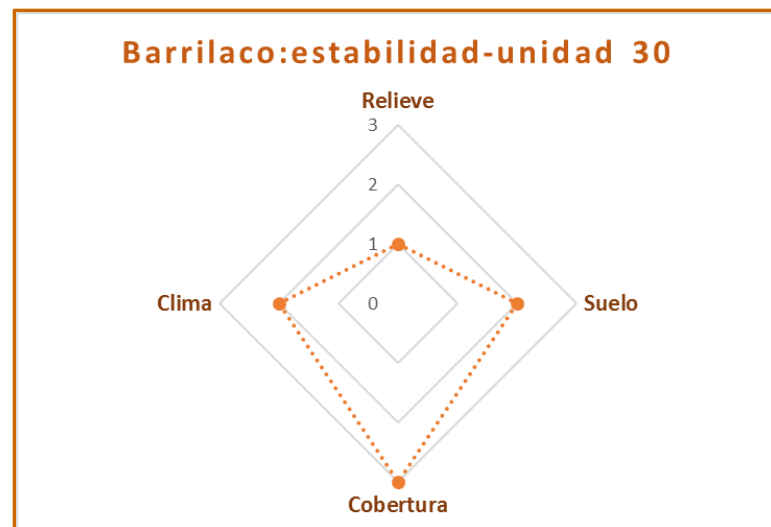
BARRANCAS DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO



Mapa 9.XIII. Se muestra que la precipitación media anual en la zona ocupada por las barrancas objeto de estudio oscila mayoritariamente entre los 800 y los 1000 mm anuales, aunque hay algunas secciones de las barrancas Barrilaco y dolores establecidas dentro de una isoyeta de 700 a 800 mm.

Gráficos de los parámetros de Estabilidad Geomorfológica correspondientes a la **Barranca Barrilaco**.



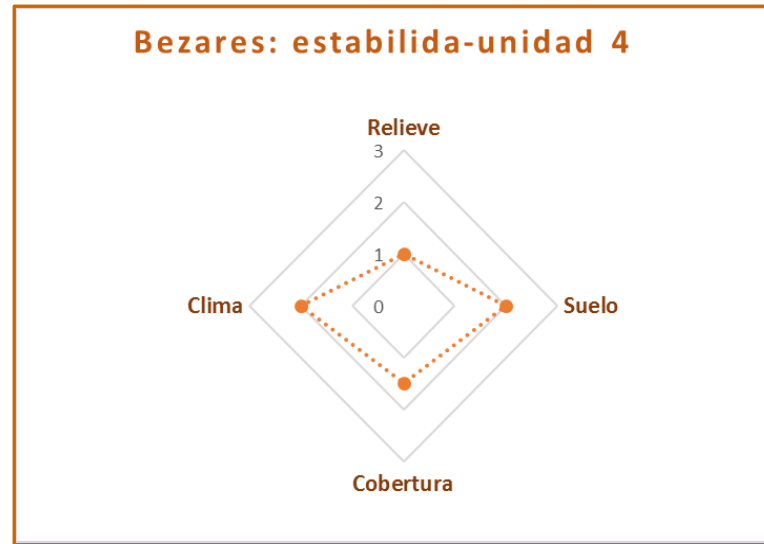


PARÁMETROS DE ESTABILIDAD GEOMORFOLÓGICA EVALUADOS EN LA BARRANCA BARRILACO				
Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima
1	1	2	3	2
5	1	2	2	2
9	1	2	2	2
14	1	2	3	2
15	1	2	2	2
21	1	2	3	2
25	1	2	3	2
26	1	2	2	2
27	1	2	2	2
28	1	2	3	2
29	1	2	3	2
30	1	2	3	2
31	1	2	3	2
PROMEDIO	1	2	2.62	2

Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima	Muy Inestable	Inestable	Estable	Muy Estable
1	baja	regular	alta	regular			X	
5	baja	regular	regular	regular		X		
9	baja	regular	regular	regular		X		
14	baja	regular	alta	regular			X	
15	baja	regular	regular	regular		X		
21	baja	regular	alta	regular			X	
25	baja	regular	alta	regular			X	
26	baja	regular	regular	regular		X		
27	baja	regular	regular	regular		X		
28	baja	regular	alta	regular			X	
29	baja	regular	alta	regular			X	
30	baja	regular	alta	regular			X	
31	baja	regular	alta	regular			X	

Cuadro A4-A. Valores descriptivos de estabilidad por unidad de paisaje muestreada en la barranca Barrilaco.

Gráficos de los parámetros de Estabilidad Geomorfológica correspondientes a la **Barranca Bezares**.



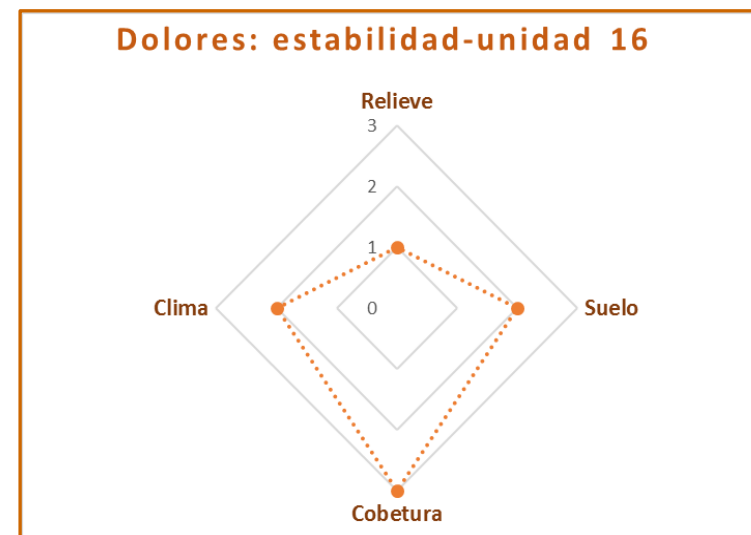
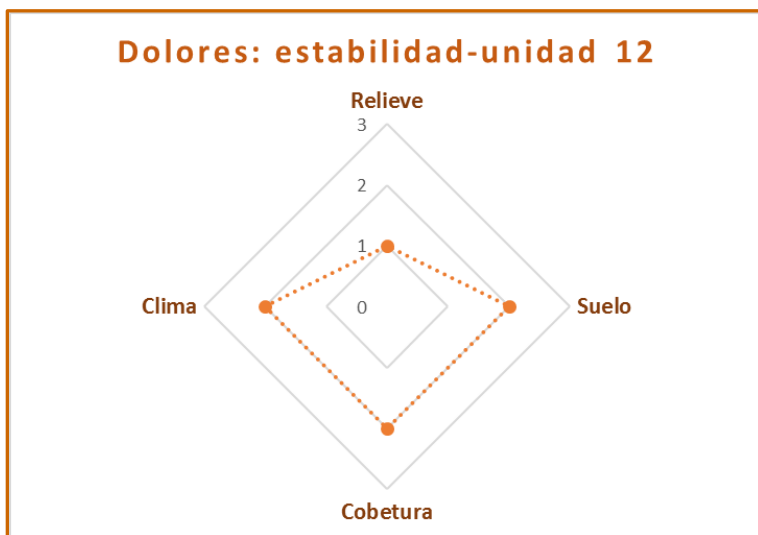
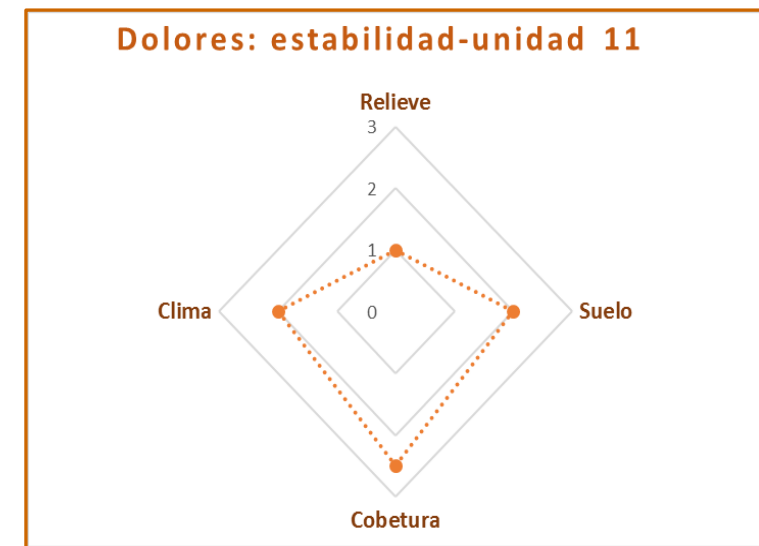
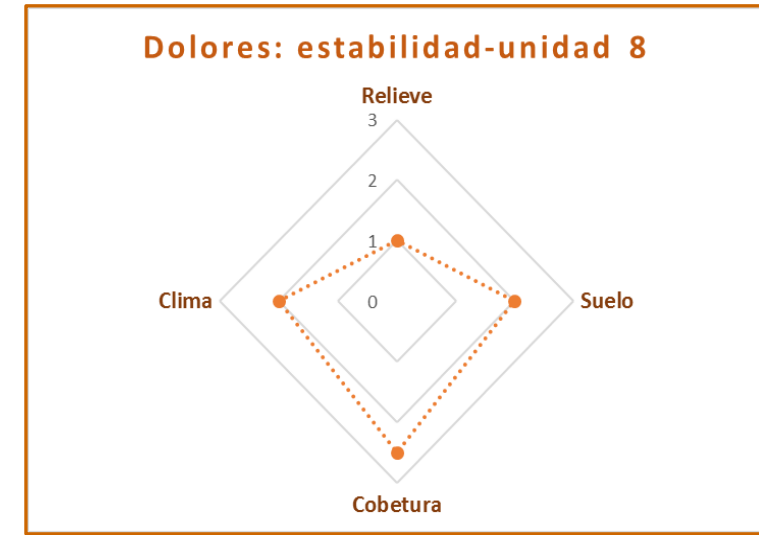
PARÁMETROS DE ESTABILIDAD GEOMORFOLÓGICA EVALUADOS EN LA BARRANCA BEZARES

Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima
3	1	2	2.5	2
4	1	2	1.5	2
5	1	2	2.5	2
PROMEDIO	1	2	2.5	2

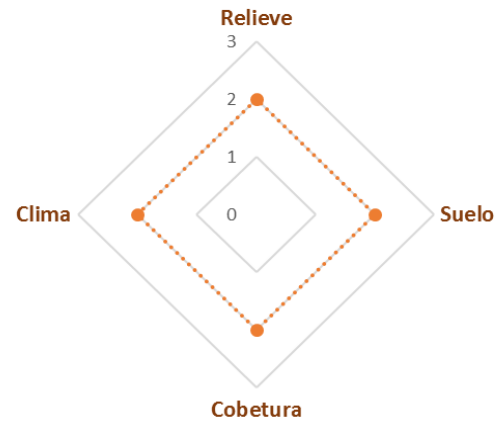
Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima	Muy Inestable	Inestable	Estable	Muy Estable
3	baja	regular	regular	regular		X		
5	baja	regular	regular	regular		X		
4	baja	regular	baja	regular	X			

Cuadro A4-B Valores descriptivos de estabilidad por unidad de paisaje muestreada en la barranca Bezares.

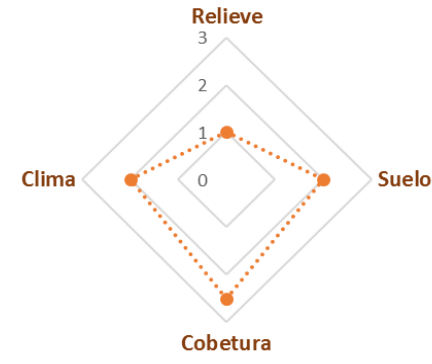
Gráficos de los parámetros de Estabilidad Geomorfológica correspondientes a la **Barranca Dolores**.



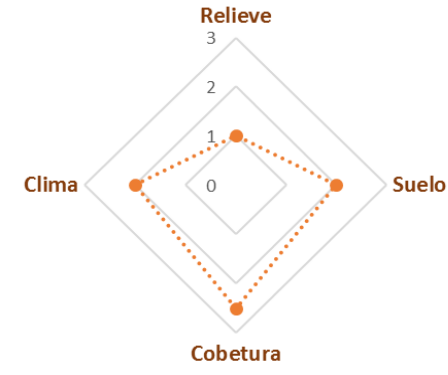
Dolores:estabilidad-unidad 19



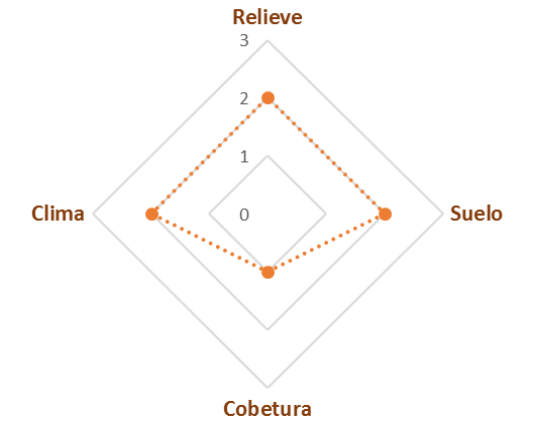
Dolores:estabilidad-unidad 21



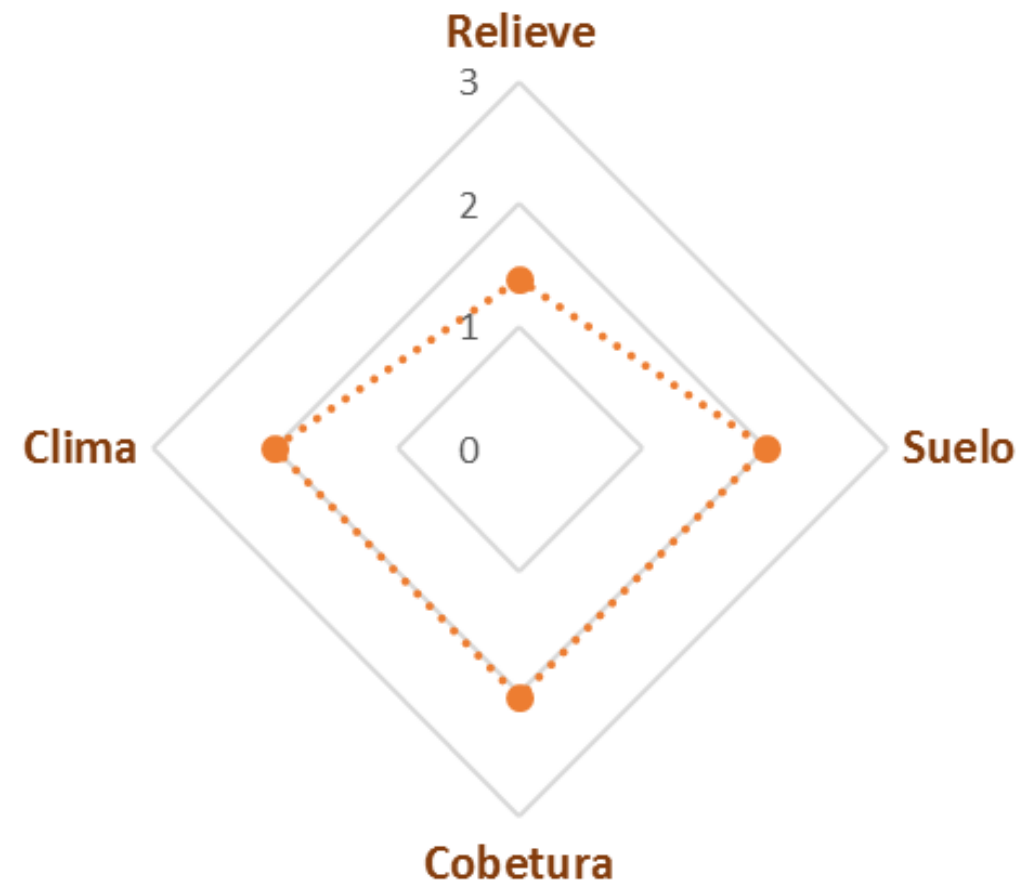
Dolores:estabilidad-unidad 21.A



Dolores:estabilidad-unidad 22



Dolores: Estabilidad-Global



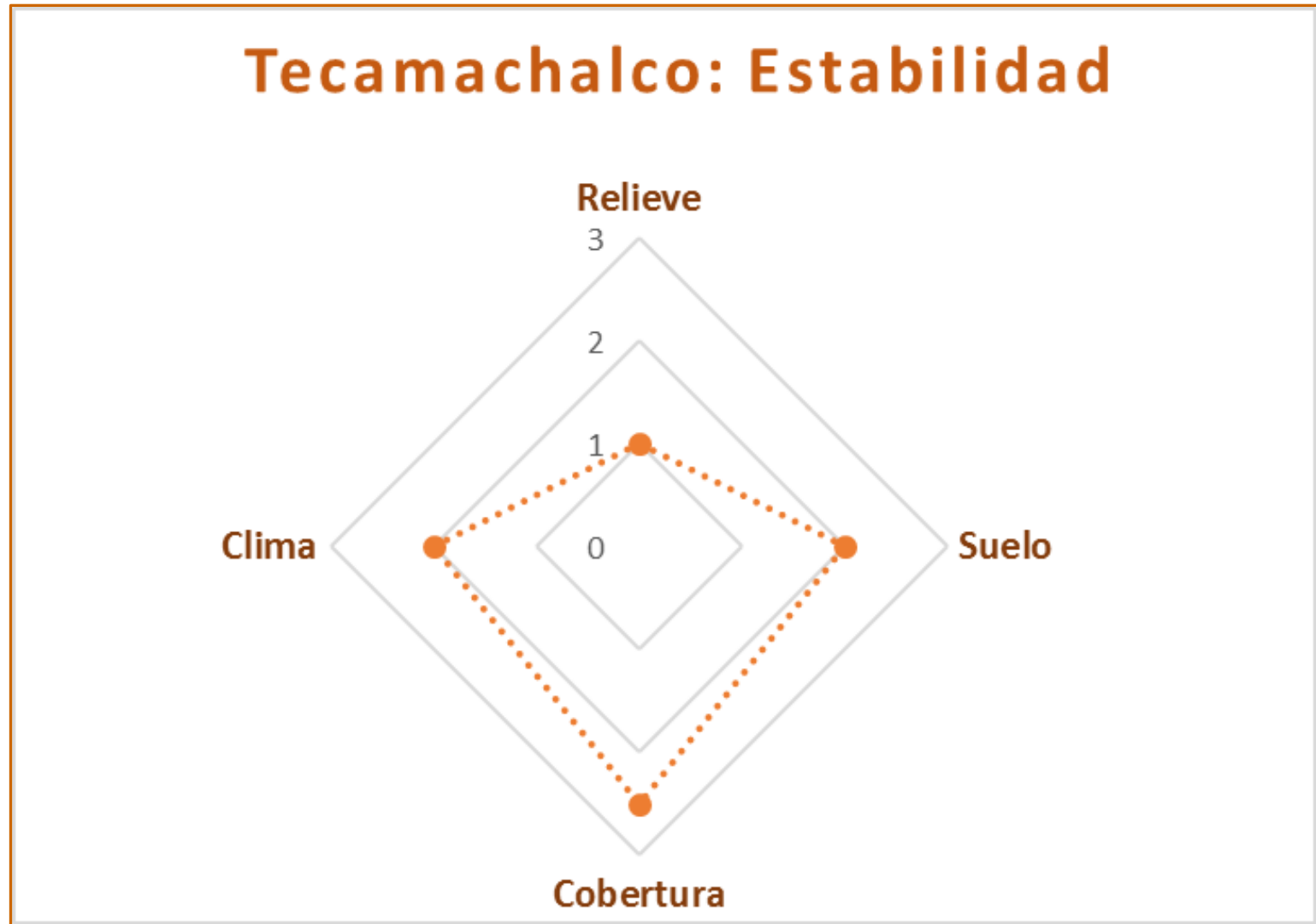
PARÁMETROS DE ESTABILIDAD GEOMORFOLÓGICA EVALUADOS EN LA BARRANCA DOLORES				
Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima
1	2	2	1	2
2	2	2	2	2
7	1	2	2	2
8	1	2	2.5	2
9	1	2	2	2
10	1	2	1	2
11	1	2	2.5	2
12	1	2	2	2
13	2	2	2	2
16	1	2	3	2
17	2	2	2	2
19	2	2	2	2
21	1	2	2.5	2
22	2	2	1	2
PROMEDIO	1.38	2.00	2.03	2.00

Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima	Muy Inestable	Inestable	Estable	Muy Estable
1	baja	regular	baja	regular	X			
2	regular	regular	regular	regular			X	
7	baja	regular	regular	regular		X		
8	baja	regular	regular	regular		X		
9	baja	regular	regular	regular		X		
10	baja	regular	baja	regular	X			
11	baja	regular	regular	regular		X		
12	baja	regular	regular	regular		X		
13	regular	regular	regular	regular			X	
16	baja	regular	alta	regular			X	
17	regular	regular	regular	regular			X	
19	regular	regular	regular	regular			X	
21	baja	regular	regular	regular		X		
22	regular	regular	baja	regular		X		

Cuadro A4-C Valores descriptivos de estabilidad por unidad de paisaje muestreada en la barranca Dolores.

Gráfico de los parámetros de Estabilidad Geomorfológica correspondiente a la **Barranca Tecamachalco**.

Tecamachalco: Estabilidad



PARÁMETROS DE ESTABILIDAD GEOMORFOLÓGICA EVALUADOS EN LA BARRANCA TEAMACHALCO				
Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima
única	1	2	2.5	2

Unidad	Relieve	Suelo	Cobertura	Clima	Muy Inestable	Inestable	Estable	Muy Estable
única	baja	regular	regular	regular		X		

Cuadro A4-D. Valores descriptivos de estabilidad por unidad de paisaje muestreada en la barranca Tecamachalco.

ANEXO 5. ANOVAS PARA EVALUAR EL EFECTO DE BORDE ENTRE UNIDADES DE PAISAJE PRELIMINARES.

Parámetro	Barranca	Conjunto	Media	F _{cal}	F _{tab}	Existen diferencias significativas.
Riqueza	Barrilaco	Borde	4.67	0.11	4.10	No
		Interior	4.00			
		Cauce	5.00			
Riqueza	Bezares	Borde	10.00	6.63	161	No
		Interior	5.50			
		Cauce	5.50			
Riqueza	Dolores	Borde	8.17	6.64	3.98	Sí
		Interior	9.75			
		Cauce	7.00			
Diversidad	Barrilaco	Borde	1.52	4.42	4.10	Sí
		Interior	1.30			
		Cauce	1.73			
Diversidad	Bezares	Borde	2.73	1.85	161	No
		Interior	1.63			
		Cauce	1.63			
Diversidad	Dolores	Borde	2.28	1.95	3.98	No
		Interior	2.29			
		Cauce	1.61			
Condición General	Barrilaco	Borde	1.93	1.95	4.10	No
		Interior	1.90			
		Cauce	1.82			
Condición General	Bezares	Borde	1.65	2.07	161	No
		Interior	2.25			
		Cauce	2.25			
Condición General	Dolores	Borde	1.25	1.64	3.98	No
		Interior	17.50			
		Cauce	2.43			
% Especies Nativas	Barrilaco	Borde	34.23	35.12	4.10	Sí
		Interior	54.15			
		Cauce	43.98			
% Especies Nativas	Bezares	Borde	91.30	61.01	161	No
		Interior	42.28			
		Cauce	42.28			
% Especies Nativas	Dolores	Borde	47.00	31.38		Sí
		Interior	1.53			
		Cauce	30.75			
Estratos	Barrilaco	Borde	2.17	2.20	4.10	No
		Interior	2.00			
		Cauce	2.00			
Estratos	Bezares	Borde	2.00	2.00	161	No
		Interior	2.00			
		Cauce	2.00			
Estratos	Dolores	Borde	2.67	2.62	3.98	No
		Interior	2.29			
		Cauce	2.25			
Alturas	Barrilaco	Borde	9.90	9.77	4.10	Sí
		Interior	7.00			
		Cauce	8.90			
Alturas	Bezares	Borde	9.54	8.65	161	No
		Interior	8.20			
		Cauce	8.20			
Alturas	Dolores	Borde	10.33	10.03	3.98	Sí
		Interior	3.00			
		Cauce	11.25			
Diámetros	Barrilaco	Borde	19.87	23.23	4.10	Sí
		Interior	16.60			
		Cauce	25.24			

Cobertura Copa	Bezares	Borde	15.53	16.22	161	No	
		Cauce	16.55				
	Dolores	Borde	21.17	20.56	3.98	Sí	
		Interior	9.30				
	Cobertura Copa	Barrilaco	Interior	22.75	41.77	4.10	Sí
			Cauce	47.52			
Borde			32.83				
Bezares		Borde	21.69	32.52	161	No	
		Cauce	37.61				
Dolores		Borde	24.83	24.24	3.98	Sí	
	Interior	17.50					
		Cauce	30.25				

Cuadro A5-A. Se observan las medias para cada parámetro de Integración Ecológica Forestal de cada conjunto de unidades de paisaje al interior de las barrancas, así como los valores F calculados que se contrastaron en tablas para determinar la presencia de diferencias significativas con un nivel de significancia de 0.05.

Parámetro	Barranca	Subgrupos de conjuntos de unidades de paisaje	F _{cal}	F _{tab}	Existen diferencias significativas.
Riqueza	Barrilaco	Borde/Interior	0.01	5.99	No
		Interior/Cauce	-0.03	6.61	No
		Borde/Cauce	0.00	5.12	No
	Dolores	Borde/Interior	7.76	5.32	Sí
		Interior/Cauce	6.33	5.99	Sí
		Borde/Cauce	5.72	5.32	Sí
Diversidad	Barrilaco	Borde/Interior	5.25	5.99	No
		Interior/Cauce	11.04	6.61	Sí
		Borde/Cauce	8.70	5.12	Sí
	Dolores	Borde/Interior	2.19	5.32	No
		Interior/Cauce	1.71	5.99	No
		Borde/Cauce	1.82	5.32	No
Condición General	Barrilaco	Borde/Interior	1.81	5.99	No
		Interior/Cauce	2.15	6.61	No
		Borde/Cauce	1.97	5.12	No
	Dolores	Borde/Interior	1.15	5.32	No
		Interior/Cauce	2.00	5.99	No
		Borde/Cauce	1.72	5.32	No
% Especies Nativas	Barrilaco	Borde/Interior	34.38	5.99	Sí
		Interior/Cauce	39.78	6.61	Sí
		Borde/Cauce	32.09	5.12	Sí
	Dolores	Borde/Interior	34.83	5.32	Sí
		Interior/Cauce	21.63	5.99	Sí
		Borde/Cauce	33.79	5.32	Sí
Estratos	Barrilaco	Borde/Interior	2.08	5.99	No
		Interior/Cauce	2.33	6.61	No
		Borde/Cauce	2.24	5.12	No
	Dolores	Borde/Interior	2.76	5.32	No
		Interior/Cauce	2.64	5.99	No
		Borde/Cauce	2.44	5.32	No
Alturas	Barrilaco	Borde/Interior	8.85	5.99	Sí
		Interior/Cauce	10.65	6.61	Sí
		Borde/Cauce	10.17	5.12	Sí

	Dolores	Borde/Interior	9.61	5.32	Sí
		Interior/Cauce	10.14	5.99	Sí
		Borde/Cauce	10.32	5.32	Sí
Diámetros	Barrilaco	Borde/Interior	17.88	5.99	Sí
		Interior/Cauce	27.24	6.61	Sí
		Borde/Cauce	24.31	5.12	Sí
	Dolores	Borde/Interior	19.56	5.32	Sí
		Interior/Cauce	20.35	5.99	Sí
		Borde/Cauce	21.62	5.32	Sí
Cobertura Copa	Barrilaco	Borde/Interior	27.74	5.99	Sí
		Interior/Cauce	52.58	6.61	Sí
		Borde/Cauce	43.89	5.12	Sí
	Dolores	Borde/Interior	21.86	5.32	Sí
		Interior/Cauce	24.46	5.99	Sí
		Borde/Cauce	26.28	5.32	Sí

Cuadro A5-B. Se indican los valores de F en relación con los parámetros de Integración Ecológica Forestal para cada subgrupo de conjuntos de unidades de paisaje preliminares por separado, tanto en la barranca Barrilaco como en Dolores.